VOLUME 4

VERS DES AGRICULTURES À HAUTES PERFORMANCES

ANALYSE DES VOIES DE PROGRÈS EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE PAR ORIENTATION PRODUCTIVE

Étude réalisée pour le Commissariat général à la stratégie et à la prospective

INRA
SCIENCE & IMPACT

Membre fondateur de
agreenium
Science pour l'alimentation et l'agriculture durables

VERS DES AGRICULTURES À HAUTES PERFORMANCES

VOLUME 4

ANALYSE DES VOIES DE PROGRÈS EN AGRICULTURE CONVENTIONNELLE PAR ORIENTATION PRODUCTIVE

Bernard Coudurier, Martine Georget,
Hervé Guyomard, Christian Huyghe, Jean-Louis Peyraud (sous la direction de)

Septembre 2013 Etude réalisée pour le Commissariat général à la stratégie et à la prospective

POUR CITER CE DOCUMENT :

Coudurier B., Georget M., Guyomard H., Huyghe C., Jean-Louis Peyraud (sous la direction de). 2013. Vers des agricultures à hautes performances. Volume 4. Analyse des voies de progrès en agriculture conventionnelle par orientation productive. Inra. 484 pages.

AVANT-PROPOS

D'ici dix ans, la ferme France aura profondément évolué. Grâce à de nombreuses initiatives, la transition est déjà en route. La course à la production poursuivie par l'agriculture française depuis les années 1950 - sa productivité a été multipliée par 10 depuis - est en voie d'évoluer vers la multi-performance.

Comme partout dans le monde, le modèle agricole développé après-guerre en France rencontre un certain nombre de limites, notamment dans ses atteintes à la biodiversité et à l'environnement, mais également en termes de plafonnement des rendements agricoles ou encore d'émergence de phénomènes de résistances aux pesticides chez certains ravageurs. Son évolution vers des modes de production plus durables et tout aussi productifs est indispensable. Pour faire face aux enjeux de demain - agricoles, alimentaires, énergétiques, mais également environnementaux et sociaux - il apparaît de plus en plus clair qu'une agriculture diverse, y compris dans ses modes de production, est indispensable.

C'est dans ce contexte que le Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) a confié à l'Inra, suite à un appel d'offres lancé en avril 2012, une étude destinée à déterminer les possibilités d'évolution de l'agriculture française vers des systèmes de production agricole plus durables. L'objectif était d'analyser les marges de progrès offertes par, d'une part, les systèmes de production dits « biologiques » et, d'autre part, les systèmes de production dits « conventionnels », au travers de deux questions :

- **Comment rendre l'agriculture biologique plus productive et plus compétitive ?**
- **Comment organiser la transition de l'agriculture conventionnelle vers une agriculture plus durable ?**

Ces deux questions ont été explorées en s'appuyant sur une grille commune d'indicateurs des performances productives, économiques, environnementales et sociales, et en mobilisant l'ensemble des connaissances disponibles sur les systèmes agricoles innovants proposant de nouveaux compromis entre ces différentes performances, tant en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle.

Les travaux conduits dans le cadre de cette étude sont organisés sous forme d'un rapport composé de quatre volumes distincts et autonomes, mais complémentaires :

- **Le volume 1** « Analyse des performances de l'agriculture biologique » propose une revue de littérature de l'ensemble des performances de l'agriculture biologique, des études statistiques originales sur les performances productives et économiques des exploitations agricoles françaises biologiques, et une analyse de la compétitivité de la filière biologique nationale sur la base d'une enquête spécifique ;
- **Le volume 2** « Conception et évaluation de systèmes innovants en agriculture conventionnelle » présente la méthodologie adoptée pour identifier et apprécier les pratiques et ensembles de pratiques qu'il serait possible de mettre en œuvre pour une transition des différentes agricultures françaises vers la multi-performance ;
- **Le volume 3** « Evaluation des performances de pratiques innovantes en agriculture conventionnelle » propose une analyse détaillée des performances productives, économiques, environnementales et sociales de plus de 200 pratiques agricoles élémentaires organisées en un certain nombre de classes de pratiques ou méta-pratiques ;

- **Le volume 4** « Analyse des voies de progrès en agriculture conventionnelle par orientation productive » propose une analyse des freins et leviers à la multi-performance pour les principales filières agricoles, végétales et animales, de l'agriculture française.

Le présent volume correspond au volume 4 du rapport « Vers des agricultures à hautes performances ».

REMERCIEMENTS

Nous remercions les nombreuses personnes qui ont enrichi la réflexion et ont permis de mener à bien la production de l'ensemble de ce rapport ; elles ont grandement contribué à la richesse de son contenu.

Nous tenons en premier lieu à remercier Dominique Auverlot, Géraldine Ducos et Aude Teillant, tous trois du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective ; ils sont à l'origine de ce rapport et ont toujours été des interlocuteurs directs disponibles, stimulants et constructifs.

Nous remercions Marion Guillou, qui conduisait dans le même temps une mission auprès du Ministre en charge de l'agriculture dans le cadre de la préparation du plan agro-écologique de ce dernier et présidait le comité de pilotage de la présente étude. Ses conseils ont toujours été précieux et avisés. Nous remercions également l'ensemble des membres du comité de pilotage. Ils nous ont permis non seulement d'enrichir le contenu du rapport, mais aussi d'approfondir la réflexion en nous demandant de préciser de nombreux points.

Au sein du ministère en charge de l'agriculture, nous remercions Pierre Claquin, Elsa Delcombel, Noémie Schaller et Julien Vert qui ont contribué à la mission de Marion Guillou et ont donc suivi aussi toute cette étude.

Trois remerciements spécifiques pour terminer. Merci d'abord à Nicolas Trift qui nous a apporté son aide efficace, notamment au niveau de la rédaction, à plusieurs moments. Ensuite, at last but not least, merci à Valérie Toureau et Nicolas Urruty qui ont assuré la correction finale du rapport et sa mise en forme. Ce fut là un travail fastidieux dont ils se sont acquittés avec diligence et dans une bonne humeur jamais mise en défaut.

Ce volume 4 dédié à l'analyse des voies de progrès en agriculture conventionnelle déclinées par orientation productive a fait l'objet d'échanges très riches avec de très nombreuses personnes. Au-delà des membres actuels des groupes filières de l'Inra, merci aussi aux membres passés de ces groupes et aux experts des partenaires professionnels de l'Inra : ils ont enrichi le contenu de ce volume par leurs expériences et questionnements.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 7

CHAPITRE 1 FILIÈRES GRANDES CULTURES 11

CHAPITRE 2 FRUITS, LÉGUMES ET POMME DE TERRE DE CONSOMMATION 165

CHAPITRE 3 VIGNE ET PRODUITS DE LA VIGNE 207

CHAPITRE 4 FILIÈRE PORCINE 241

CHAPITRE 5 FILIÈRES AVICOLES 277

CHAPITRE 6 FILIÈRES BOVINE ET OVINE ALLAITANTES 325

CHAPITRE 7 FILIÈRES LAITIÈRES BOVINE, CAPRINE ET OVINE 361

CHAPITRE 8 FILIÈRE ÉQUINE 435

CONCLUSION 463

TABLE DES MATIÈRES 469

INTRODUCTION

INTRODUCTION

VERS DES SYSTEMES DE PRODUCTION AGRICOLE CONCILIANT DURABILITE ET PRODUCTIVITE

Analyse par orientation productive

Ce rapport constitue la contribution des Groupes Filières de l'Inra et des GIS Filières, à l'étude confiée à l'Inra par le CAS (Centre d'Analyse Stratégique) portant sur le thème des « *Systèmes de production agricole conciliant durabilité et productivité* ». L'axe 2 de cette étude, centré sur l'agriculture conventionnelle (l'axe 1 étant dédié à l'agriculture biologique) avait pour objet l'analyse des leviers mobilisables pour aller vers une agriculture multi-performante, au plan environnemental et économique.

Ce rapport se propose ainsi d'apporter des éléments de réponse par une analyse des principales orientations productives de l'agriculture française. Il vient compléter les Volumes 2 et 3 de l'étude qui présentent respectivement :

- La méthodologie adoptée par l'Inra et les enseignements généraux issus de l'analyse des pratiques, de leurs combinaisons et de leurs déclinaisons par orientation productive[1] ;
- Une analyse détaillée des pratiques agricoles élémentaires et leurs impacts sur l'ensemble des performances de l'exploitation[2].

Les orientations productives ont été retenues à la fois compte tenu de leur importance économique et territoriale et de la diversité des systèmes de production qu'elles représentent :

- Grandes cultures annuelles ;
- Fruits, légumes et pomme de terre ;
- Vigne et produits de la vigne ;
- Porcins ;
- Volailles ;
- Bovins et ovins allaitants ;
- Bovins, ovins et caprins laitiers ;
- Equins.

Pour chacune d'elles, les éléments de contexte technico-économiques sont présentés, conduisant à une mise en lumière de leurs forces et faiblesses. L'analyse porte ensuite sur les principaux verrous et leviers techniques accessibles dès maintenant, ou à court ou moyen terme, afin de réduire les impacts environnementaux des exploitations agricoles tout en assurant leur compétitivité. Ces leviers s'expriment à des échelles multiples, allant de l'itinéraire technique au système de production, ouvrant la voie à des stratégies de rupture par rapport aux systèmes actuels. Les recherches qui seraient à approfondir sont par ailleurs signalées.

---

[1] Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.L., Boiffin J., Coudurier B., Jeuland F., Urruty N., 2013. Vers des agricultures à hautes performances. Volume 2. Conception et évaluation de systèmes innovants en Agriculture Conventionnelle. Inra

[2] Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.L., Boiffin J., Coudurier B., Jeuland F., Urruty N., 2013. Vers des agricultures à hautes performances. Volume 3. Evaluation des performances de pratiques innovantes en Agriculture Conventionnelle. Inra.

L'analyse porte également sur les freins et leviers organisationnels, élargissant la réflexion à un champ plus vaste que celui de l'exploitation : lien avec les opérateurs en aval de la production, démarches de filière et/ou territoriale, place de la réglementation et des politiques publiques, articulation entre la recherche, la formation et le développement, diffusion de l'information, évolution du conseil et de l'accompagnement des agriculteurs.

Cette étude a été confiée aux « Groupes filières » de l'Inra. Les « Groupes filières » réalisent une activité de veille sur l'état de la filière et ses acteurs, et des recherches qui leur sont consacrées. Ces groupes constituent des entités privilégiées dans ce travail pour mener de réelles expertises scientifiques collectives, avoir une vision systémique du fonctionnement des filières, tant au niveau national qu'international, préciser les enjeux inhérents aux différentes orientations productives et identifier les freins au changement et les leviers d'action,. Composés de chercheurs et ingénieurs des différents départements de recherche de l'Inra, ils couvrent l'intégralité des thématiques de l'Institut et abordent la filière dans son intégralité. Cette étude a également mobilisé les compétences et l'expertise des partenaires de l'Inra, des Instituts Techniques Agricoles et des Chambres d'Agriculture notamment, présents dans certains groupes.

Les GIS dédiés aux différentes filières de production ont également contribué à l'analyse. Ils rassemblent une grande diversité de partenaires institutionnels et professionnels jusqu'à l'aval. Ils mettent en œuvre de manière concertée des programmes de recherche et de R&D en réponse aux enjeux des filières. L'objectif est d'instaurer un mode de fonctionnement impliquant tous les acteurs et mettant en œuvre le principe de co-construction à toutes les étapes du processus d'innovation.

Ainsi, ce travail, basé sur l'expertise et l'analyse de la littérature offre une vision synoptique de la quasi-totalité des productions agricoles françaises et des possibilités d'évolution pour s'inscrire dans la dynamique en cours et contribuer à la mise en place d'une agriculture multi-performante.

CHAPITRE 1
FILIÈRES GRANDES CULTURES

CHAPITRE 1A Filières Grandes Cultures 12
Introduction 12
A - Céréales 13
B - Oléagineux 36
C - Protéagineux, autres légumineuses à graines et luzerne en grandes cultures 66
D - Betterave 90
E - Repenser les systèmes de production de grandes cultures, clé pour la durabilité 103
F - Leviers organisationnels à l'échelle des filières et des acteurs 116
G - Références Bibliographiques 137
H - Annexe 155

CHAPITRE 1B Synthèse 158
A - Eléments de contexte 158
B - Leviers pour des systèmes de production doublement performants sur les plans économique et environnemental 159

CHAPITRE 1A
Filières Grandes Cultures

Auteurs : *Gérard Duc (Inra), Aude Barbottin (Inra), Muriel Valentin-Morison (Inra), Marie-Benoit Magrini (Inra), Christian Huyghe (Inra), Joël Abecassis (Inra), Gilles Charmet (Inra), Philippe Debaeke (Inra), Anne Schneider (Unip), Marie-Sophie Petit (Chambre d'agriculture de Bourgogne), François Gastal (Inra), Véronique Biarnes (Unip), Martine Georget (Inra)* [3]

Introduction

Depuis les années 1950, la profonde mutation de l'agriculture française orientée pour partie par la PAC et les impératifs des marchés a induit une intensification des modes de production, une spécialisation des exploitations et bassins de production, une structuration forte des filières et une réduction du nombre d'exploitations agricoles. Une séparation géographique des productions animales et végétales s'est produite au cours de cette même période, appuyée par des importations croissantes de protéines végétales (surtout issues du soja) favorisant l'intensification des élevages. Cette distanciation a amplifié l'usage des engrais chimiques en grandes cultures, laissant généralement la fertilisation organique aux productions fourragères, diminuant les surfaces toujours en herbe et renforçant l'intensification fourragère (gestion intensive des prairies et utilisation du maïs dans l'alimentation du troupeau). Dans ce contexte, l'évolution des grandes cultures est marquée par une augmentation des surfaces en céréales et oléagineux qui se traduit par un raccourcissement des rotations, une simplification des assolements (40 % de ceux-ci comportent au plus deux cultures) et l'abandon dans les assolements d'espèces à plus faible rentabilité à court terme.

Les systèmes de production de grandes cultures sont aujourd'hui des systèmes très spécialisés. Les exploitations se sont agrandies et ont stabilisé leur niveau de charge à l'hectare ce qui leur a permis d'amortir les chocs conjoncturels. Les évolutions des systèmes de production ont également répondu aux évolutions des marchés avec comme corollaire des systèmes de culture très orientés par les débouchés et des critères de qualité fixés par les différentes filières dans lesquelles les exploitations sont insérées.

Le défi des exploitations et des filières de grandes cultures (céréalières, oléagineuses, protéagineuses) est de renforcer leur compétitivité, tout en s'adaptant au contexte à venir : adaptation aux fluctuations climatiques et économiques (volatilité des prix des intrants et des productions), nécessité de diminuer les impacts environnementaux (préserver le potentiel agronomique pour les générations suivantes et répondre aux demandes sociétales de santé et de respect de l'environnement). Or la stagnation des rendements ne permet plus d'envisager à court terme des gains de productivité importants et les aides communautaires constituent une composante structurelle de leur fonctionnement qui les rend très dépendantes de ces financements.
Pour les filières des céréales ou des oléagineux, l'enjeu plus spécifique est d'ordre environnemental en réduisant les impacts des modes de production et de transformation des produits tout au long de la filière. Pour les protéagineux, il s'agit d'augmenter leur part au sein des assolements de grandes culture afin d'augmenter leur disponibilité pour les filières d'alimentation animale ou de l'exportation, et de les rendre plus compétitifs vis-à-vis des protéines importées.

[3] *Remerciements : Valérie Lullien-Pellerin (Inra), Florence Forget (Inra), Christian Dupraz (Inra), Christine Jez (Inra), Eric Justes (Inra), Clementina Sebillotte (Inra), Antoine Messean (Inra), Arnaud Gauffreteau (Inra)*

A - Céréales

A1 - Eléments généraux de contexte

Les céréales à paille et le maïs sont, avec le riz, les trois principales cultures à l'échelle mondiale. Leur consommation mondiale atteint presque 1.8 milliards de tonnes, en augmentation de 30 Mt par an depuis 2000 pour les besoins de l'alimentation humaine et animale, mais aussi des débouchés industriels, avec une production qui peine à suivre ces dernières années et a même légèrement régressé en 2012. C'est le cas en particulier pour le maïs, avec une récolte mondiale de 840 Mt au lieu des 950 Mt prévus (recul de 103 Mt dans les seuls USA), mais aussi pour le blé avec 660 Mt (recul de 20 Mt en Russie). La FAO prévoit un maintien de la croissance de la demande à + 25 à 30 Mt par an, en particulier pour le maïs, alors que la demande en blé augmentera au même rythme que la démographie, soit environ 1 % par an. Dans ce rapport, nous considèrerons essentiellement le maïs, le blé et l'orge.

Pour le blé tendre, la production mondiale a doublé entre 1975 et 2010 (FAOSTAT), alors que les surfaces mondiales en blé restent relativement stables. C'est donc la progression des rendements qui a permis d'accroître la production. Celle-ci a suivi la progression de la consommation, avec au cours de la dernière décennie plusieurs épisodes au cours desquels la consommation a dépassé la production, entraînant des mouvements spéculatifs et une plus grande volatilité des prix. Il faut d'ailleurs noter que, par effet de substitution, les prix des céréales, en particulier ceux du blé et du maïs sont très corrélés entre eux.

La Figure A1 présente les zones de culture du blé, qui est présent à toutes les latitudes jusqu'à 60°N, mais seulement en altitude dans la zone intertropicale (Ethiopie, Madagascar…). Les principales régions productrices sont l'Union européenne, la Chine, l'Inde et l'Amérique du Nord.

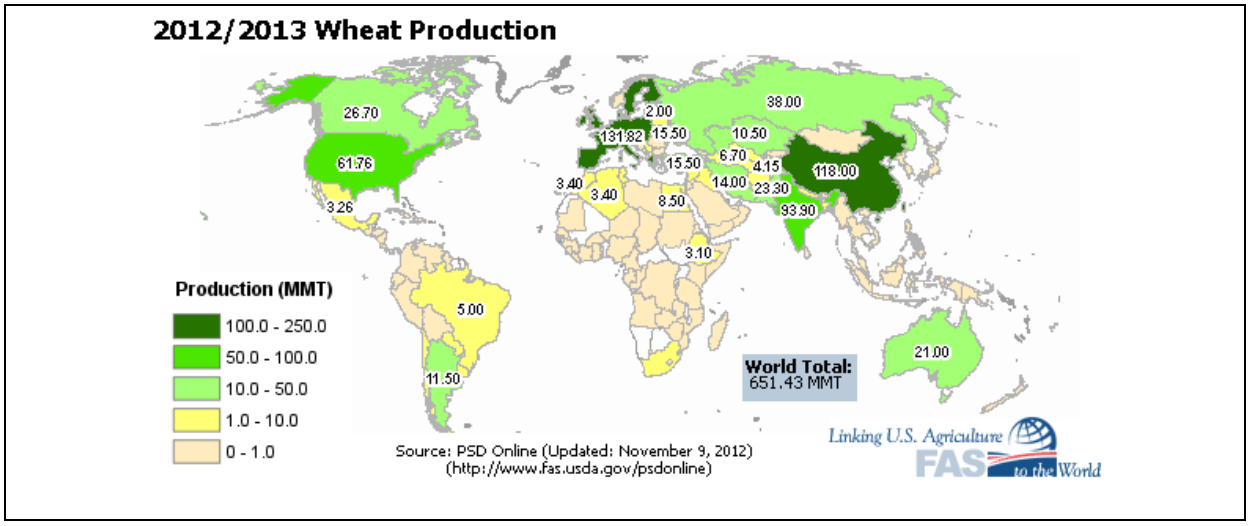


***Figure A1** : Production de blé par pays en 2012/2013 ; Source : http://www.fas.usda.gov/psdonline*

La Figure A2 présente l'évolution de la production de blé au cours des trente dernières années. On observe que la quantité de blé produit a fortement progressé en Europe entre 1975 et 1991. Cette progression s'est ralentie depuis 1991. Les productions chinoise et indienne se sont fortement développées au cours de la même période, jusqu'à rattraper la production européenne pour la Chine ; l'Inde étant en passe d'exporter une partie de sa production pour la campagne 2012/2013. Contrairement aux pays cités précédemment, la production américaine stagne, en raison principalement d'une baisse des surfaces au profit du maïs et du soja. La production russe est très fluctuante, pour partie du fait des forts aléas climatiques enregistrés dans le pays ces dernières

années (le gel et la sécheresse de 2012 ont conduit la Russie a importé du blé pour la première fois depuis 20 ans).

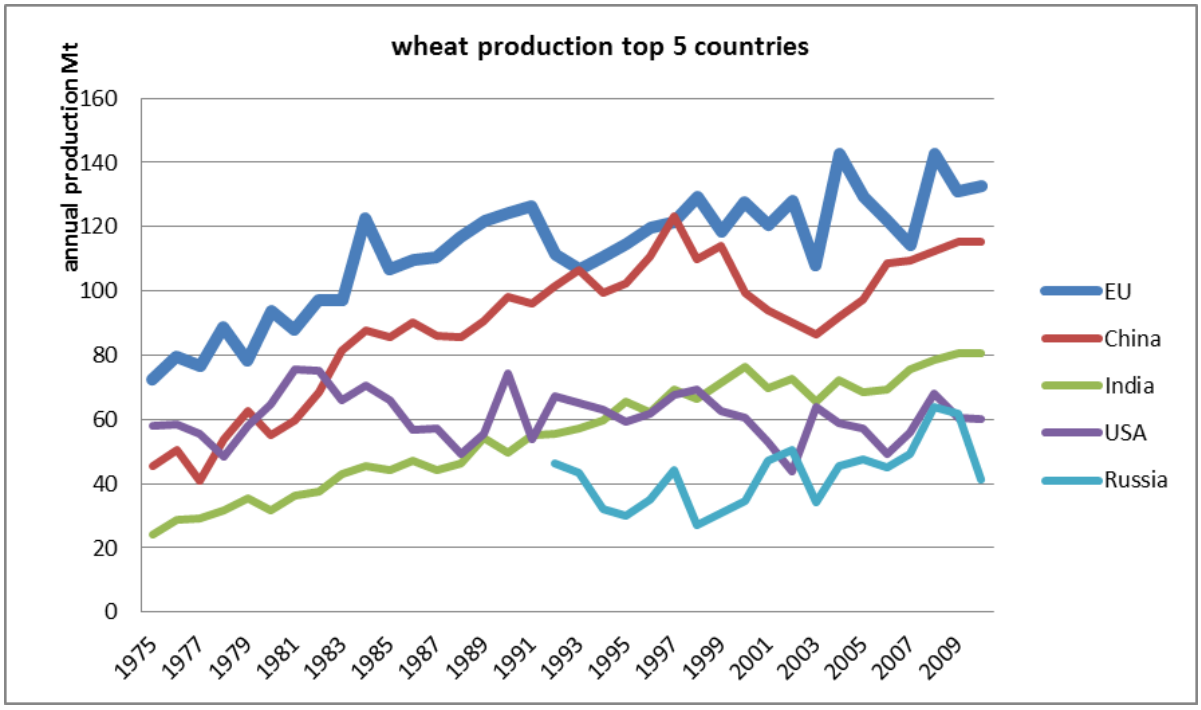


Figure A2 *: Evolution de la production de blé de 1975 à 2009 ; Source : FAOSTAT*

L'évolution des rendements explique pratiquement celle de la production, à l'exception des USA où les surfaces ont régressé (Figure A3).

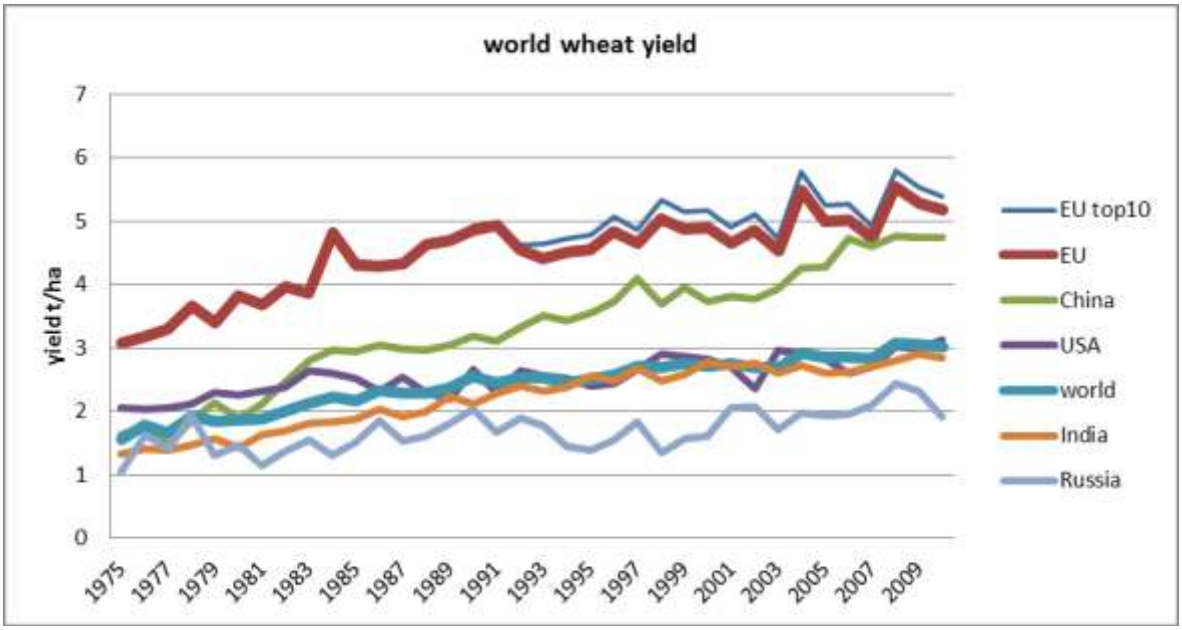


Figure A3 *: Evolution des rendements blé tendre depuis 1975 ; Source : FAOSTAT*

En Europe, la France avec près d'un tiers de la production, est nettement en tête devant l'Allemagne et le Royaume-Uni (Figure A4). Là encore, c'est essentiellement l'évolution des rendements qui explique celle de la production.

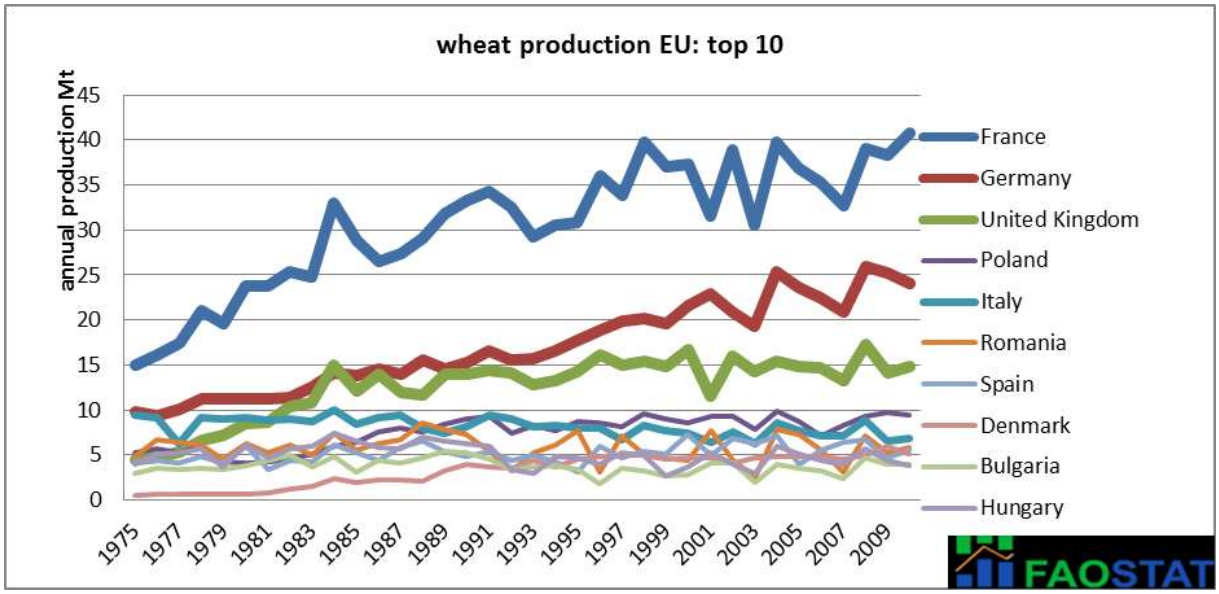


Figure A4 *: Production de blé des 10 premiers pays européens ; Source : FAOSTAT*

Deux groupes de pays se distinguent nettement (Figure A5) : les pays pour lesquels la production a fortement progressé jusqu'en 1995 avant de stagner (France, Allemagne, Angleterre, Danemark et Pays-Bas) et ceux pour lesquels les niveaux de production ont peu ou pas progressé, avec de fortes variations interannuelles (Italie, Espagne, Pologne, Roumanie, Portugal et Bulgarie), voire régressé comme en Hongrie à la suite du changement de régime et du manque de capitaux dans l'agriculture (chute de l'utilisation des intrants, problèmes de collecte…).

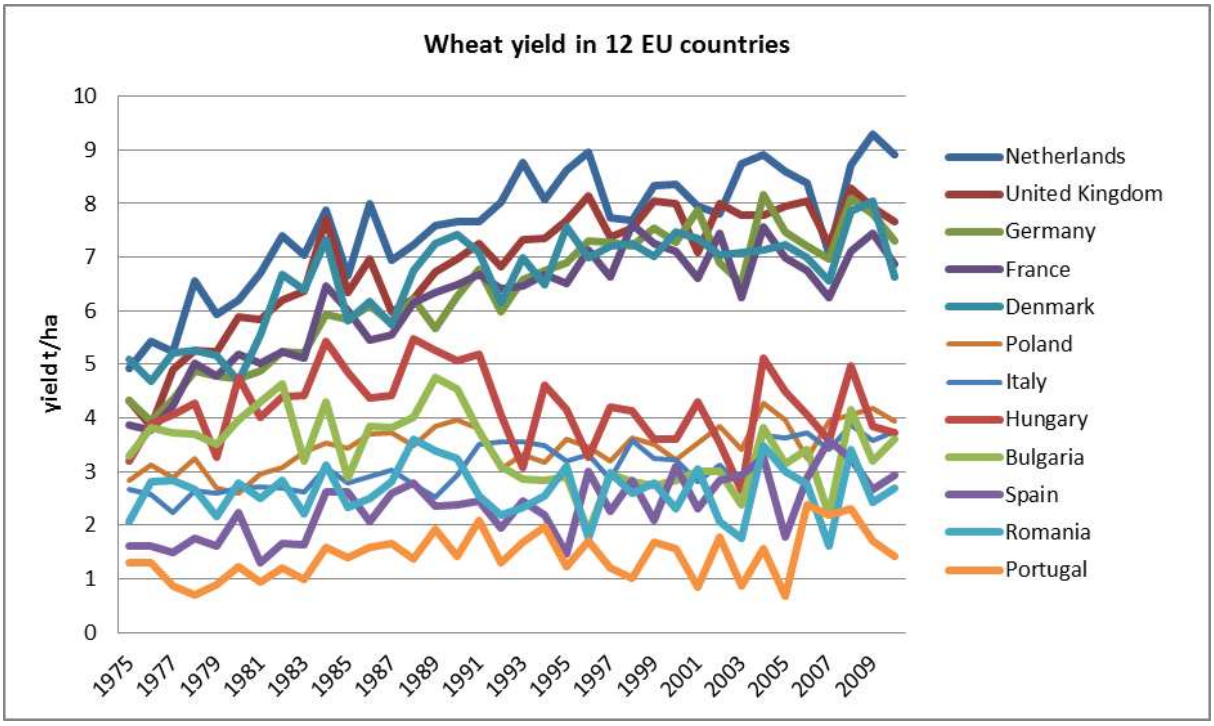


Figure A5 *: Evolution des rendements du blé dans 12 pays européens ; Source : FAOSTAT*

Les grands pays producteurs de blé en sont également les premiers consommateurs (EU, Chine et Inde). Le commerce mondial qui porte sur environ 20 % de la collecte, est passé de 110 à 141 Mt entre 2000 et 2010. Huit pays réalisent 93 % des ventes mondiales de blé (Figure A6). Ce marché est

alimenté par les USA et l'Europe, mais aussi par des pays dont la production, certes plus faible que celle des « 5 grands », excède largement la consommation : Argentine, Australie et Canada. Le cas des 3 pays « RUK » (Russie, Ukraine, Kazakhstan) est assez particulier. Leur production a fortement augmenté depuis 10 ans et les blés « mer noire », souvent très compétitifs, alimentent avant tout les marchés export de proximité (Egypte, Moyen-Orient), mais certaines années (2010, 2012), les conditions climatiques réduisent leur production et leurs capacité d'exportation. Ainsi en 2010, le marché a été fourni essentiellement par les USA et l'EU, qui était cette année-là le deuxième exportateur.

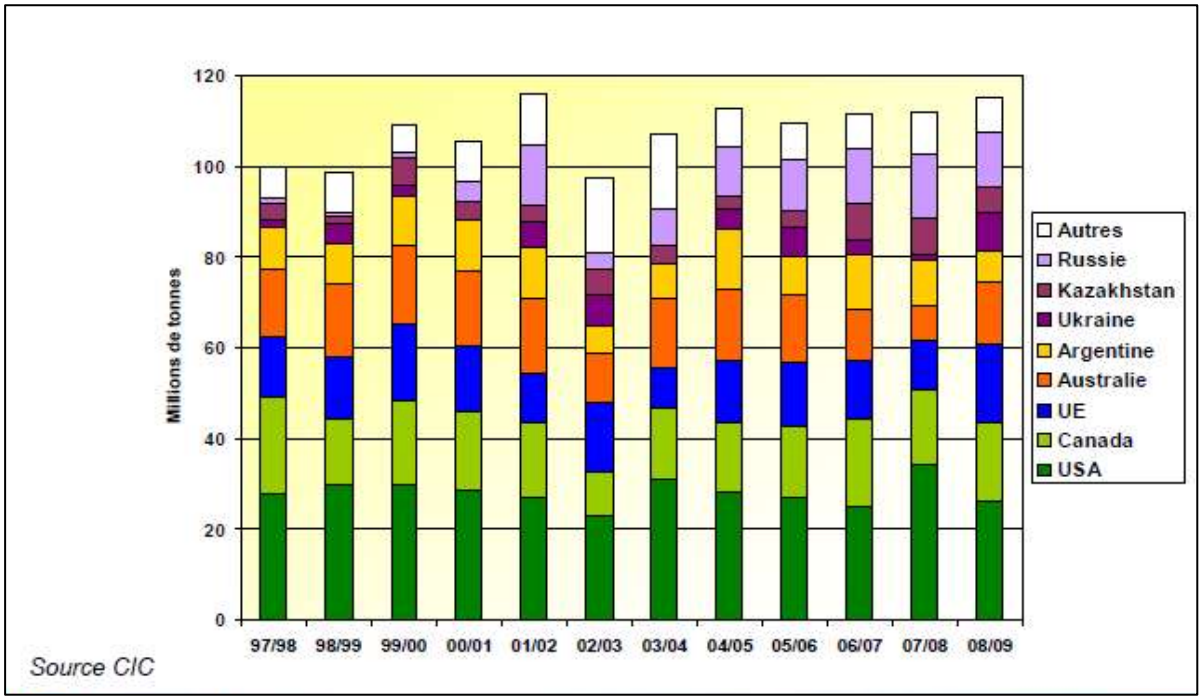


Figure A6 *: Répartition annuelle des ventes de blé entre les différents pays exportateur de 1998 à 2009 (Source : CIC d'après http://www.intercereales.com)*

La capacité exportatrice nette de l'Europe (18 à 20 Mt sur 130 Mt produites) correspond à peu près à celle de la France, qui exporte en moyenne 53 % de sa production (60 % en 2010) hors Europe mais également vers ses voisins européens (Benelux, Espagne, Italie) (Figures A7 et A8). Les pays importateurs sont beaucoup plus atomisés : Afrique (Egypte, Maghreb, sub-sahara), Asie (Moyen-Orient, Sud-Est et Japon) et Brésil. Les Etats-Unis et le Canada exportent principalement vers l'Asie ainsi que vers les pays d'Amérique du sud et, pour les Etats-Unis, vers l'Afrique.

Les besoins de l'Afrique et du Moyen-Orient, qui représentent aujourd'hui 30% des échanges, devraient augmenter jusqu'à représenter 50 % des échanges mondiaux. Les échanges avec le Brésil et les pays asiatiques comme le Japon et la Corée devraient suivre la même tendance. La capacité de l'Inde et de la Chine à maintenir leur autosuffisance est encore incertaine et dépendra sans doute de leur modèle alimentaire et de leur développement économique.

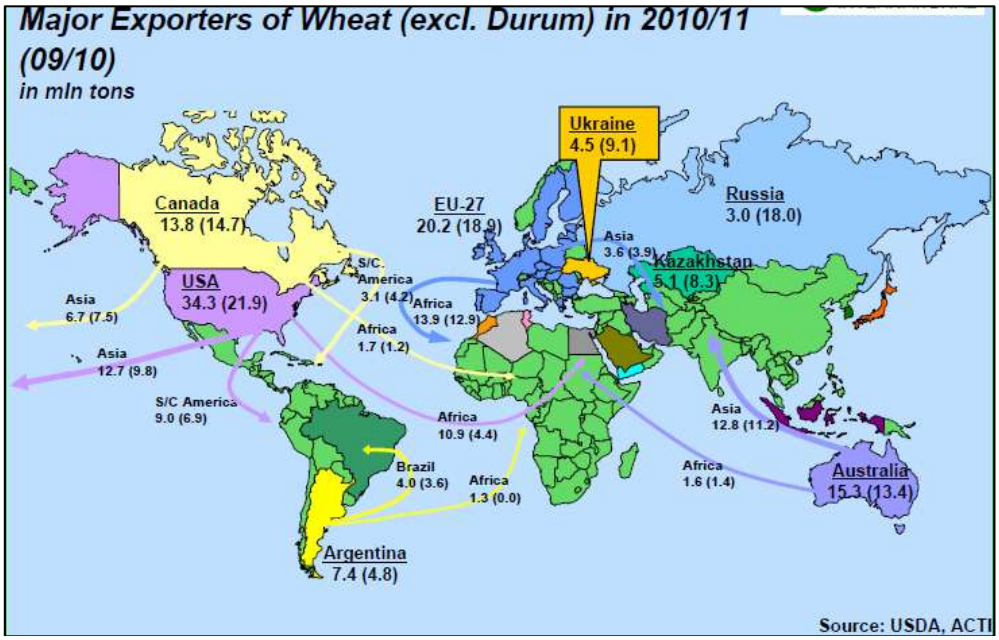


Figure A7 : *Principaux flux commerciaux de blé tendre en 2010 (Source : USDA- ACTI)*

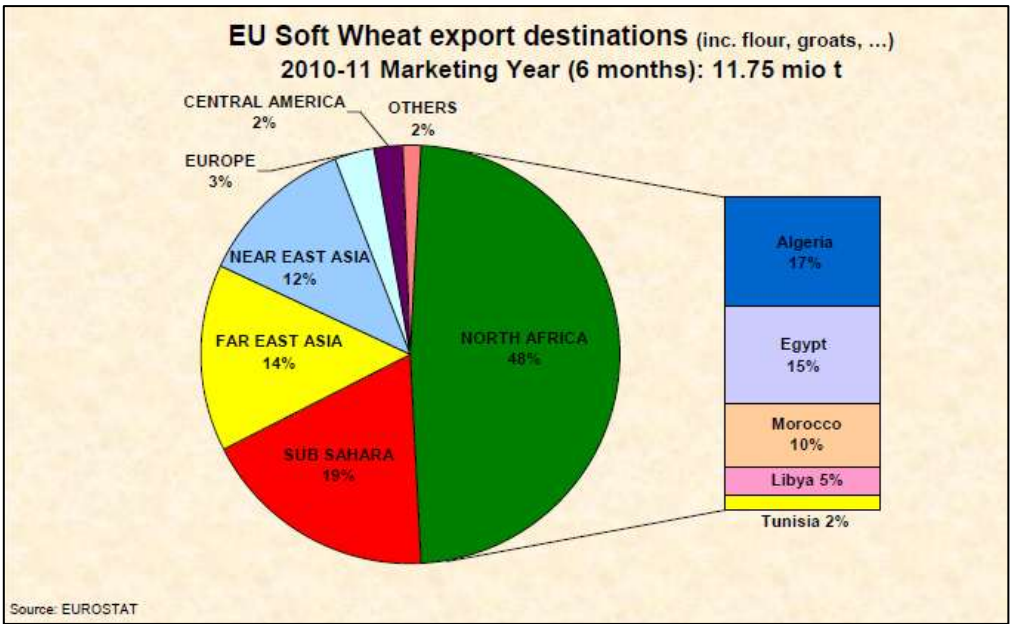


Figure A8 *: Principaux débouchés exports du blé tendre européen (Source : EUROSTAT)*

Ainsi, au cours des années 2007-2010, 53 % du blé français était exporté, et 80 % de ces exportations étaient destinées à l'alimentation humaine. Pour les 47 % d'utilisation domestique, environ 30 % du blé est destiné à l'alimentation animale, 30 % à la meunerie, 19 % à l'amidonnerie-glutenerie et déjà 9 % à la fabrication de (bio)éthanol (Figure A9). Globalement, c'est donc plus de 70 % du blé français qui termine en alimentation humaine, mais seulement 15 % en panification traditionnelle, alors que cette filière oriente de façon très importante la sélection. En effet, les critères d'inscription au catalogue français favorisent les blés panifiables qui représentent plus de 90 % des emblavements.

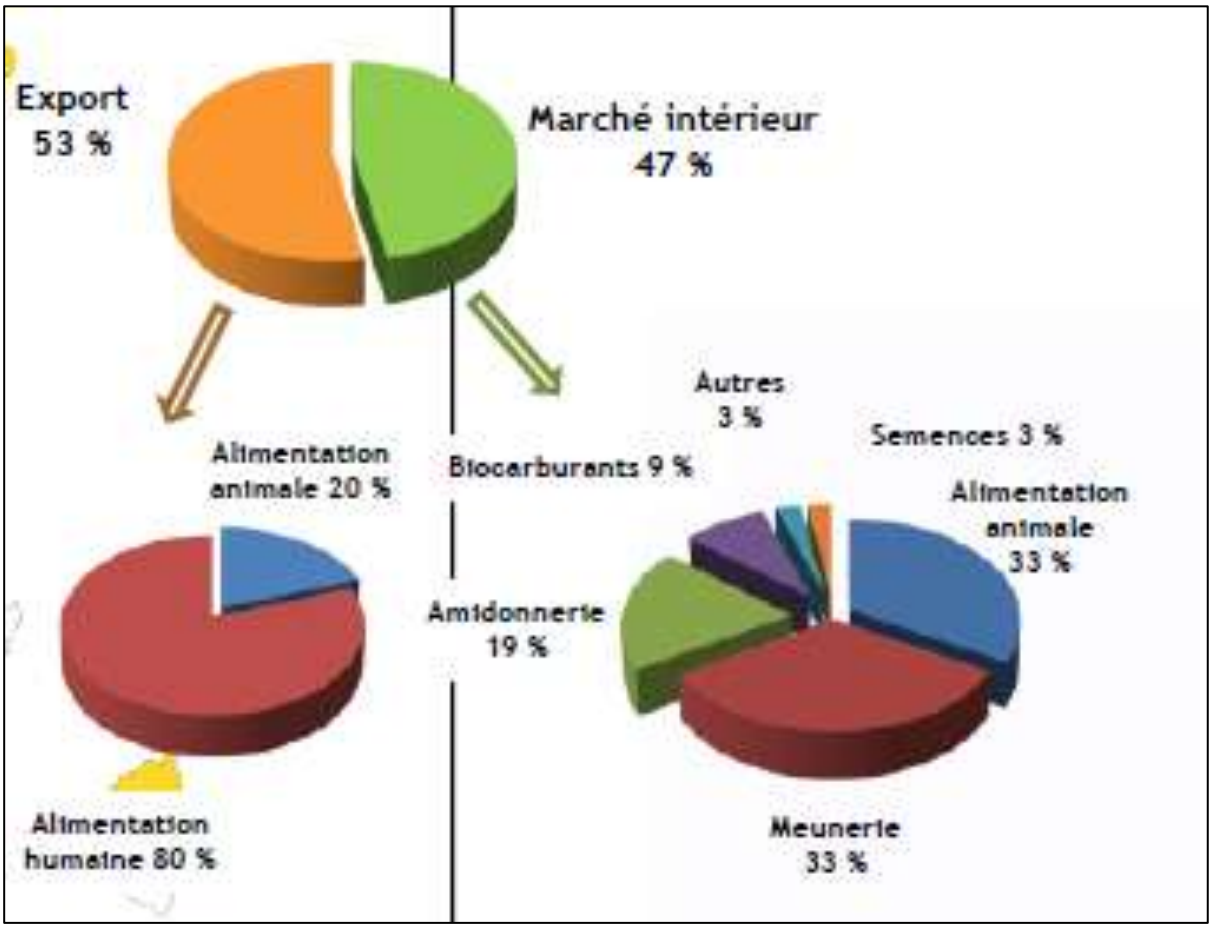


Figure A9 *: Utilisations du blé tendre français en 2011 (Source : Arvalis Institut du végétal)*

Avec une variabilité interannuelle des rendements plus faible (15 %), comparée à celle de l'Australie et des pays de la mer noire (50 à 60 %), l'Europe, et en particulier la France, contribuent à la stabilité de l'offre mondiale de blé, et donc à celle des prix et ainsi qu'à la sécurité alimentaire.

Ainsi, la filière conventionnelle (Arvalis-Unigrains, AGPB, Intercéréales) considère comme essentiel de maintenir cette capacité exportatrice de la France, qui porte sur environ 50 % des 37.5 Mt de blé tendre et 2.5 Mt de blé dur, produit sur 4.9 millions et 500 000 d'hectares, respectivement.

En maïs, l'augmentation de la consommation mondiale concerne principalement l'Asie pour l'alimentation animale (pour exemple, la Chine est devenue importatrice nette alors qu'elle était le second exportateur en 2000) et les USA pour la production d'éthanol (qui utilise plus de la moitié de la récolte et réduit le solde exportable en cas de chute de la production comme cela a été le cas en 2012).

Le marché export est toujours dominé par les USA, mais dans une proportion qui baisse au profit de l'Argentine, du Brésil et surtout de l'Ukraine dont la production a été multipliée par 5 en 10 ans (de 5 à 23 Mt, par augmentation simultanée des surfaces et du rendement). L'Union Européenne est légèrement importatrice, avec des flux internes entre pays excédentaires (France, Hongrie, Roumanie) et les pays consommateurs (Espagne, Italie, Benelux…).

La production mondiale est largement dominée par les Etats-Unis, suivis de la Chine et de l'UE (Figure A10). La France, avec 1.6 Mha de maïs grain dont 40 % irrigués et presque autant de maïs ensilage (1.4 Mha), est le premier producteur européen avec 13.5 Mt de maïs produit, dont 60 % sont exportés (8 Mt). Les débouchés domestiques sont l'alimentation animale (2.7 Mt), l'amidonnerie (1.8 Mt), l'éthanolerie (500 000 t) et la semoulerie (400 000 t).

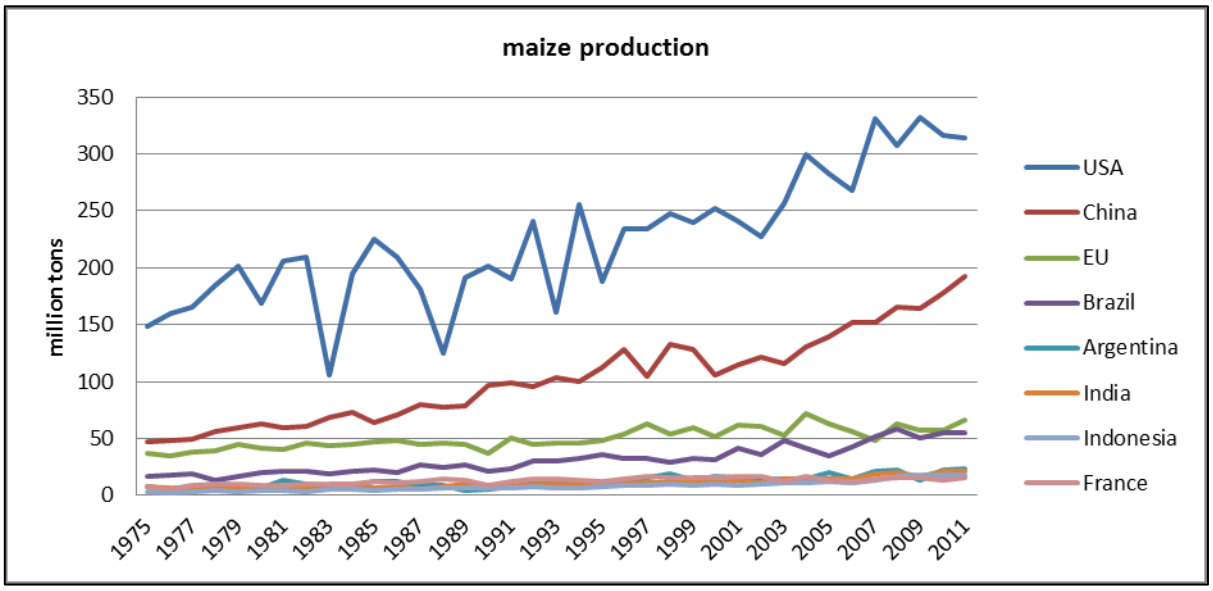


Figure A10 *: Evolution de la production de maïs au cours des trente dernières années ; Source : FAOSTAT*

Les rendements du maïs en France et aux USA, d'après les données FAOSTAT, ont suivi une évolution très comparable (Figure A11). La France a dépassé le seuil symbolique de 10 t/ha en 2011. Aux USA, les surfaces en maïs se sont étendues ces dernières années dans des zones moins favorables, aux dépens de celles dédiées au blé, ce qui a pu limiter la progression du rendement moyen national, qui augmente sans doute plus vite dans les zones traditionnelles de la corn belt.

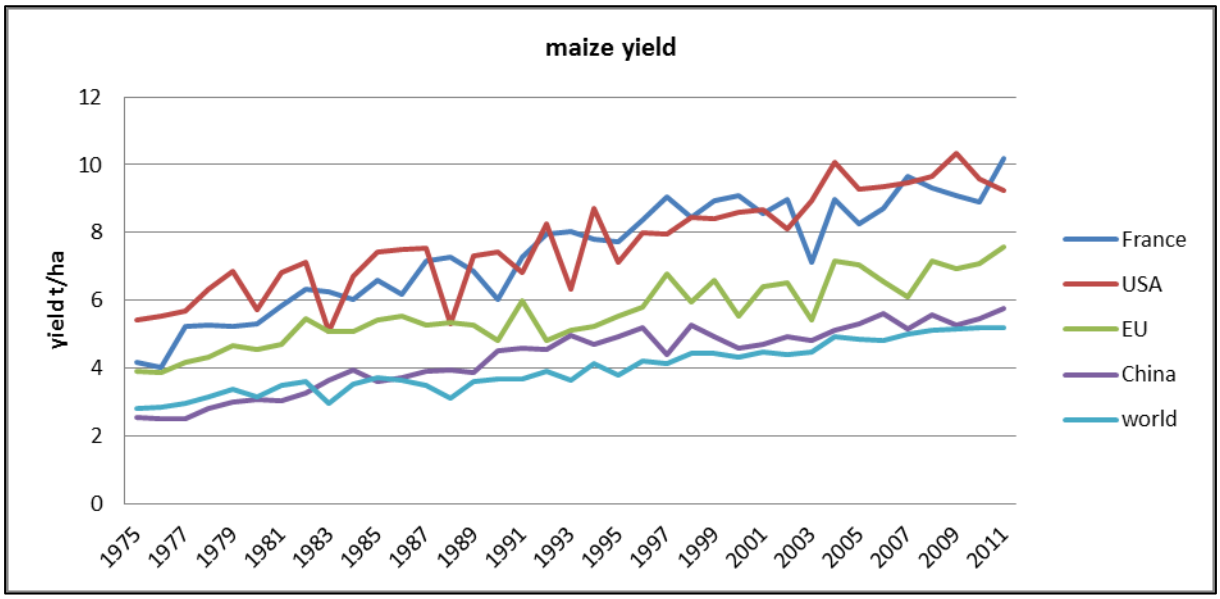


Figure A11 *: Evolution des rendements du maïs ; Source : FAOSTAT*

Pour l'orge, la production mondiale s'établit en 2010 à 123.5 Mt sur 47.5 Mha (135 Mt sur 80 Mha en 1975). Cette céréale, même si elle reste la première des céréales « secondaires », a connu une régression, par perte de compétitivité vis-à-vis du maïs et du blé, malgré une légère progression des rendements, de 1.7 à 2.6 Mt. L'Union européenne est le premier producteur mondial, avec 3 pays parmi les 5 premiers : Allemagne (1), France (2) et Espagne. Elle tend toutefois à stagner ou à régresser, par suite d'une diminution des surfaces au profit du blé, comme c'est également le cas en Russie, Ukraine, USA et Canada. En revanche, les surfaces implantées en orge progressent en Australie (meilleure tolérance à la sécheresse) et en Argentine (cycle plus court que le blé, mieux adapté comme précédent au soja en

culture « dérobée »). Les principaux exportateurs sont donc, avec l'UE, l'Argentine, le Canada et l'Australie (Figure A12).

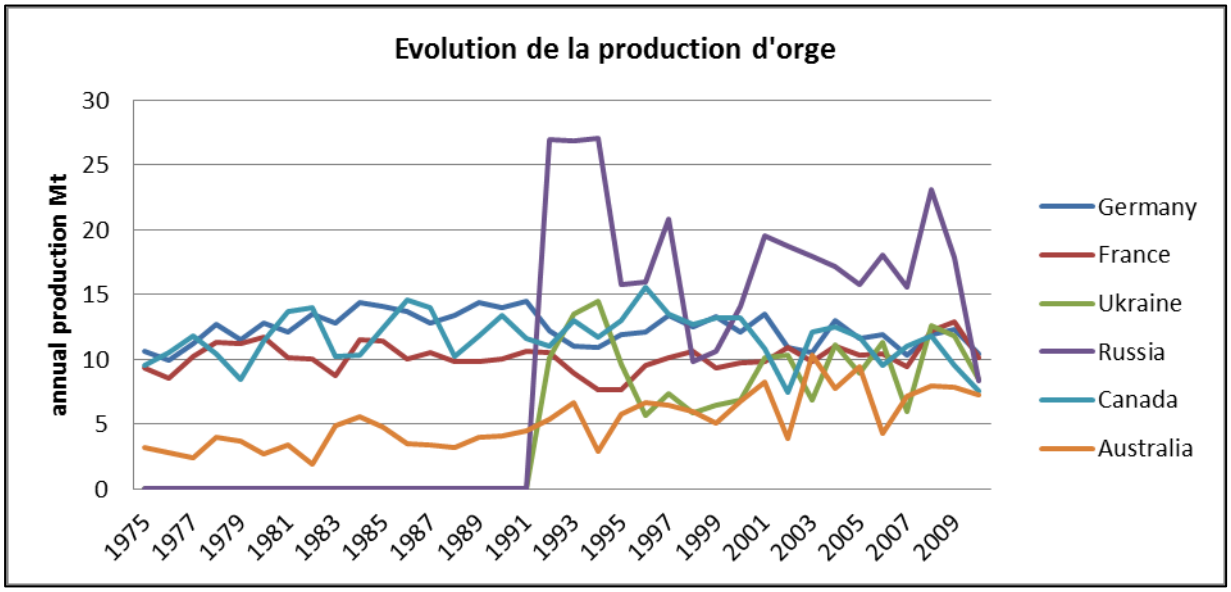


Figure A12 *: Evolution de la production d'orge (Source : FAOSTAT)*

La France a produit environ 10.6 Mt d'orge en 2010 sur 1.6 Mha, soit un rendement de 6 .4 t/ha (3.3 t/ha, 1975). L'orge d'hiver domine aujourd'hui largement (70 % des surfaces), malgré quelques destructions par le gel en février 2012. Les débouchés domestiques sont l'alimentation animale (1.7 Mt) et la malterie (1.3 Mt). Environ 7 Mt sont exportées. La France était encore en 2008 le premier exportateur de malt, mais cette position lui est disputée depuis par l'Australie.

Comme pour le blé, la France et l'Allemagne présentent les rendements les plus élevés et doivent donc le maintien de leur production à cette progression des rendements, malgré une certaine stagnation depuis 15 ans (Figure A13).

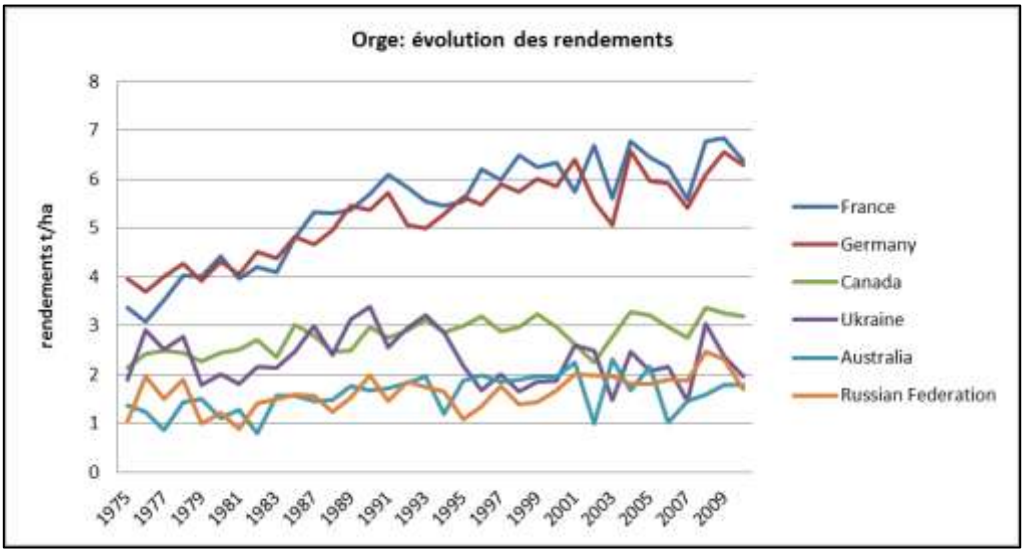


Figure A13 *: Evolution des rendements de l'orge au cours des trente dernières années (source : FAOSTAT)*

Les rendements élevés observés en France et en Europe, du moins en agriculture traditionnelle « intensive », ont été rendus possibles par une utilisation croissante « d'intrants », parmi lesquels les

engrais et les produits de protection des plantes (phytosanitaires ou « pesticides »). Ainsi, en France le blé reçoit en moyenne 180 kg d'azote par hectare sous forme d'engrais de synthèse (chimique), qui constituent le premier intrant de la culture et environ 30 % des charges opérationnelles. On peut noter que les « bonnes pratiques » (meilleur fractionnement améliorant l'efficience, utilisation d'outils de pilotage…), mais aussi l'augmentation relative des prix a permis une réduction d'environ 20 kg/ha ces dernières années sans perte de rendement. Néanmoins, la directive nitrate et le plan de protection des zones de captages pourraient entraîner de nouvelles « contraintes » pour l'utilisation des engrais minéraux.

L'Europe est le premier consommateur mondial de pesticides, dont 40 % environ sont utilisés sur les céréales. Outre les coûts et l'apparition de plus en plus fréquente de résistances, cette consommation entraîne des problèmes de résidus dans les aliments et des dommages environnementaux. C'est pourquoi, en France, la directive ECOPHYTO 2018 vise à réduire de 50 %, quand c'est possible, l'utilisation des pesticides agricoles. Au niveau européen, la directive 91/414/CE a entrainé le retrait d'un grand nombre de matières actives « les plus préoccupantes », entrainant parfois des impasses techniques. De plus, la directive 2009/128 sur l'utilisation durable des pesticides va rendre obligatoire le déploiement de la protection intégrée (Integrated Pest Management, IPM) d'ici 2014.

A2 - Etat des lieux et enjeux pour demain

A2.1 - Les systèmes de production dans lesquels sont cultivées les céréales

Le terme système de production recouvre différentes notions suivant les études et rend difficile son usage sans spécification de l'objet considéré. Lorsqu'il est fait référence à l'échelle la plus englobante, le terme système de production indique que l'on s'intéresse à la fois à la structure, à l'organisation et au fonctionnement des exploitations agricoles (Cochet et Devienne, 2006). Plus fréquemment, « système de production » fait référence aux productions réalisées au sein des exploitations. Il est alors possible de classer les systèmes de production selon la contribution des différentes productions au résultat économique de celle-ci. C'est cette définition qui est utilisée lors de l'analyse de l'évolution des systèmes de production dans le bassin de la Seine (Mignolet et *al*., 2010).

Nous retiendrons ici que « système de production » fait référence à la combinaison des techniques et des moyens de production en vue d'atteindre un certain nombre d'objectifs fixés à l'échelle de l'exploitation agricole[4]. L'évolution des systèmes de production peut être caractérisée par plusieurs paramètres principaux : diversification/spécialisation (plus ou moins grande diversité des productions), intensification/extensification (en travail, capital ou intrant par unité de surface).

Les céréales sont présentes dans une grande diversité de système de production. Dans les systèmes d'élevage, le maïs et l'orge d'hiver sont les céréales majoritaires. Elles servent essentiellement à l'alimentation du troupeau. Dans les systèmes de polyculture-élevage, les céréales représentent à la fois une ressource pour l'alimentation du troupeau (maïs, blé et orge d'hiver) et une culture de rente sur les marchés céréaliers (blé tendre majoritairement). Elles représentent alors une production complémentaire qui permet de diversifier les sources de revenus.

[4] L'intégration implicite des aspects décisionnels internes à l'exploitation agricole limite alors notre capacité à évaluer la performance économique des systèmes de production en dehors des calculs de marges (brutes, nette ou semi-nette) étant donné la complexité des facteurs qui conduisent aux choix techniques mis en œuvre au niveau d'une exploitation.

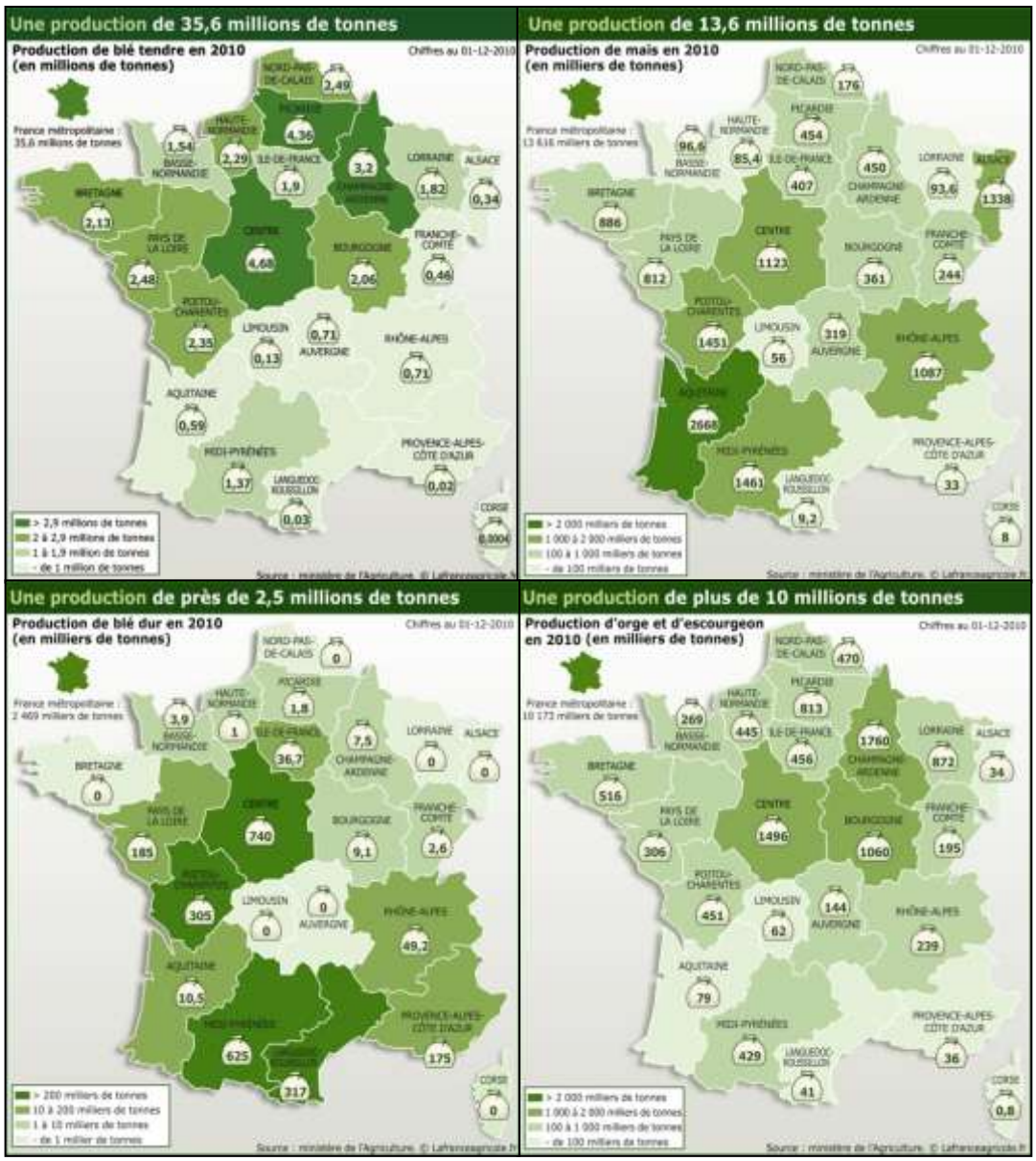


Figure A14 *: Production régionales des principales céréales cultivées en France (Source : Le Bourgeois, 2011)*

Dans les systèmes spécialisés de grandes cultures[5], les céréales sont à la base de la production. Pour ces exploitations, on observe une régionalisation forte du type de céréales implantées (Figure A14), le blé dominant les surfaces cultivées. 86 % des exploitations produisant des céréales cultivent du blé. La grande majorité de la production de blé est concentrée en région Centre, Picardie et Champagne-Ardenne.

La production de maïs est orientée vers deux grands débouchés, l'alimentation animale (grain et ensilage) et l'amidonnerie. Une ségrégation suivant ces deux filières s'opère sur le territoire, l'alimentation animale étant principalement sur la façade ouest du territoire, le maïs grain étant produit majoritairement en Aquitaine alors que les zones productrices de maïs destiné à l'amidonnerie se sont déplacées progressivement du sud-ouest vers le nord de la France (Alsace).

[5] Le terme « grandes cultures » regroupe les céréales, oléagineux, protéagineux et les principales cultures industrielles (betterave essentiellement).

Le terme d'orge regroupe à la fois les orges d'hiver (ou escourgeons) et les orges de printemps. Ces dernières sont cultivées quasi-exclusivement dans le quart nord-est (régions Lorraine, Champagne-Ardenne et Île-de-France) alors que les orges d'hiver couvrent un territoire beaucoup plus vaste.

Le blé dur constitue une céréale un peu particulière, la majorité de la production étant sous contrat pour la semoulerie. Les bassins de production se sont donc organisés en fonction de ce débouché et de l'émergence d'autres débouchés (tels que la filière Ebly®). La production de blé dur se concentre en région Centre, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon.

Les résultats du dernier recensement agricole (2010) montrent un accroissement du nombre d'exploitations spécialisées en grandes culture. Elles représentent 24 % de l'ensemble des exploitations métropolitaines contre 19 % en 2000. Les surfaces implantées en céréales ont augmenté dans la quasi-totalité des régions (Agreste Primeur, 2012a).

A2.2 - Les systèmes de culture céréaliers

La notion de système de culture recouvre le champ de la production. Ce concept s'applique à un groupe de parcelles traitées de façon homogène et caractérisées par une succession de cultures ou d'associations de cultures, et par l'ensemble des techniques qui leurs sont appliquées suivant un ordonnancement précis (Sebillotte, 1990)[6]. Les systèmes de cultures mis en œuvre au sein d'une exploitation sont l'expression d'un potentiel pédoclimatique, de contraintes socio-économiques et physiques. Ainsi plusieurs systèmes de culture peuvent-ils être mis en œuvre sur le territoire d'une même exploitation pour répondre à des contraintes agronomiques (proximité de la parcelle au réseau d'irrigation, réserve utile des sols…) ou de marché (cohabitation de systèmes biologique et non biologique).

Lorsque les céréales ne sont pas destinées à l'autoconsommation (exploitations d'élevage et de polyculture-élevage), les pratiques mises en œuvre sont fortement influencées par les critères de qualité demandés par les filières : calibre et teneur en protéines inférieurs au seuil fixé par la filière pour les orges de brasserie, teneur en protéines pour le blé, variété et intégrité des grains pour l'amidonnerie par exemple.

Se superposent à ces critères de qualités, les objectifs définis à l'échelle de l'exploitation agricole[7], compte tenu des contraintes règlementaires, pédoclimatiques, de la main d'œuvre et du matériel disponibles qui vont conditionner les itinéraires techniques[8] et les rotations mis en œuvre.

Ici la notion de système de culture est abordée sous l'angle des différents éléments qui le compose : le choix variétal, la rotation et de la dépendance aux intrants externes à l'exploitation. Ces différents éléments peuvent être appréhendés à partir d'informations sur les éléments des itinéraires techniques.

Peu de données sont disponibles sur les systèmes de culture céréaliers proprement dits et sur leur diversité à l'échelle des régions, voire de la France. Les données disponibles permettent à travers quelques informations sur une pratique ou un élément du système de culture de dresser un bilan des grandes tendances observées, tendances qui ne traduisent pas la diversité des systèmes de cultures mis en œuvre localement.

[6] Système de culture : ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par la nature des cultures, leur ordre de succession (rotation) et les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures.

[7] L'atteinte d'un rendement potentiel, la minimisation des interventions sur les parcelles ou la maximisation de la marge nette à l'échelle de la rotation par exemple.

[8] Itinéraire technique : combinaison logique et ordonnée des techniques mises en œuvre sur une parcelle agricole en vue d'obtenir une production. Ce concept met l'accent sur la cohérence et les interactions entre les interventions techniques de l'agriculteur.

Un point essentiel à considérer est que les pratiques mises en œuvre au sein de l'itinéraire technique et du système de culture sont interdépendantes. Par exemple, le développement des techniques culturales sans labour en grandes cultures s'est accompagné d'une augmentation des traitements herbicides pour limiter le développement des adventices.

Nous nous concentrerons ici sur les quatre principales céréales cultivées en France métropolitaine pour lesquelles des données sont disponibles et nous permettent de dresser un portait des systèmes de culture existants : le blé tendre, le blé dur, le maïs et l'orge (d'hiver et de printemps). Ce focus sera réalisé pour les exploitations « grandes cultures » essentiellement.

A2.3 - Diversité variétale exploitée

De nombreuses variétés sont disponibles pour les différentes espèces de céréales. Il y a par exemple 294 variétés de blé tendre d'hiver inscrites au catalogue français et 1017 variétés de maïs. Rien qu'en 2009, 87 variétés de maïs ont été inscrites au catalogue français (Le Buanec, 2010).

Le blé tendre est la céréale pour laquelle la diversité variétale exploitée est la plus importante. C'est principalement le débouché qui pilote le choix variétal (panification, alimentation animale ou biscuiterie). Les surfaces en blé implantées avec des variétés destinées à la panification sont largement majoritaires, elles occupent 91 % de l'emblavement. Les 9 % restant sont occupés par des blés fourragers et blés biscuitiers (regroupés sous le terme Blé Autres Usages, BAU) (FranceAgriMer, 2012a). Après plusieurs années où une faible diversité des variétés implantées était observée pour le blé, la tendance constatée depuis 5 ans montre une augmentation de la diversité variétale cultivée à l'échelle nationale, aucune variété ne dépassant 10 % de la sole nationale et les dix premiers cultivars ne dépassant pas 46,5 % de la sole en 2012, ici illustré pour la région Centre (FranceAgriMer, 2012b) (Figure A15).

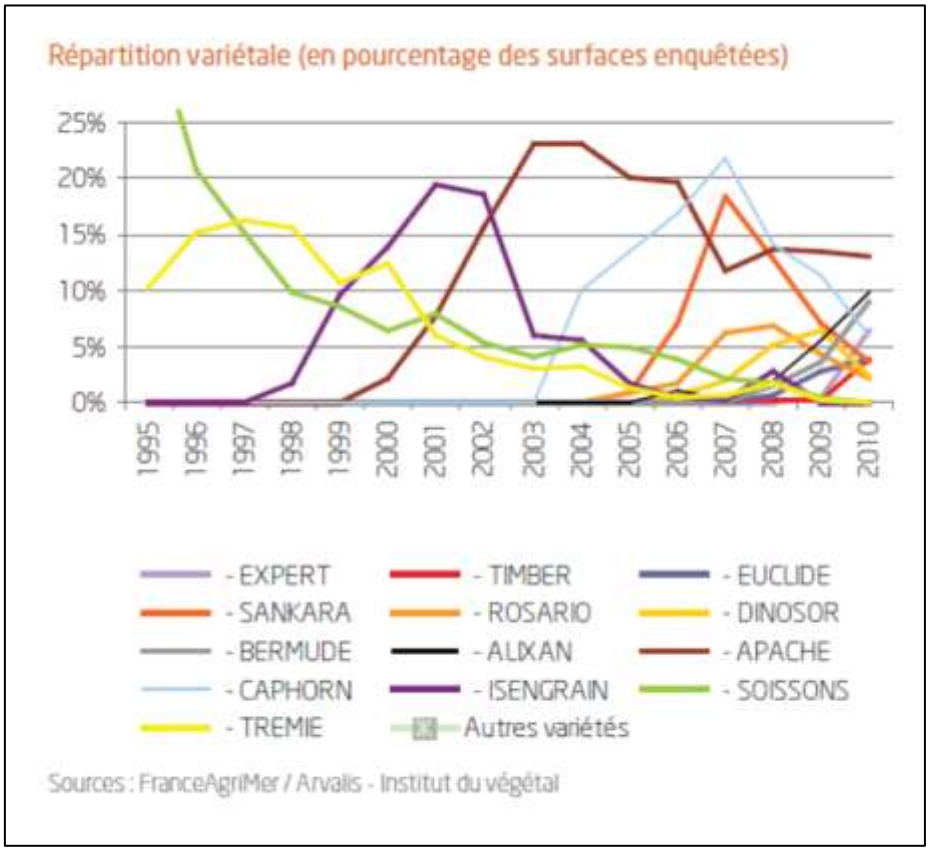


Figure A15 *: Diversité des variétés implantées en blé tendre en région centre (Source : FranceAgriMer, 2012b)*

Depuis 1995, des variétés dites « rustiques » sont disponibles au catalogue. Ces variétés présentent une plus grande résistance aux maladies et à la verse avec des niveaux de productivité comparable aux autres variétés. Ces variétés représentaient, en 2000, à peine 5 % de la sole française de blé. En revanche, ces variétés sont plus utilisées en agriculture biologique, comme Renan, blé améliorant de force inscrit en 1989 qui occupe 23 % des surfaces de blé bio en 2011.

Contrairement au blé, la diversité variétale exploitée pour les autres céréales est plus restreinte. Là encore, c'est le débouché qui pilote le choix variétal.
Pour l'orge, six variétés sur les dix premières sont de qualité brassicole (préférées des malteurs/brasseurs) et couvrent 47 % des surfaces nationales (Figure A16).

70 % de la sole de blé dur est constituée à partir de quatre variétés dont la première représente près de 40 % des surfaces implantées. Parmi ces quatre variétés, trois sont recommandées par les semouliers.

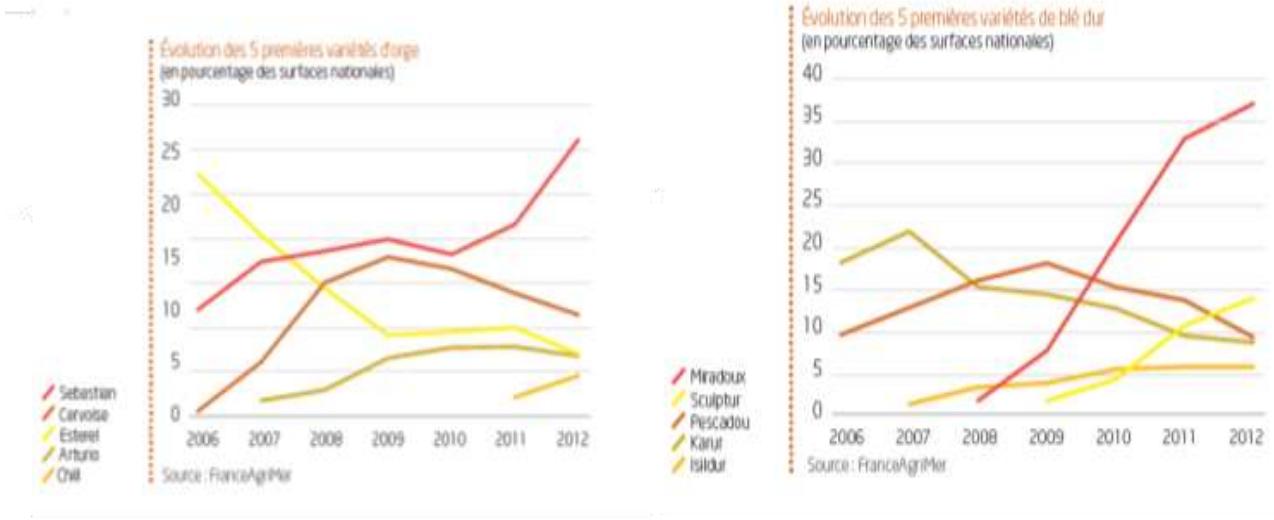


Figure A16 *: Evolution de la diversité des variétés d'orge et de blé dur implantées en France en 2012 (Source : FranceAgriMer, 2012b)*

A2.4 - Un retour fréquent des céréales sur une même parcelle

Le développement continu depuis 20 ans des surfaces implantées en céréales s'est accompagné d'une simplification des rotations, les espèces cultivées étant choisies pour leur rentabilité.

L'indicateur de diversité des assolements calculé à partir des données du recensement agricole 2010 montre une répartition géographique structurée de la diversité des assolements pour les régions productrices de céréales (Figure A17). La diversité des assolements est faible voire très faible dans le sud-ouest et la région Alsace, zones principalement productrices de maïs et en Languedoc-Roussillon, zone de production du blé dur. La diversité des assolements est plus importante dans la zone centre et nord dans laquelle se concentre la majorité de la production de blé et d'orge (Agreste, 2010a).

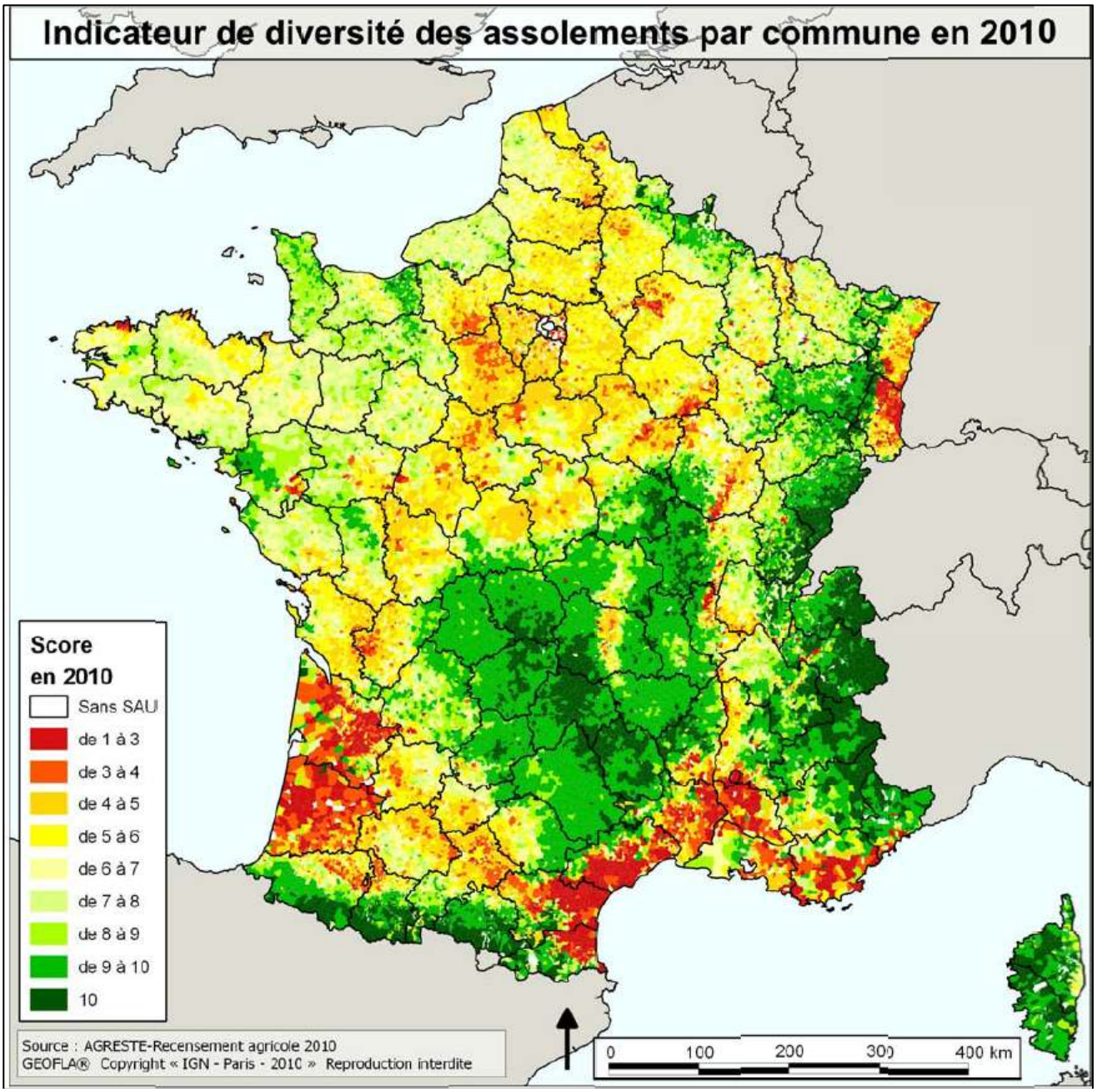


***Figure A17** : Indicateur de diversité de l'assolement en France métropolitaine (Source : Agreste, 2012)*

En ce qui concerne l'ensemble des céréales à pailles, la monoculture[9] est relativement limitée à l'échelle de la France. Elle concernait 2 % des surfaces toutes céréales à paille confondues (Agreste, 2010a).

[9] Parcelles cultivées avec la même culture plus de 5 ans

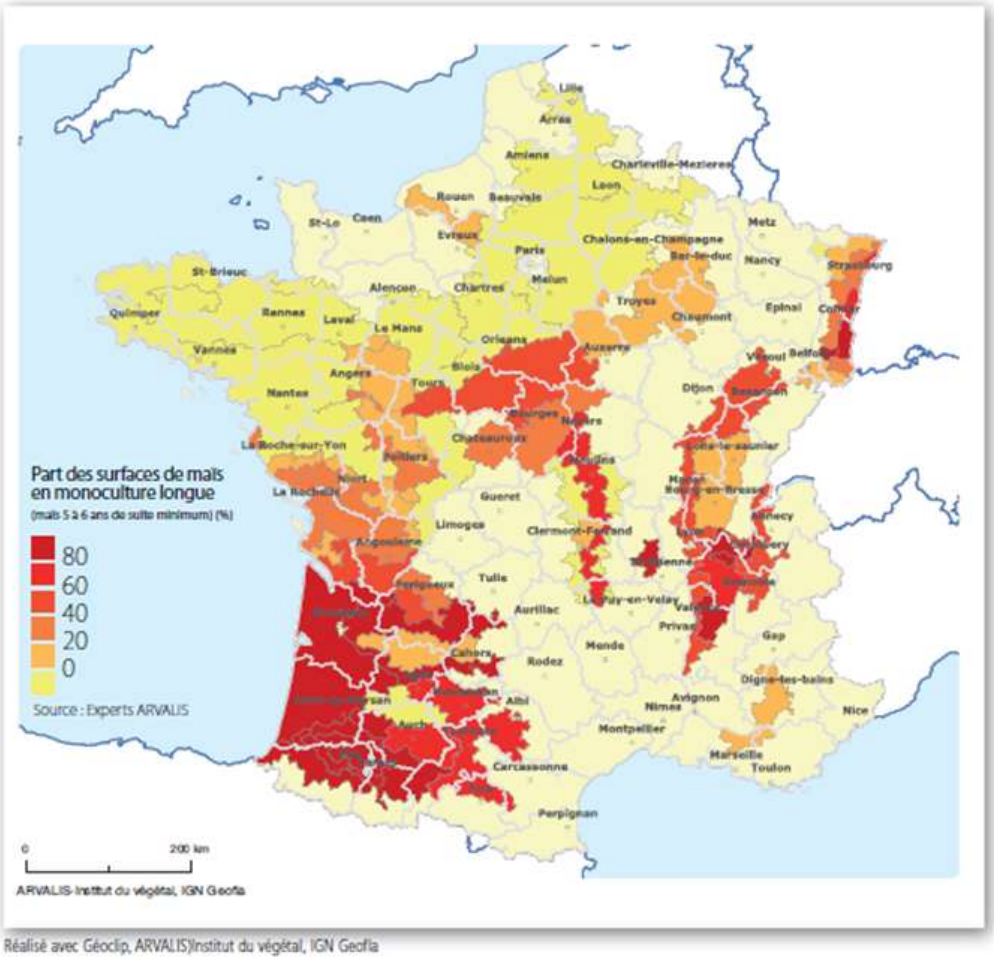


Figure A18 *: Part des surfaces en monoculture de maïs en France métropolitaine (AGPM, 2012)*

La monoculture du maïs est en revanche très présente dans les régions de production de maïs grain (Figure A18). Les surfaces de maïs considérées par les statistiques en monoculture représentent environ 600 000 ha (dont 350 à 400 000 en culture pluviale). Cette succession du maïs par lui-même se retrouve également dans les exploitations d'élevage disposant de peu de terre, en complément des surfaces pâturées (AGPM, 2012). Au total, le quart des surfaces de maïs est en monoculture depuis 2001.

Dans les systèmes de polyculture-élevage et les systèmes d'élevage, lorsque la production de céréales est pilotée par les stratégies d'alimentation du troupeau, les céréales s'insèrent dans des rotations alternant une céréale principale (maïs, blé tendre ou orge), une culture fourragère voir une culture tête de rotation (colza par exemple). Ces céréales peuvent également être cultivées en association avec une légumineuse comme par exemple les associations pois-blé. Dans les régions où le maïs fourrage occupe des surfaces importantes, l'introduction d'autres cultures dans la rotation est presque systématique. Ce sont alors les successions maïs-blé ou blé-maïs qui sont observées.

Dans les systèmes de production céréaliers, les céréales rentrent dans des rotations plus ou moins longues suivant la diversité des cultures qui peuvent être implantées compte tenu des contraintes pédoclimatiques et des filières existantes sur le territoire. Si la diversité des espèces qui peuvent être implantées sur une même parcelle peut parfois être importante, les céréales, et notamment les céréales à paille, sont présentes en général au moins un an sur deux sur la parcelle. Dans les principales régions productrices, Lorraine, Bourgogne, Centre, Picardie et Île-de-France, les successions de plus de trois céréales à paille sur cinq ans touchent plus de 60 % de surface implantée

en céréale à paille (Agreste, 2010 a). Ces céréales à paille rentrent généralement dans des rotations avec des oléagineux ou des plantes sarclées.
La simplification des rotations observée accroit les risques de développement des bio-agresseurs, les mêmes cultures revenant plus fréquemment sur une même parcelle, et accroit également les risques de perte de revenu, celui-ci n'étant porté que par un petit nombre de productions. Cette simplification des rotations s'accompagne généralement d'un recours plus important aux produits phytosanitaires afin de limiter les facteurs de risques (Meynard et *al.,* 2013).

A2.5 - La fertilisation minérale comme source d'azote dans le système de culture

Les fournitures d'azote minéral par le sol étant rarement suffisantes pour répondre aux besoins des plantes, déterminées par des objectifs de productivité et de qualité des récoltes[10], l'agriculteur doit apporter des fertilisants minéraux et/ou organiques pour ajuster l'offre aux besoins.

La structuration régionale des systèmes de production sous l'effet de la structuration des filières a favorisé la séparation des zones d'élevage et de production de grandes cultures. L'utilisation d'azote organique issu des effluents d'élevage s'est donc marginalisée dans les exploitations de grandes cultures de même que l'intégration des légumineuses dans les rotations fréquemment rencontrées dans les systèmes de polyculture-élevage.

L'utilisation d'azote minéral constitue aujourd'hui la base de la gestion de l'azote sur céréales dans les exploitations de grandes cultures. A l'inverse, dans les zones d'élevage, les céréales à paille représentent des surfaces indispensables pour les épandages de fumier.

Le blé tendre représente à lui seul 35 % des quantités d'azote apportées sur les grandes cultures et le maïs 11 %.

Les réformes règlementaires, le développement d'outils de raisonnement de la fertilisation azotée sur de nombreuses cultures (méthode du bilan, Farmstar®, JUBIL®, Azofert®…) et le fractionnement des doses[11] pour limiter les apports aux périodes de faible efficience pour la culture, ont permis de réduire progressivement les doses totales d'azote apportées sur les céréales à paille, le blé en particulier.

En 2001, 62 % des superficies en blé tendre faisaient l'objet d'un ajustement de la fertilisation azotée minérale en cours de campagne. Cette part était d'autant plus grande que la superficie en céréales de l'exploitation était importante : 50 % pour les exploitations de moins de 20 ha de céréales, 71 % pour celles de plus de 150 ha. En 2006, 71 % des superficies en blé faisaient l'objet de trois apports ou plus alors qu'en 1994, cette part n'était que de 26 % (Agreste Primeur, 2012b).

[10] La teneur en azote ou en protéines des récoltes peut être une condition d'accès au marché ou de valeur de la production. Parallèlement à d'autres facteurs comme le choix variétal, le raisonnement de la fertilisation azotée (dose et modalités d'apports) est primordial pour assurer les niveaux de qualité requis par les filières de transformation. Notons que si la plupart des cultures visent des teneurs en azote ou en protéine élevées, d'autres comme l'orge brassicole ont, a contrario, des plafonds de teneurs à ne pas dépasser pour pouvoir correspondre aux critères industriels de transformation ou de valorisation. L'accès à des critères exigés par les marchés peut amener à définir une dose d'azote différente de la dose d'azote technico-économique déterminée sur le seul rendement.

[11] Le fractionnement des apports d'azote répond à un triple objectif : 1) favoriser le prélèvement d'azote aux dépend de l'engrais en privilégiant les périodes de croissance active du couvert ou de sensibilité de la culture à une carence azotée 2) minimiser les risques de pertes d'azote (par voie gazeuse ou par lixiviation) liées à des conditions climatiques défavorables et difficilement prévisibles : excès d'eau, déficit pluviométrique, températures élevées 3) à prélèvement constant d'azote, favoriser pour certaines espèces le transfert vers les organes récoltés (par exemple pour augmenter la teneur en protéines du grain chez les céréales).

A2.6 - Des systèmes céréaliers dépendants des produits phytosanitaires

La simplification des rotations, les objectifs de rendement élevés soutenus par les progrès génétiques et les apports d'azote minéral ont augmenté les problèmes de parasitisme tellurique et rendent difficile la maîtrise des populations d'adventices. L'homogénéisation des assolements accroit dans le même temps les risques de développement des parasites à dissémination aérienne (insectes, maladies cryptogamiques aériennes). Les systèmes en place aujourd'hui ne seraient pas possibles sans les produits phytosanitaires. Ce poids des produits phytosanitaires dans les systèmes de culture céréaliers est d'autant plus important que les cultures céréalières couvrent une grande partie des surfaces agricoles (Butault et *al.*, 2010).

Les données relevées lors des trois campagnes d'enquêtes sur les pratiques agricoles montrent une faible évolution depuis 1994 des indices de fréquence de traitement sur les principales cultures céréalières (Butault et *al.*, 2010).

Des variations interannuelles des indices de fréquence de traitement peuvent exister. Elles concernent principalement les postes insecticides et fongicides qui font l'objet d'ajustement annuels en fonction du niveau de pression. En revanche, l'ensemble des cultures céréalières présente le même niveau d'IFT moyen sur les herbicides, cet IFT restant globalement stable entre année. Cette homogénéité correspond au fait que la maîtrise de l'enherbement reste un facteur problématique dans l'itinéraire technique pour tous les types de cultures et que sa gestion s'effectue à l'échelle pluriannuelle de la succession des cultures (Tableau A1).

***Tableau A1** : Indice de fréquence de traitement tous produits et par poste sur les principales céréales (Source : SCEES, Agreste d'après Butault* et al.*, 2010)*

Espèce	Surface (Ha)	IFT - Tous produits	IFT - Herbicides	IFT - Fongicides	IFT - Insecticides	IFT - Autres produits
Blé tendre	4 794 080	4,0	1,4	1,6	0,3	0,7
Blé dur	452 655	2,6	1,1	1,2	0,2	0,2
Orge	1 669 260	3,2	1,3	1,2	0,2	0,5

Sources : IFT (données SCEES 2006), surfaces (données Agreste 2006)

Espèce	Surface (Ha)	IFT - Tous produits	IFT - Herbicides	IFT - Fongicides	IFT - Insecticides	IFT - Autres produits
MAIS	1 502 719	1.9	1.4	0.0	0.4	0.1

Sources : IFT (données SCEES 2006), surfaces (données Agreste)

A2.7 - Les systèmes de culture biologique qui suivent un même processus de spécialisation

Depuis le milieu des années 1990, on note le développement d'exploitations biologiques céréalières sans élevage. Ces systèmes ont suivi, dans une moindre mesure, le processus d'intensification observé en agriculture conventionnelle notamment grâce à l'utilisation, d'une part, d'effluents issus d'élevage conventionnel (fientes de poules) et, d'autre part, de sous-produits de l'industrie (par exemple les vinasses de betterave) et/ou de déchets verts certifiés. Les rotations sont courtes (4-5 ans), associant dans le temps des cultures de rente (par exemple les pommes de terre ou les betteraves), des céréales mais aussi des légumineuses fourragères bisannuelles (par exemple le trèfle) ou des protéagineux (féverole, pois). Ces dernières permettent d'enrichir le sol en éléments minéraux (azote, phosphore) et de les restituer aux cultures suivantes. Ces systèmes de production ont pour principale difficulté, l'approvisionnement en matières fertilisantes induisant l'achat de matières organiques compostées et/ou d'engrais organiques (farines de plumes, guano…)

généralement coûteux (3 à 4,5 €/kg d'azote). Dans ces systèmes spécialisés autour de cultures rémunératrices, la culture de blé peut ainsi atteindre 60 % de l'assolement (David et *al.,* 2004).

A2.8 - Forces et faiblesses des systèmes céréaliers et de la filière céréales

Le panorama des systèmes de production céréaliers dressé à partir des principales pratiques mises en œuvre indique que ces systèmes sont très spécialisés, avec un niveau de simplification des rotations assez variable entre territoires considérés.

Les systèmes de cultures dans lesquels s'insèrent les céréales sont le résultat de l'évolution des systèmes de production vers des systèmes de production spécialisés, qui ont profité des innovations techniques (fertilisation, sélection des variétés, homologation des pesticides…).

Il existe aujourd'hui une forte interdépendance des acteurs (agriculteurs, conseil, collecte, industries phytosanitaires, etc.), autour d'un modèle basé sur l'usage d'intrants (Ricci, 2010). Aujourd'hui, l'objectif de produire plus ne semble plus faire débat (Verjux, 2011) et il est généralement admis qu'une évolution des modes de production doit être entamée. Cette évolution peut s'appuyer sur un ensemble de forces et d'opportunités des systèmes céréaliers et de la filière céréales dans son ensemble (Trouillier, 2012). Ces informations sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Forces	**Faiblesses**
▪ Potentiel pédoclimatique élevé et diversifié ▪ Des systèmes de cultures performants économiquement ▪ Structuration régionale adaptée aux marchés ▪ Volumes produits élevés ▪ Respect des cahiers des charges des filières ▪ Prix sur les marchés internationaux et nationaux favorables aux céréales ▪ Forte structuration de la filière	▪ Transition lente vers des systèmes pilotés par le risque et la marge ▪ Des structures de stockage adaptées aux gros volumes ▪ Des systèmes dépendants des produits phytosanitaires ▪ Performances environnementales parfois trop faibles ▪ Pression sur le foncier importante ▪ Des systèmes de cultures pilotés par les cahiers des charges qui laissent peu de place à la flexibilité ▪ Exposition forte à la volatilité des prix sur les marchés internationaux. ▪ Dépendance de certaines cultures et certaines filières à l'accès à l'eau (orge de brasserie, blé dur, betterave, légumes, semences…) avec des limitations croissantes.
Opportunités	**Menaces**
▪ Une capacité technique à limiter le recours aux intrants ▪ Valorisation vers les usages non alimentaires	▪ Emergence d'impasses techniques pour la gestion de certains bio-agresseurs (résistances) ▪ Réduction du soutien financier européen ▪ Prix sur les marchés internationaux et nationaux volatils ▪ Forte dépendance aux primes PAC

A3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental

Les systèmes de production céréaliers sont performants économiquement mais leur performance environnementale est fortement remise en question. Les productions céréalières se caractérisent par un impact à la tonne produite plutôt faible, cependant, compte tenu des surfaces concernées, les impacts négatifs de ces systèmes de production (azote et produits phytosanitaires) sont importants (Abecassis, 2011). Il s'agit donc de réduire ces externalités négatives en réduisant les quantités d'intrants apportés.

Quelques-uns des principaux leviers techniques mobilisables pour augmenter la performance environnementale des systèmes céréaliers sont présentés ici. Il ne s'agit en aucun cas d'une liste exhaustive mais d'exemples issus des travaux de l'Inra ou de recommandations d'instituts techniques.

Toutes les cultures ne sont pas renseignées de façon équivalente ; le blé tendre est de loin celle pour laquelle nous disposons des références les plus nombreuses.

Les leviers pour faire évoluer les systèmes de culture céréaliers vers des systèmes doublement performants ne peuvent se penser indépendamment. Il s'agit de repenser l'ensemble de la rotation et des pratiques mises en œuvre sur chaque exploitation. Ces changements supposent de rompre avec le marqueur historique du progrès agricole, la hausse des rendements vue comme une preuve de la performance.

Deux grands types de systèmes de culture dans lesquels une réduction des intrants est opérée sont fréquemment évoqués : les systèmes de culture « raisonnés » et les systèmes de culture « intégrés » (Viaux, 2011).

Les systèmes raisonnés sont basés sur le raisonnement de chaque technique de culture (par exemple la méthode des bilans pour l'azote, l'utilisation des seuils d'intervention ou des modèles de prévision pour les insecticides et les fongicides…). Ces systèmes sont caractérisés par l'utilisation importante d'observations à la parcelle et /ou d'outils d'aide à la décision.

Les systèmes intégrés sont basés sur une approche globale et cherchent à remplacer au maximum les intrants extérieurs à l'exploitation par des processus naturels de contrôle ou de régulation. On cherche à minimiser l'utilisation d'intrants (énergie, produits chimiques) en jouant sur le système de production lui-même pour minimiser, entre autres, les risques parasitaires. Ce système combine un allongement de la rotation (fréquence de retour d'une même culture sur la parcelle plus longue), une diversification des assolements, une utilisation de variétés résistantes et limitation des traitements phytosanitaires.

Les leviers mobilisables au sein de ces systèmes s'adressent aux trois intrants principaux : l'eau, l'azote et les produits phytosanitaires. Pour réduire l'utilisation des intrants, quatre grandes voies sont généralement envisagées :

- Limiter le besoin en intrants en utilisant des variétés résistantes ou valorisant mieux les intrants.
- Utiliser des outils de pilotage des interventions pour ajuster au mieux les apports.
- Valoriser les connaissances agronomiques.
- Substituer les intrants.

Pour chacune des voies envisagées, nous essayerons d'identifier les freins existant et de proposer des leviers mobilisables pour favoriser l'adoption des solutions identifiées.

A3.1 - Limiter le besoin en intrant par l'utilisation de variétés résistantes ou valorisant mieux les intrants

Sur l'ensemble des solutions d'amélioration de l'efficience proposées et identifiées lors d'un précédent travail des Groupes filières de l'Inra, près du tiers s'adressent à la sélection variétale des céréales ou à l'exploration des ressources génétiques disponibles dans les conservatoires.

La voie génétique s'adresse à quatre cultures principales, le blé tendre, le blé dur, le triticale et le maïs.

Les traits génétiques travaillés visent à :

- Réduire les besoins en intrants: en azote en sélectionnant des variétés présentant une meilleure efficience d'utilisation (maïs, blé tendre et blé dur) ; en produits phytosanitaires en sélectionnant des variétés résistantes aux champignons pathogènes ou aux insectes (blé tendre) ; en eau, en identifiant des variétés tolérantes au stress hydrique (maïs, blé tendre) ou des variétés adaptées à des stratégies d'évitement (blé dur adapté aux semis précoces) et en herbicide, en identifiant des variétés compétitives vis-à-vis des adventices. Dans le cas des variétés résistantes aux pathogènes, celles-ci peuvent être utilisées seules ou en association variétale dans le cadre d'une gestion durable des résistances afin d'éviter les effets de sélection des souches pathogènes résistantes.
- Identifier des variétés qui présenteraient une meilleure valorisation par la filière, soit pour favoriser le développement de la culture (cas du triticale) et la limitation des effluents d'élevage (triticale et blé), soit pour répondre à des enjeux de qualité (maïs). Les progrès génétiques identifiés sont déjà pour partie réalisés (blés rustiques par exemple) et les variétés disponibles. Ces progrès génétiques demeurent cependant peu ou mal valorisés. Les travaux de Lamine *et al.* (2010) sur les variétés de blés rustiques ont montré : 1) que lorsqu'elles étaient utilisées, ces variétés n'étaient pas intégrées dans des itinéraires techniques permettant l'expression de leur potentiel génétique et 2) que les freins à leur adoption à l'étape de production ne tenaient pas aux seuls agriculteurs mais aux autres niveaux de la filière, notamment les collecteurs et les transformateurs. En effet, les deux critères dominants pour les opérateurs restent le rendement et la classe de qualité. Pour ce faire, les coopératives cherchent à homogénéiser les variétés cultivées sur leur territoire de collecte pour limiter les problèmes d'allottement.

Il est également possible de mobiliser le levier génétique en associant au sein d'une même parcelle plusieurs variétés. Les mélanges variétaux en céréales à paille sont encore très peu utilisés en France[12]. En effet, la première contrainte est la destination technologique de la récolte. La culture plurivariétale doit rester homogène et il importe qu'une variété ne domine pas les autres. De même, toutes les associations ne sont pas efficaces pour freiner les épidémies. Les facteurs favorables à l'efficacité des associations variétales sont la taille élevée des parcelles, les résistances totales plutôt que les résistances partielles, des plantes de petite taille, c'est-à-dire une unité génotypique faible, une dispersion du parasite sur de grandes distances et un nombre élevé de cycles infectieux du parasite (de Vallavielle-Pope *et al.*, 2008). Enfin, certains pointent le manque de références sur le sujet.

A3.2 - Utiliser des outils de pilotage des interventions pour ajuster au mieux les apports

Les outils d'aide à la décision s'intéressent à la définition d'une stratégie prévisionnelle de conduite des cultures et au pilotage des interventions en cours de culture. Ces outils sont basés sur des modèles prédictifs, associés à des techniques de détection de l'état nutritionnel ou sanitaire du couvert et à des règles de décision agronomiques.

En ce qui concerne l'azote, si la méthode du bilan prévisionnel de l'azote est pratiquée depuis de très nombreuses années, de nombreux outils de pilotage à la parcelle ont été développés au cours de ces vingt

[12] http://www.agroperspectives.fr/post/melanges-varietaux-en-ble-un-levier-interessant

dernières années (Jubil®, N-tester®, Farmstar®, Bande double densité…). Ces outils de pilotage de la fertilisation azotée sont aujourd'hui largement utilisés sur céréales (71 % des moyennes et grandes exploitations utilisant un outil de pilotage de la fertilisation azotée (Agreste Primeur, 2012b).

Des outils de pilotage de l'irrigation ont également été développés. L'objectif de ces outils est d'estimer *ex-ante* les besoins en irrigation compte tenu des assolements (ADEAUPI, SPACSS) ou de concevoir des systèmes de culture moins exigeant en eau (COGITO). Ces outils issus de la recherche sont pour certains aujourd'hui opérationnels, cependant leur utilisation *in situ* n'est pas connue.

Les outils d'aide à la décision s'adressent également à la gestion des produits phytosanitaires. Certains de ces outils sont encore au stade de la recherche, d'autres sont opérationnels et diffusés. Ils s'adressent à l'ensemble des bio-agresseurs des céréales : pour les insectes par exemple Colibri et Aphinet ; pour les adventices : Deci'Herb et pour de nombreux pathogènes (Septo-LIS®). Ils sont développés par les firmes de produits phytosanitaires (Positif® de Bayer par exemple), les instituts techniques (Arvalis Institut du végétal / Septo-LIS® Blé tendre), la recherche (Inra / Colibri, Aphinet, Deci'Herb) ou un collectif d'acteurs et peuvent être diffusés via les chambres d'agricultures (Bulletin de santé du végétal)[13]. Ces outils, lorsqu'ils sont diffusés, ne sont cependant pas directement utilisés par l'agriculteur ; leur utilisation passe généralement par un organisme de conseil.

Ces outils d'aide à la décision relèvent aussi bien de grilles de décision que de modèles agro-climatiques et biologiques, avec dans certains cas, plusieurs outils disponibles pour un même bio-agresseur. Les travaux réalisés dans le cadre du projet Casdar 2009 « Inventaire des outils de Surveillance Biologique du Territoire » ont recensé près de 228 protocoles de surveillance existants sur blé, dont 37 bio-agresseurs suivis dans 16 régions. Ils s'adressent à des échelles géographiques très variables (parcellaire, micro régional, régional ou national).

Si l'efficacité de l'usage des outils de pilotage de la fertilisation azotée a sans aucun doute permis des progrès dans la gestion du fractionnement de l'azote, l'efficacité des outils d'aide à la décision pour réduire les niveaux de traitement vis-à-vis des bio-agresseurs est beaucoup plus mitigée, les indices de fréquence de traitement des céréales évoluant peu (exemple pour le blé en région Centre, Figure A19).

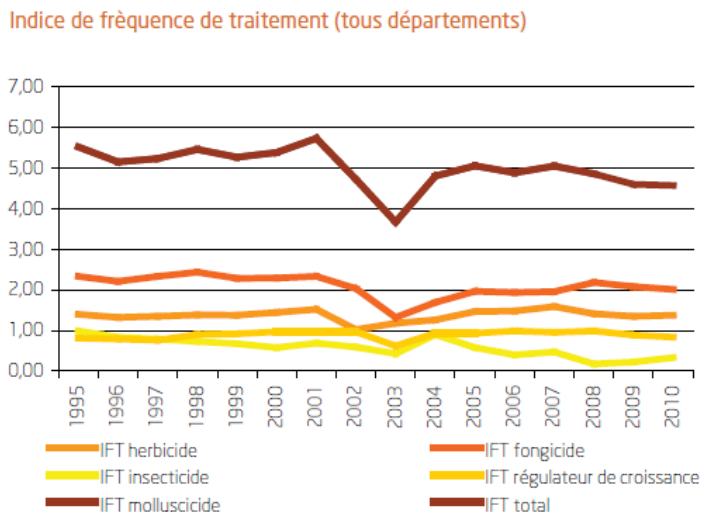


Figure A19 *: Evolution de l'indice de fréquence de traitement pour l'ensemble des départements de la région centre par nature de produits (Source : FranceFranceAgriMer, 2012 b).*

[13] Certains de ces outils ont été développés, d'autres non. Certains ont également été retirés du marché.

Il n'est pas évident de déterminer si ces outils sont peu ou mal utilisés à l'étape de production. Les outils d'aide à la décision développés par les opérateurs ont pour objet d'informer l'agriculteur sur le niveau de risque et la probabilité de valoriser un traitement. Il n'y a pas de garantie apportée quant à la décision de ne pas traiter par exemple. L'ensemble du risque repose alors sur l'agriculteur.

Le potentiel de réduction de l'usage des produits phytosanitaires qui peut être obtenue par amélioration de l'efficience est estimé par les opérateurs à 20 % mais avec une très grande variabilité selon les exploitations et les situations pédoclimatiques, et au prix d'un raisonnement plus complexe (par exemple les règles de modulation intra-parcellaire sont beaucoup plus difficiles) (GIS GCHP2E, 2010).

Les débats qui ont eu lieu lors du colloque « Réduction de l'emploi des pesticides » organisé par la Confédération paysanne et la Fadear en 2010 (Confédération paysanne et Fadear, 2010) mettent en avant deux freins principaux à la réduction des doses et des interventions :

- d'une part un frein psychologique lié à l'appréhension du risque par l'agriculteur de perte de récolte s'il ne traite pas et à la vision « construite » de la parcelle « propre », cette vision s'étant construite sur des critères de qualité des produits définis dans le cadre d'une agriculture assurée d'une phytoprotection chimique radicale (Lamine et *al*., 2010) ;
- d'autre part sur l'adéquation délicate entre taille des exploitations et temps disponible pour l'observation des parcelles, pour un pilotage des interventions dans une logique d'itinéraire technique intégré.

A3.3 - Valoriser les connaissances agronomiques

A3.3.a - Favoriser les successions et les associations légumineuses-céréales

Il est possible de réduire de façon sensible la dépendance des systèmes de production aux intrants (azote et produits phytosanitaires) en agissant sur les successions. Par exemple, deux ou trois années de luzerne permettent une réduction importante des herbicides sur les cultures suivantes (Verjux, 2011). Les successions légumineuses-céréales permettent de réduire les quantités d'azote à apporter sur céréales du fait des reliquats important laissés par les légumineuses dans le sol.

De la même façon, les associations inter-espèces (pois-blé tendre ou blé dur par exemple) permettent de limiter la diffusion de maladies au sein du couvert en associant culture hôte et non hôte et en valorisant la fixation de l'azote par les légumineuses. Ces associations, en plus de réduire les risques associés aux bio-agresseurs permettent également une meilleure valorisation de l'azote par les céréales et des taux de protéines plus élevés pour les blés conduits en association en comparaison des cultures pures (Chan, 2012).

Ces associations d'espèces (pois-blé tendre) sont aujourd'hui pratiquées majoritairement au sein d'exploitations d'élevage ou de polyculture-élevage. Un développement plus large de ce type d'associations se heurte aujourd'hui à différents freins techniques. Ils s'adressent à la gestion des deux espèces au cours du cycle cultural ; au tri à la récolte lorsqu'il s'agit de séparer les productions, notamment lorsque le pois protéagineux est intégré dans des filières « sans gluten », afin de limiter les risques de contaminations par des grains de blé. De la même manière, l'introduction de légumineuses (hors pois protéagineux) dans les successions se heurte à l'absence de débouchés. Cet argument est celui mis le plus fréquemment en avant. Pour les légumineuses, il s'agit pour l'exploitation de trouver, à rentabilité équivalente, une filière de valorisation au sein de sa zone de collecte (Verjux, 2011). Ce problème est également identifié lorsqu'il s'agit de diversifier les cultures présentes dans l'assolement (Meynard et *al.,* 2013). (Voir Partie F).

A3.3.b - S'appuyer sur le travail du sol pour lutter contre les bio-agresseurs et les adventices

Parmi les recommandations visant à réduire l'usage des intrants, la gestion des adventices à travers une modification du travail du sol est préconisée par exemple par les instituts techniques (Arvalis Institut-du-Végétal, 2012). Il s'agit généralement : 1) de réaliser des faux semis sur les céréales d'automne avant implantation, ces faux semis étant rendu possibles par un décalage des dates de semis des céréales d'automne, 2) de réaliser des désherbages mécaniques comme pratiqués en agriculture biologique, cette solution nécessite alors d'augmenter les écartements inter-rangs ou 3) de recourir au labour.

Cette dernière solution au regard du développement des techniques culturales simplifiées[14] et de leur intérêt dans la préservation de la macrofaune du sol et du stockage de la matière organique peut être largement débattue. Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude de l'Ademe sur les techniques culturales sans labour (Schubetzer et *al.,* 2007) ont montré que certaines pratiques (date de semis, fertilisation, insecticides…) évoluaient peu avec le mode de travail du sol. En revanche, les pratiques de désherbage évoluent. Les herbicides non sélectifs et les anti-graminées deviennent un peu plus fréquents dans ces systèmes. Une alternative à ce recours plus élevé aux herbicides consiste alors à augmenter le nombre de déchaumages avant implantation de la culture, pratique qui est n'est pas envisageable aisément sur tous les types de sols.

A3.4 - Substituer les intrants : la lutte biologique en substitution de la lutte chimique

Il s'agit généralement de lutter contre les parasites des céréales via l'utilisation d'auxiliaires de culture introduits dans les parcelles par lâchers. Très peu d'exemples existent en grandes cultures sur céréales. La principale application porte sur la gestion de la pyrale du maïs par des lâchers de trichogrammes et/ou de *Macrocentrus cingulum*.

Si la lutte biologique est aujourd'hui bien adoptée en horticulture, maraîchage et culture sous serre son application en grandes cultures reste encore à travailler. En dépit des travaux effectués et en cours, il n'y a pas - et de loin - d'arme disponible contre chaque insecte impliqué comme ravageur ou vecteur de maladie, et il demeure rare que la lutte biologique élimine les plantes indésirables. Les éventuels effets indésirables de la lutte biologique (sur la faune locale notamment) sont également à examiner avec grand soin (Malausa, 1999).

A3.5 - Développer les conduites à bas niveau d'intrants ou intégrés

Il s'agit ici de combiner au sein d'un même itinéraire technique l'ensemble des solutions préconisées précédemment : valoriser le potentiel génétique et s'appuyer sur les outils d'aide à la décision. Les itinéraires à bas niveau d'intrant sont principalement mis en œuvre sur le blé tendre mais existent également pour l'orge, le maïs ou le triticale en Picardie par exemple (Mischler et *al.,* 2002).

Ces itinéraires techniques sont basés sur un retard du semis, une réduction de la densité de semis et des apports précoces d'azote. Ces choix techniques réduisent le rendement mais aussi les risques et, de fait, autorisent une réduction forte du nombre de traitements.

Ces solutions sont mises en œuvre chez certains agriculteurs mais leur diffusion est cependant limitée par le prix élevé des céréales qui n'incite pas à une réduction du niveau de production bien que la marge brute dégagée par ces itinéraires techniques soit importante.
Parmi les freins identifiés à l'adoption de ces itinéraires techniques, la perception du risque associé à un faible niveau d'intrants est mise en avant, notamment le risque d'irrégularité du rendement. Une autre limite, organisationnelle celle-ci, porte sur la concurrence entre chantiers à l'automne et au risque de mauvaise implantation dans les sols argilo-sableux en conditions humides (Mischler et *al.,* 2002).
D'autres solutions peuvent être trouvées intégrant les cultures intermédiaires, les périodes de semis ou le paysage et permettant de réviser les itinéraires de protection sans modifications drastiques des rotations. Face

[14] Un peu moins de 43,6 % des surfaces en blé tendre étaient implantées sans labour en 2006 (min : 13,3 % - max : 77 %) (source : Enquêtes Pratiques Culturales 2006, Agreste).

à la fluctuation peu prévisible des prix des produits agricoles, un agriculteur pourra hésiter à se lancer dans un itinéraire à bas niveau d'intrants sur blé tendre qui s'accompagne d'une réduction de 10 % du rendement. Même avec des intrants très chers, leur moindre utilisation ne permet pas toujours de compenser la perte de chiffre d'affaires liée à la réduction du rendement (Verjux, 2011).

Pour une bonne part, les leviers mobilisables à l'échelle de l'itinéraire technique et du système de culture se heurtent à l'appréhension du risque de l'agriculteur, à l'appréhension des conseillers vis-à-vis des systèmes à bas niveau d'intrants et au construit de la filière, c'est-à-dire à l'interdépendance entre modes de production, critères de qualité des productions et structuration des marchés (voir Partie F).

Les travaux réalisés dans le cadre du programme EcoPhyto 2018 ont permis de montrer que ces systèmes de culture étaient performants pour réduire le recours aux pesticides sur les cultures testées par rapport au modèle de référence. Ils entrainent une réduction du niveau de production tout en maintenant les marges brutes sur chacune des cultures. L'évaluation de ces systèmes reste cependant « sur le papier ». L'analyse d'un réseau de fermes pilotes en Picardie montre qu'une transition vers des systèmes de culture intégrés est possible mais que peu d'évolutions se font sur le volet herbicide du fait de l'impossibilité matérielle de réaliser l'ensemble des faux semis prévus, de problèmes de calendrier de travail ou d'une incompatibilité du système intégré dans son ensemble avec les stratégies développées à l'échelle de l'exploitation (Bertrand et Doré, 2008).

B - Oléagineux

B1 - Eléments généraux de contexte

B1.1 - Structuration de la filière et les oléagineux en quelques chiffres

B1.1.a - Les acteurs de la filière

Depuis plus de vingt ans maintenant la filière oléagineuse s'est organisée sous un même dispositif collectif nommé Proléa. Cet outil de « structuration » réunit et fait entendre d'une même voix les différents acteurs de la filière ; il regroupe ainsi cinq organismes complémentaires :

- La Fop, Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux, clé de voûte de la filière. Créée en 1990, elle est née de la fusion de l'Association Générale des Producteurs de Plantes Riches en Protéines (AFPP) et de l'Association Générale des Producteurs d'Oléagineux (AGPO). La Fop représente 100 000 producteurs français d'oléagineux et de protéagineux.
- Deux interprofessions :
  - ✓ L'Onidol (Organisation Nationale Interprofessionnelle des Graines et Fruits Oléagineux), pour les oléagineux ; créé en 1978, l'Onidol regroupe les principales associations et fédérations professionnelles concernées par la production, la commercialisation et l'utilisation des oléagineux.
  - ✓ L'Unip (Union Nationale Interprofessionnelle des plantes riches en Protéines) pour les protéagineux. Créé en 1976, l'Unip est un organisme interprofessionnel qui rassemble tous les partenaires de la filière des plantes riches en protéines. Il assure également un rôle d'institut technique.
- Deux centres techniques : l'Unip mentionné plus haut et le Cetiom pour les oléagineux. Créé en 1957, le Cetiom (Centre technique interprofessionnel des oléagineux et du chanvre) est l'organisme technique de recherche et de développement au service des productions oléagineuses françaises.
- Un établissement financier : Sofiprotéol. Créé en 1983 à l'initiative du monde agricole, Sofiprotéol est l'acteur financier et industriel de la filière française des huiles et protéines végétales.

Comme nous le verrons plus bas, la filière oléagineuse se situe bien plus que toutes les autres filières de grandes cultures à la charnière entre la production de produits alimentaires et industriels. Cela a pour

conséquence de devoir d'une part, gérer des demandes d'innovation sur les débouchés des huiles, à la fois dans le domaine de la santé (huile riche en oméga 3), de l'énergie (Diester) et de la chimie verte et d'autre part de concilier des exigences environnementales croissantes sur la production. La filière se caractérise également par une spécialisation grandissante autour du colza et du tournesol ; en effet, le marché du lin oléagineux est très fluctuant mais très faible.

B1.1.b - Une production en constante augmentation dominée par deux cultures : colza et tournesol

La production d'huile en France est portée principalement par le colza d'hiver (le colza de printemps n'occupant plus qu'à peine un millier d'hectares) et le tournesol puis loin derrière par le lin et dans une moindre mesure le soja. Alors que dans le monde la part de la production de graines d'oléagineux est dominée par le soja (Tableau B1), en France, la production d'huile de soja est très faible mais stable ; compte tenu qu'il appartient à la famille biologique des légumineuses, nous n'en parlerons pas dans ce travail.

Entre 1973 et 1990, la sole oléagineuse française a plus que quintuplé, atteignant presque 2 millions d'hectares. Mais la sensibilité de la filière aux politiques agricoles communes se fait sentir avec la baisse des surfaces après la réforme de 1992 (700 000 hectares de colza en 1992), cette baisse affectant davantage le tournesol.

***Tableau B1** : Part des différentes espèces dans la production mondiale de graines oléagineuses et d'huiles oléagineuses, tous usages confondus. 2009/2010 (Source : Proléa)*

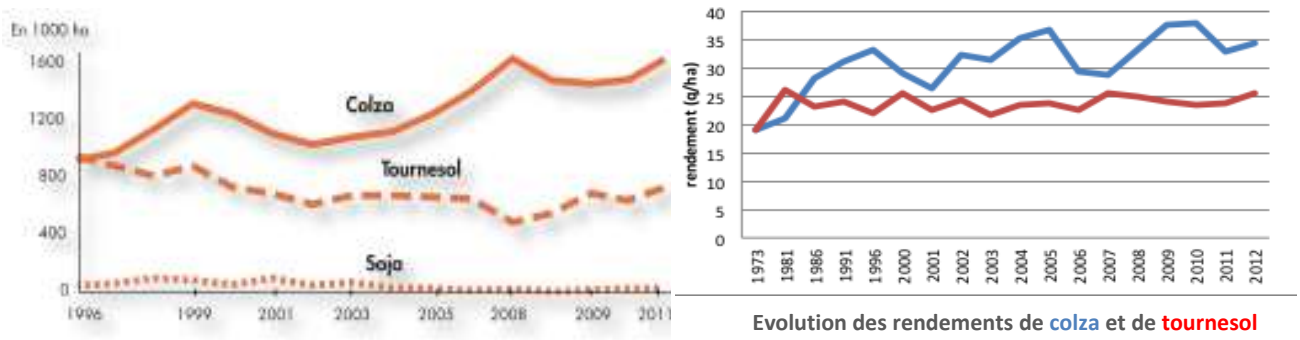
Graines oléagineuses	Soja	Colza	Coton	Tournesol	Arachide	Autres
% de la production mondiale	59 %	14 %	9 %	7 %	5 %	6 %

Huile oléagineuse	Palme	Soja	Colza	Tournesol	Arachide	Coton	Olive	Autres
% de la production mondiale	32 %	26 %	15 %	9 %	5 %	3 %	2 %	10 %

Mais très vite les surfaces repartent à la hausse et se maintiennent entre 1,4 et 1,6 millions d'hectares depuis 2004 (1,6 millions d'hectares de colza et 682 000 ha pour le tournesol en 2012 ; Figure B1). On peut aussi noter la progression de la production depuis 2005 grâce au développement des cultures non alimentaires. En revanche concernant le tournesol, les surfaces s'érodent doucement depuis 1995 malgré un récent sursaut depuis 2009 (723 000 ha en 2009). Le lin se maintient autour de 10 000 ha depuis 2009. Pour le colza et le tournesol, la progression en rendement a été très importante entre les années 70 et le milieu des années 90 faisant passer les rendements de 19 q/ha à 37 q/ha en colza ou de 12 à 22 q/ha en tournesol. Néanmoins, le nombre croissant de facteurs limitants biotiques et abiotiques sur le colza (culture d'hiver à cycle long, retour fréquent…) rend les récoltes parfois aléatoires et pour des raisons encore difficiles à hiérarchiser (optimum génétique atteint, systèmes de culture simplifiés, changement climatique), les rendements en colza ne semblent plus progresser (Figure B2) depuis 2005 et fluctuer énormément au gré des aléas climatiques comme en 2006 et 2007 (printemps et été humides) et 2011 (hiver très rigoureux).

Concernant le tournesol, les surfaces se stabilisent depuis 3 ans (autour de 700 000 ha) notamment parce que depuis 20 ans les rendements moyens ont peu progressé, la culture se concentrant dans le Sud-Ouest et l'Ouest-Atlantique, régions à déficits structurels en eau. Grace aux surfaces de colza, fortes et en augmentation, la France produit ainsi un volume croissant de graines d'oléagineux, atteignant les 7,3 millions de tonnes de graines et les 2,3 millions de tonnes d'huile en 2011. Elle se situe dans les premiers rangs au niveau européen.

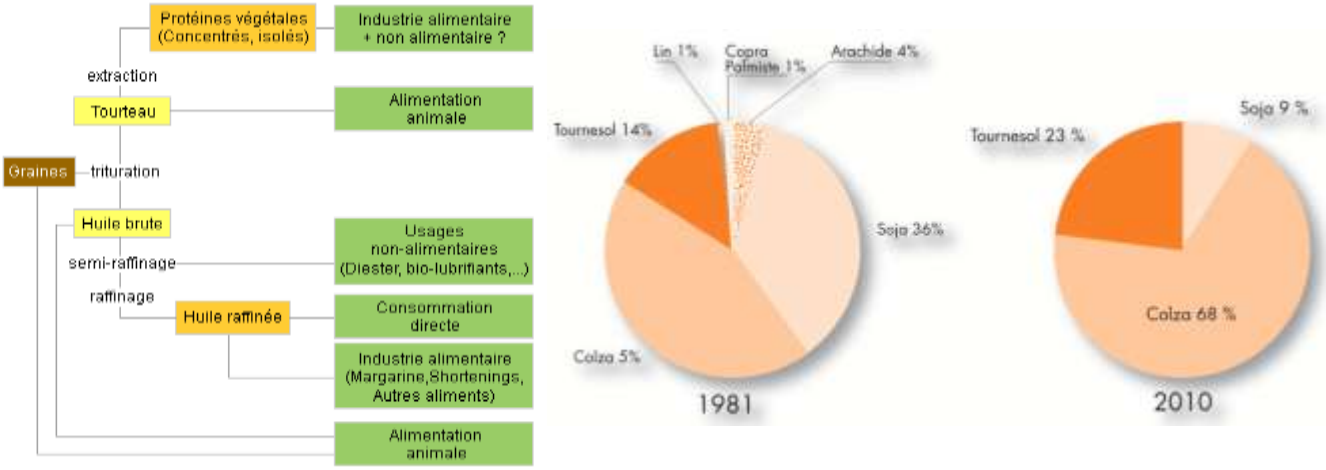
▶ Bilan : La production d'oléagineux en 2011 couvre 2,3 millions d'hectares et atteint 7,3 millions de graines et 2,3 millions de tonnes d'huile.



Figures B1 et B2 *: Evolution des surfaces (à gauche) et des rendements (à droite) de graines oléagineuses en France ; Source : Statistiques des oléagineux et protéagineux, huiles et protéines végétales, Proléa 2010-2011, FranceAgriMer, 2012 : Marchés des protéagineux, octobre 2012.*

B1.1.c - Les débouchés de la production de graines

Comme décrit dans la Figure B3, les débouchés des graines produites sont multiples : des huiles plus ou moins raffinées qui pourront servir soit à des utilisations alimentaires, soit à des utilisations industrielles et des tourteaux, coproduits de la trituration, qui pourront alors servir à l'alimentation animale. La répartition des débouchés alimentaires et industriels de cette filière ont énormément évolué ces vingt dernières années avec une progression nette des débouchés industriels liés à l'émergence de la chimie verte et la montée de la demande en biocarburants. Tirée par une demande mondiale en huiles très soutenue, une production française en plein essor, la trituration française est en augmentation depuis 1992, soutenue par un tissu industriel réparti dans plusieurs zones de production soit de colza soit de tournesol. En effet, la trituration est principalement réalisée dans des unités industrielles «écrasant» chacune plusieurs centaines de milliers de tonnes par an et appartenant pour la plupart à de grands groupes internationaux. Au fil des années, que ce soit pour leurs besoins intérieurs ou pour gagner en compétitivité sur les marchés mondiaux de l'huile et dans une moindre mesure des tourteaux, les grands pays producteurs européens se sont équipés d'installations de trituration. Alors que le lin, l'arachide et le soja venaient gonfler les volumes de graines à triturer dans les années 80, aujourd'hui, la France ne triture plus que des graines de colza, tournesol et soja. Le colza représentait près de 70 % de la trituration, le tournesol 20 % et le soja 6 % en 2008. La part du colza progresse nettement, puisqu'elle est passée de 40 % en 1999 à 70 % en 2007, en raison du développement des biocarburants (Figure B4).



Figures B3 et B4 *: Diversité des formes de valorisation des graines d'oléagineux (à gauche) et comparaison de la nature des graines triturées en France en 1981 et 2010 (à droite) ; Source : Statistiques des oléagineux et protéagineux, huiles et protéines végétales, Proléa 2010-2011, FranceAgriMer, 2012 : Marchés des protéagineux, octobre 2012.*

B1.1.d - Débouchés alimentaires

Les huiles, valorisation principale des graines de colza et de tournesol (plus de 80 % de la valeur graine), jouent un rôle nutritionnel fondamental dans l'alimentation humaine, comme apport essentiel d'énergie et d'acides gras dans la ration quotidienne alimentaire. Alors que l'huile de tournesol est presque partout exclusivement utilisée pour l'alimentation humaine (huile pour assaisonnement ou fritures et margarine, huile la plus utilisée en France), l'huile de colza est fortement utilisée pour la production de biodiesel. L'huile de tournesol bénéficie globalement d'une image très positive, et, au niveau des consommateurs de l'EU-27 d'un atout complémentaire en tant qu'huile issue d'une culture non OGM. L'UE-27 avec 3,3 Mt en 2010 (26 % du total mondial) et la Russie avec 2,3 Mt sont de loin les principaux consommateurs d'huile de tournesol, suivis de l'Inde (7 % du total).

Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) proposent actuellement un apport lipidique de l'ordre de 70 à 80 g/j, contenant 10 g/j d'acide linoléique et 2 g/j d'acide linolénique, donc un rapport proche de 5 entre ces deux acides gras essentiels. Pour combler la différence entre ces deux valeurs, il est conseillé de limiter la part des acides gras saturés à 8 % de l'apport énergétique total et de privilégier les acides gras mono-insaturés. Or, les acides gras essentiels contenus dans les huiles de colza et de tournesol, sont des acides alpha-linoléniques (Omega 3) et acide linoléique (Oméga 6). Ces acides gras essentiels et plus particulièrement leur équilibre sont reconnus comme ayant des propriétés de prévention vis-à-vis des risques cardio-vasculaires, de prévention de l'obésité et du cancer et comme des éléments constitutifs importants dans l'élaboration et le maintien des cellules nerveuses (Bourre, 1996 ; Massiera et *al.,* 2010) insistent tout particulièrement sur l'équilibre des acides gras dans la prévention contre l'obésité et sa transmission transgénérationnelle : L'abus d'oméga 6 et le déficit en oméga 3 favorisent l'obésité de génération en génération. Un excès chronique d'acide linoléique ou oméga 6 couplé à un déficit en acide alpha-linolénique ou oméga 3 dans l'alimentation favorise une augmentation transgénérationnelle de l'obésité. Au cours de ces quarante dernières années, l'obésité a régulièrement augmenté avec les générations dans les sociétés occidentales. Lors de cette même période, l'alimentation des pays industrialisés est marquée par une augmentation quantitative des calories ingérées et un déséquilibre entre ces acides gras essentiels : en effet, la quantité d'oméga 6 ingérée durant ces quatre dernières décennies a considérablement augmenté (+ 250 %) tandis que celle d'oméga 3 a baissé de 40 %, déséquilibrant ainsi le rapport oméga 6/oméga 3 par rapport aux apports recommandés. En effet, l'ANSES préconise un rapport de 5 omégas 6 pour 1 oméga 3, or nous consommons 15 omégas 6 pour 1 oméga 3. Aux Etats-Unis le rapport peut même atteindre 40 omégas 6 pour 1 oméga 3.

Les différentes propriétés de ces acides gras, aussi bien concernant les bénéfices pour la santé que pour la chimie verte ont conduit la filière semences vers la sélection de variétés spécifiques pour des usages alimentaire ou industriels.

B1.1.e - Débouchés Industriels

Les huiles végétales de colza et de tournesol oléique peuvent être transformées en biocarburant par transestérification. L'ester méthylique d'huile végétale obtenu, le Diester® (marque déposé par Sofiprotéol), qui représente 80 % des biocarburants produits en France, est incorporé au gazole. L'utilisation du biodiesel de colza, d'origine renouvelable, permet de diminuer de 60 % les émissions de gaz à effet de serre par rapport à la consommation d'un gazole conventionnel. Cette réduction atteint 73 % pour le biodiesel issu du tournesol. L'objectif d'incorporation de biocarburants dans les carburants d'origine fossile de 7 % en 2010 est de 10 % en 2020, imposant alors une stratégie de développement de surfaces d'oléagineux grandissante pour les années à venir. Cependant le tournesol n'est pas utilisé aujourd'hui pour la production de biodiesel.

Les autres débouchés des huiles végétales et leurs dérivés sont multiples et constituent des innovations en matière de chimie verte ; leurs propriétés solvantes, hydrauliques, lubrifiantes, émollientes ou tensioactives, leurs confèrent un intérêt grandissant pour remplacer les produits dérivés du pétrole, car ils sont moins toxiques et parfois biodégradables. En général, les huiles végétales ne sont pas utilisées en l'état. Elles doivent subir des transformations avant d'entrer dans des applications non alimentaires : esters méthyliques, alcools et acides gras. On peut alors les retrouver dans les produits de

grande consommation (savons, crèmes, rouge à lèvre, mousse à raser, produits d'entretien) ou industriels (encres d'imprimerie, fluides hydrauliques ou lubrifiants). L'huile de colza érucique, impropre à la consommation humaine, est appréciée pour de nombreuses applications dans le secteur des détergents, des lubrifiants, des fluidifiants, des plastifiants, de la cosmétique. L'huile de tournesol « high oleic », dont la France est le leader (54 % des surfaces en tournesol sont des variétés oléiques, loin devant l'Espagne à 31 %) a permis de développer des débouchés industriels, qui semblent avoir « boosté » l'augmentation timide des surfaces de tournesol en France depuis 2009.

B1.1.f - Tourteaux, coproduits pour l'alimentation animale

Les graines de colza et tournesol contiennent entre 30 et 40 % de protéines dans leurs graines. Ainsi, les coproduits de l'extraction d'huile ont un débouché naturel vers l'alimentation animale (Figure B5). L'Union Européenne produit aux alentours de 21 millions de tonnes de tourteaux d'oléagineux (soja, colza et tournesol représentent 94 % des tourteaux) ; la France produit 1.2 millions de tonnes de tourteaux de colza. Pour les besoins de son élevage, la France est le premier consommateur de tourteaux de l'Union européenne, devant l'Allemagne, l'Espagne puis les Pays-Bas. Mais la production française ne couvre que 26 % des besoins, obligeant la France à importer une quantité importante de tourteaux.

Après extraction de l'huile des graines de colza et de tournesol, il reste 10 à 12 % d'huile; avec l'aide d'un solvant, on peut retomber à 1 à 2 % d'huile résiduelle et 10% d'humidité. Les tourteaux des deux types d'oléagineux sont largement utilisés dans les rations animales des bovins (jusqu'à 40 %) des poulets de chair (15 %) et des porcs charcutiers (20 %) ; le tourteau de tournesol contrairement au tourteau de colza, ne contient pas de facteurs antinutritionnels ; il est largement utilisé en alimentation animale, en particulier pour les bovins viande. Son incorporation dans les rations est cependant limitée par sa faible teneur en lysine et sa teneur élevée en cellulose. Moins de 10 % de la production est utilisée en graines entières (tournesol de bouche, oisellerie).

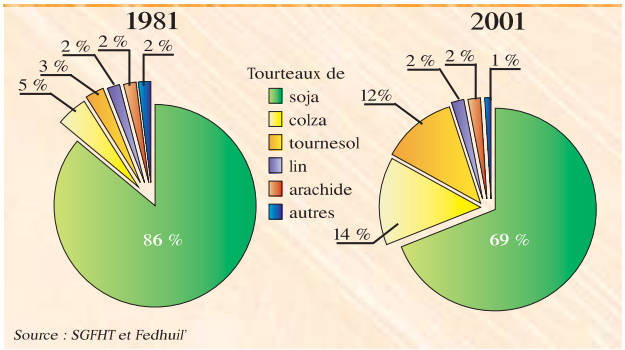


Figure B5 *: Evolution de la nature des tourteaux consommés en France en 1981 et 2001 ; Statistiques des oléagineux et protéagineux, huiles et protéines végétales, Proléa 2010-2011.*

B1.1.g - Focus sur une production d'oléagineux marginale mais prometteuse : le lin

La dominance des colzas et tournesols dans la filière, reflet de la spécialisation des systèmes de cultures métropolitains, ont rendu la production d'autres espèces d'oléagineux difficile (manque de références, de débouchés). Pourtant il faut se rappeler que le colza était une culture de diversification dans les années 80, après avoir subi dans les années 1970 la crise de l'acide érucique, qui fit chuter les surfaces et qui a conduit toute la sélection variétale européenne vers la création de variétés double zéro érucique. C'est la preuve qu'une culture mineure, soutenue par une filière organisée peut se développer. Le lin oléagineux, repris dans l'étude Diversification de l'Inra (Meynard et *al.,* 2013), est un exemple sur lequel on peut justement s'attarder. Le lin oléagineux existe autant en type hiver que printemps, les deux étant équitablement répartis. C'est une culture de diversification bon précédent céréales, peu exigeante en azote, adaptée à des semis sans labour en automne, et dont les ravageurs et maladies sont peu problématiques. Seul le désherbage semble soutenu, compte tenu du faible pouvoir couvrant de la culture. Son bilan environnemental est donc bien supérieur à celui du colza. Mais comme beaucoup des

cultures de diversification, ces surfaces sont instables et faibles comparées aux autres oléagineux dominants : sa production oscille depuis les années 1990 entre 5 000 ha et 40 000 ha.

L'émergence de débouchés industriels (bâtiments et industries chimiques) explique ces brusques augmentations de surfaces dans les années 90, puis le développement d'un nouveau marché à destination de l'alimentation animale a permis d'observer une nouvelle augmentation des surfaces à la fin des années 2000, contrebalançant en partie la forte concurrence des cultures dominantes. Ce renouveau s'est appuyé sur une filière qualité reposant sur l'utilisation de graines de lin thermo-extrudées dans les rations animales. Les surfaces, retombées à 6 000 ha au début des années 2000, remontent par à coups pour atteindre 15 000 ha en 2010, concentrés dans l'ouest de la France. Ce marché est donc aujourd'hui soutenu grâce à l'émergence d'une filière de produits animaux à forte teneur en oméga 3 (viande, lait, œuf), les filières sous label Bleu-Blanc-Cœur (BBC), créées en 2000. La commercialisation de ces produits repose sur les propriétés nutritionnelles des graines : des aliments pour animaux d'élevage riches en omega 3, ce qui assure en retour à l'alimentation humaine un meilleur équilibre en acide gras polyinsaturés linoléiques. Le prix de vente de ces produits, supérieur à celui d'un produit standard, permet de financer le fonctionnement de la filière, et notamment le respect des cahiers des charges (Meynard et *al.,* 2013).

B1.2 - L'évolution récente et les défis pour la filière oléagineuse

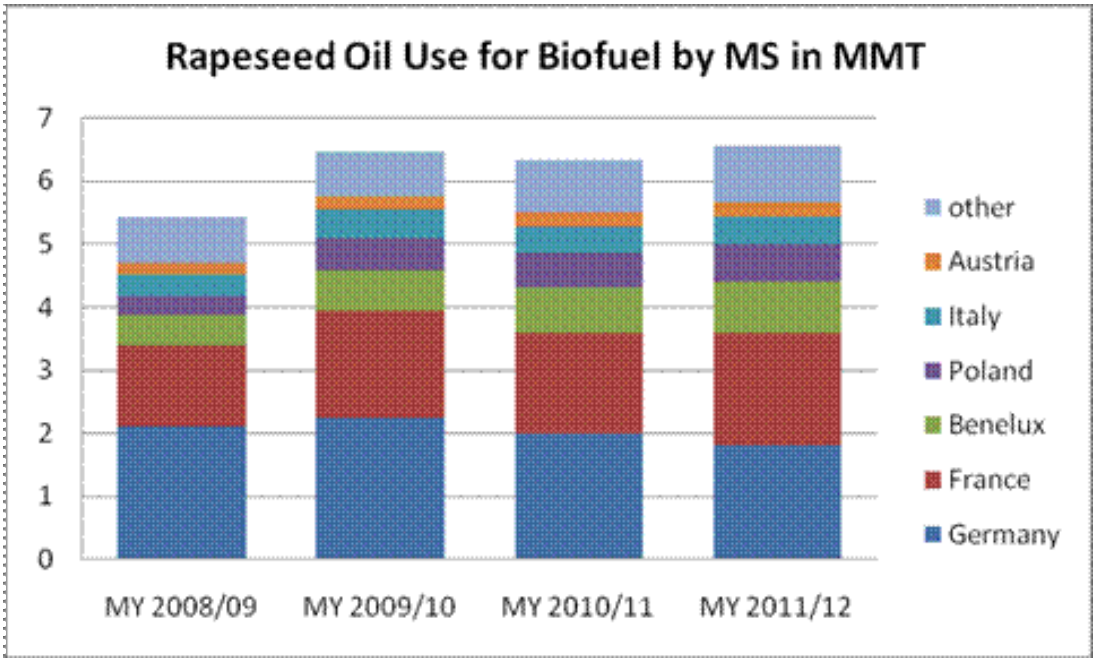
Comme sous-entendu dans les pages précédentes, les évolutions récentes se caractérisent par une demande en diester forte et une part grandissante des débouchés industriels liés à la chimie végétale (autant pour le colza que pour le tournesol oléique), alors que dans un même temps, les besoins en huile de tournesol restent soutenus et ceux en tourteaux de colza ou de tournesol ne sont pas couverts par la production française. Cette demande soutenue est probablement en partie responsable de l'augmentation des prix de vente des graines d'oléagineux (Figure B6).

B1.2.a - Poursuivre le bio-diesel

En France en 2005, 300 000 ha d'oléagineux (dont 90 % en colza) ont été utilisé pour la production de diester, en 2010, c'est 565 000 ha. Les prévisions de la filière en 2005 pour 2007 se situaient déjà à 1 million d'hectares nécessaires pour assurer la production de bio-diesel. Ce sont les chiffres européens qui permettent de comprendre combien cette utilisation industrielle est un moteur puissant pour la filière. Depuis 2009, 71 % de l'huile produite en Europe (27 pays) est employée pour des utilisations industrielles (soit par exemple en 2011, 6.940 millions de tonnes d'huile sur 9,738 millions de tonnes produites) et sur ces 71 %, 91 % (soit 6,3 millions de tonnes -Figure B7) sont destinés au biodiesel.

Cette tendance lourde ne va sûrement pas diminuer, malgré l'émergence de biocarburant de deuxième génération, car la filière estime que sur les 2.5 millions d'hectares d'oléagineux produits (colza et tournesol), 500 000 ha seront nécessaires pour satisfaire les besoins en huiles alimentaires et 2 millions pour l'énergie et la chimie verte (Source Proléa). Par conséquent, la filière s'organise pour assumer la trituration et la transformation de graines pour le biodiesel (Figure B8) : il est prévu le le déploiement de 6 nouveaux sites de production de bio-diesel depuis 2005.

Figure B6 *: Evolution des prix de vente des graines d'oléagineux entre 2003 et 2010 €/t ; Source : Jouffret* et al. *(2011)*



Source: FAS EU-27

Figure B7 *: Evolution du tonnage en millions de tonnes d'huile de colza destiné au bio-diesel dans les principaux pays producteurs de colza (Source : FAS EU 27, d'après Krautgartner, 2011)*

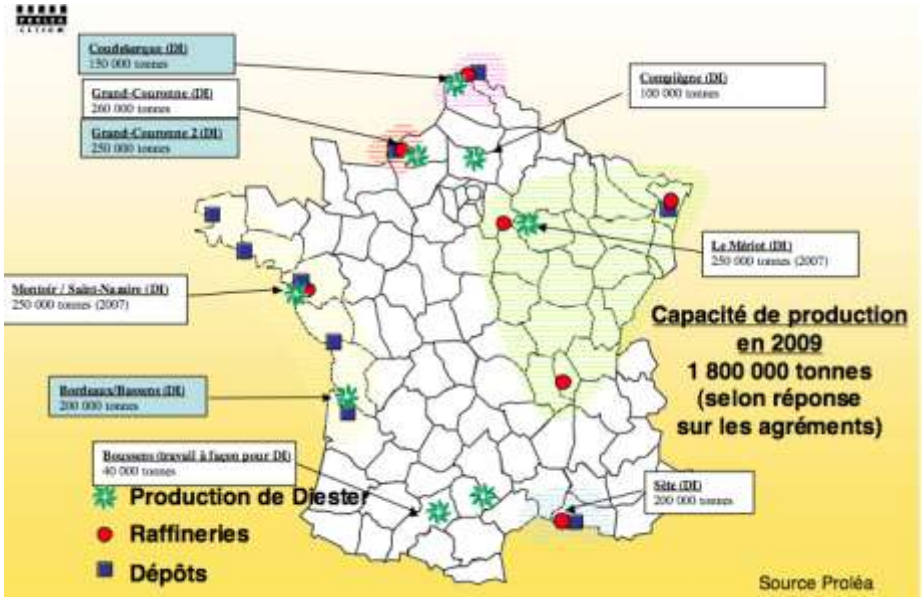


Figure B8 *: Répartition des nouveaux sites de triturations et de la production de biodisel ; Source : Proléa*

B1.2.b - Promouvoir la chimie verte, segment prometteur

Le principal atout de la France est de regrouper une position forte à la fois en agriculture et en chimie, puisqu'elle est le deuxième acteur européen de la chimie. L'ambition de toute une filière est de prendre le leadership du marché de la chimie végétale, poussée aussi par des objectifs du Grenelle de l'Environnement très ambitieux. Le segment le plus prometteur est la chimie fine et de spécialités dont la valeur ajoutée permet de financer les innovations nécessaires. Il s'agit des surfactants, tensio-actifs et cosmétiques mais surtout :

- Des solvants pour les encres et peintures, des adhésifs et colles :
  - ✓ par exemple, les encres d'imprimerie peuvent être remplacées par des encres vertes à base d'esters d'huiles végétales comme le soja, le colza et le tournesol. Outre l'avantage écologique, ces encres « vertes » permettent d'obtenir des couleurs plus vives et des journaux moins salissants (grâce à une meilleure résistance aux frottements)
  - ✓ par exemple, dans le bitume « vert » des esters d'huile de tournesol remplacent les hydrocarbures pour fluidifier le bitume au moment de son épandage sur la route. Ce fluxant à base de tournesol ne s'évapore pas au moment du refroidissement ce qui réduit l'émission de vapeurs toxiques mais aussi les nuisances dues aux odeurs.
- Des lubrifiants : avec un potentiel de production de 200 000 tonnes par an d'ici 2015 et dans un contexte réglementaire favorable (Loi Grenelle 2), les biolubrifiants, produits biodégradables et non écotoxiques, représentent un nouveau débouché pour les graines oléagineuses. Moins inflammables et ne causant pas d'irritations cutanées contrairement à certaines huiles minérales, les biolubrifiants issus des huiles végétales permettent d'économiser plus de 50 % de gaz à effet de serre par rapport à leur équivalent pétrole (selon l'Ademe).

B1.2.c - Rechercher la durabilité de la filière oléagineuse

Parallèlement à l'émergence de ces nouveaux débouchés, l'ensemble de la filière s'engage dans la recherche de durabilité des systèmes de productions, tout particulièrement vis-à-vis de la consommation d'énergie pour produire des agro-carburants... Pour cela, l'objectif premier reste l'amélioration du bilan énergétique, via l'amélioration de l'utilisation de la fertilisation azotée, compte tenu de la part importante du poste azote dans le bilan énergétique. Soutenues par des demandes réglementaires européennes françaises (Grenelle de l'Environnement) sur les gaz à effets de serre, la pollution des eaux, des initiatives comme la démarche de progrès biodiesel ont été mises en place : celle-ci se caractérise par la signature, en 2007, d'un accord-cadre par l'interprofession des oléagineux visant l'amélioration continue des bilans énergétiques, et en 2008 par la contractualisation de suivis d'exploitations entre les organismes stockeurs (OS) et Diester Industrie. Un indicateur de suivi est alors retenu : le rendement énergétique. Compte tenu du faible recours à la fertilisation

azotée pour le tournesol, l'amélioration du bilan énergétique de la production de tournesol reste accessible alors que pour la production de colza, l'équation est tout autre : plante piège à nitrate, présentant de forts besoins en azote au printemps pour atteindre les objectifs de rendement supérieurs à 30q/ha, cette culture peut apparaître comme très exigeante en énergie dans les systèmes de culture dominés par les céréales et problématique sur le plan des émissions de gaz à effet de serre. Pourtant, dans des systèmes de culture plus diversifiés, incluant davantage de légumineuses, la position du colza pourrait être repensée comme une plante piège à nitrate relais, comme nous le verrons dans le paragraphe C3. En outre, bien que le Cetiom s'engage vers des travaux de recherche sur la réduction des intrants, en partenariat avec l'Inra, la volonté de réduire les produits phytosanitaires sur le colza ne transparait que très peu dans le reste de la filière, y compris pour les débouchés biodiesel ou chimie verte. Or, comme nous le verrons plus loin, l'augmentation des surfaces de colza pourrait poser un problème de plus en plus sérieux de gestion des bioagresseurs, tels que les maladies telluriques et les insectes. En effet, le raccourcissement des rotations et consécutivement, la forte présence dans le paysage de colza, induit des pressions potentielles de maladies telluriques (comme le sclerotinia) et des attaques d'insectes pouvant poser problèmes de manière plus fréquente. Bien qu'aucune étude ne permette encore de conclure à une fréquence de plus en plus importante de ces bioagresseurs, la pression d'utilisation des produits phytosanitaires augmente depuis 1994.

Ainsi ces préoccupations environnementales ne pourront être honorées que si l'on repense l'ensemble du système de culture, incluant à la fois la diversification des espèces, l'insertion de légumineuses et le repositionnement du colza dans les rotations, comme nous le verrons dans la partie F.

▶ Bilan : Sur les 9.3 millions d'huile produite en Europe plus de 70 % est à destination industrielle pour les bio-carburants et la chimie verte. Les besoins en produits de substitution aux dérivés du pétrole font progresser la demande ; les besoins en huile alimentaire sont largement dominés par le tournesol ; les prix de vente accompagnent cette hausse de la demande. Le recours aux tourteaux en substitution du soja (donc colza et tournesol) est en constante augmentation, alors la demande française n'est pas couverte. Ainsi, un prix de vente élevé, une demande en huile pour la chimie verte et l'énergie croissante, des besoins en tourteaux non couverts, ne peuvent que conduire à l'augmentation des surfaces en colza et en tournesol et l'extension vers de nouvelles régions, comme la Picardie, la Bretagne et le Sud de la France (pour le colza). Mais les exigences de durabilité de la filière, poussée par des obligations réglementaires imposent des améliorations des bilans énergétiques et environnementaux.

B2 - Etat des lieux et enjeux pour demain

B2.1 - Une spécialisation des régions de grandes cultures au bénéfice du colza dans de nombreuses régions et du tournesol dans des régions plus au sud

Le phénomène de spécialisation des régions céréalières concerne toutes les grandes cultures et préoccupe les Pouvoirs publics, puisqu'elle a donné lieu à une expertise « Diversification » réalisée par l'Inra (Meynard et *al.,* 2013). Comme le montre Chatellier, (2012) elle s'amplifie depuis les années 2000 à l'échelle de la France et se caractérise toujours par le même scénario : (i) recul des surfaces de prairies au profit des surfaces de grandes cultures (baisse des surfaces de cultures fourragères de 27 % depuis 1960 (de 20 à 14,5 millions d'ha), liés à une concentration des activités d'élevage dans les régions les moins propices à la culture ; (ii) et « céréalisation » croissante de la majeure des surfaces avec un bénéfice pour du colza dans de nombreuses régions : ainsi, les surfaces dédiées aux grandes cultures sont passées, en France, de 9,9 millions d'ha en 1960 à 12,3 millions d'ha en 2010, soit une hausse de 20 %. L'augmentation des surfaces en grandes cultures tient essentiellement au développement des oléagineux dont les surfaces couvrent 2,2 millions d'ha en 2010 alors qu'elles étaient pratiquement inexistantes au début des années soixante. Ces cultures sont concentrées pour près des deux tiers dans cinq régions : Centre, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Bourgogne et Champagne-Ardenne. (iii) La conséquence directe est le raccourcissement des successions de cultures. Cette spécialisation régionale est progressivement accentuée par la concentration des industries de transformation, des prix de vente élevés,

des soutiens des prix, relayés par les primes à l'hectare des céréales et oléagineux, l'agrandissement des exploitations et la diminution concomitante de la main d'œuvre agricole. Néanmoins, la spécialisation des régions de grandes cultures n'a pas conduit aux mêmes compositions de la rotation selon les régions, ni aux mêmes conséquences pour les deux oléagineux, comme décrit ci-dessous.

Une étude récente (Schott et *al.,* 2010) relayée par l'étude diversification de l'Inra (Meynard et *al.,* 2013) ont analysé l'évolution des oléoprotéagineux dans les systèmes de grandes cultures depuis 1970 dans le bassin de la Seine. Ce bassin concerne 15 % des exploitations françaises et 45% des surfaces en blé y sont cultivées et 80 % de la betterave.

Cette étude montre que depuis 1970 les systèmes de production de ce bassin se caractérisent par trois grandes tendances :

- Une baisse continue des surfaces en prairies, jusqu'à une quasi-disparition dans toute la partie centrale du bassin. Les surfaces en herbe se concentrent sur les bordures sud-est (Morvan, Auxois), nord-est (Ardennes) et ouest (Basse-Normandie) du bassin, dans des régions d'élevage spécialisées où elles occupent plus de 50 % de la SAU
- À l'inverse des prairies, les surfaces de blé tendre sont en constante augmentation depuis 1970 (+ 52 % en 30 ans), marquant la prééminence des grandes cultures dans une partie croissante du bassin. En 2000, seules les régions du Morvan, des Ardennes et le Pays d'Auge de Basse-Normandie gardent des surfaces en blé inferieures à 15 % de leur SAU, alors qu'elles sont supérieures à 35 % sur plus de la moitié du bassin jusqu'à atteindre 45 % en Beauce et dans certaines régions agricoles de l'Oise et de la Seine-et-Marne.

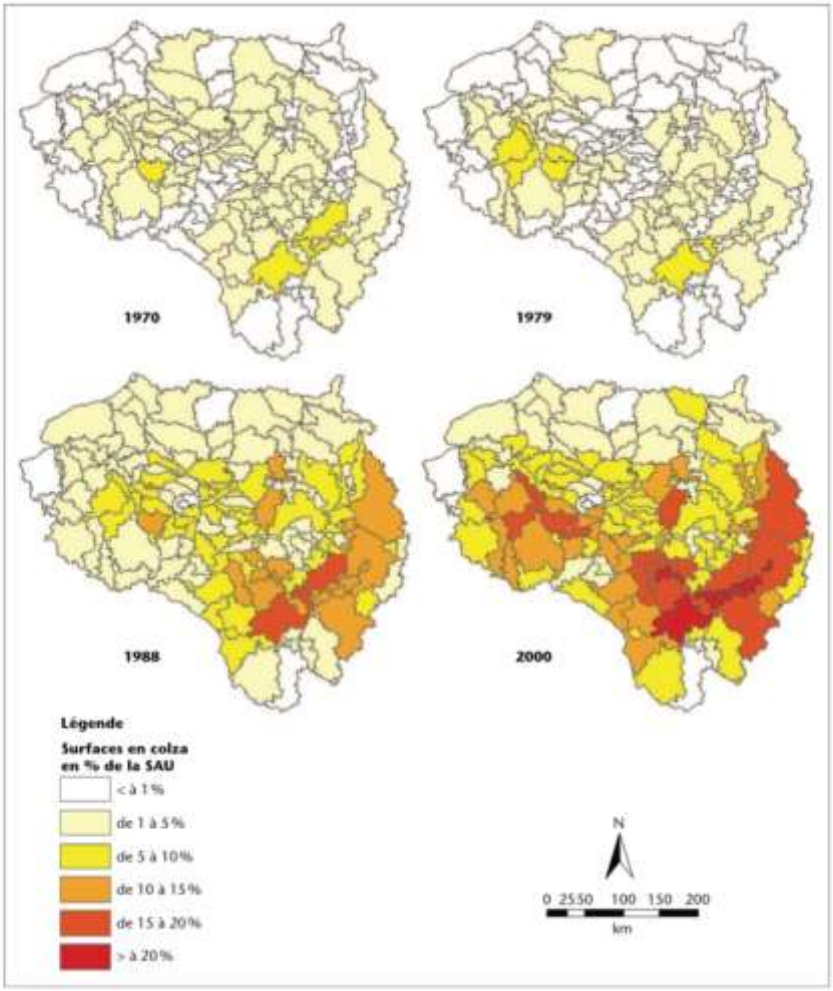


Figure B9 *: Evolution des surfaces de colza sur le bassin de la seine entre 1970 et 2000 ; Source : Schott* et al. *(2010)*

- Dans ce contexte de spécialisation des régions de culture, et de place dominante des céréales, les grandes cultures tête de rotation prennent de l'ampleur : les surfaces en colza, en pois protéagineux et, dans une moindre mesure, en tournesol se développent de manière parfois spectaculaire à partir des années 1980. Alors que les surfaces de pois chutent après les années 1990, le colza s'étend d'abord aux régions périphériques de l'est du bassin où ses surfaces sont multipliées par trois, voire quatre, en 30 ans, plus encore (presque 10) dans certaines régions céréalières du centre du bassin telles que la Beauce et ses régions limitrophes (Figures B9 et B10). Le tournesol par contre est peu à peu abandonné dans le Bassin Parisien et diminue fortement dans le Centre. Avec le développement de la filière «agro-carburant», l'essor du colza se confirme dans les années 2000, où il devient la principale culture tête de rotation dans la plupart des régions agricoles du bassin de la Seine. Dans le Centre, le tournesol entre en concurrence directe avec le colza, ce qui explique la baisse après les années 1990. Néanmoins, des sols globalement plus favorables, un climat moins contraignant que plus au sud (Poitou-Charentes, Sud-Ouest) expliquent en partie des rendements moyens du tournesol assez élevés, souvent compris entre 25 et 29 q/ha. Cela se traduit alors par une surface en tournesol en augmentation depuis 2007 après une longue période de baisse. Le Centre est la 3ème région de production de tournesol derrière Midi-Pyrénées (198 000 ha) et Poitou-Charentes (180 000 ha).

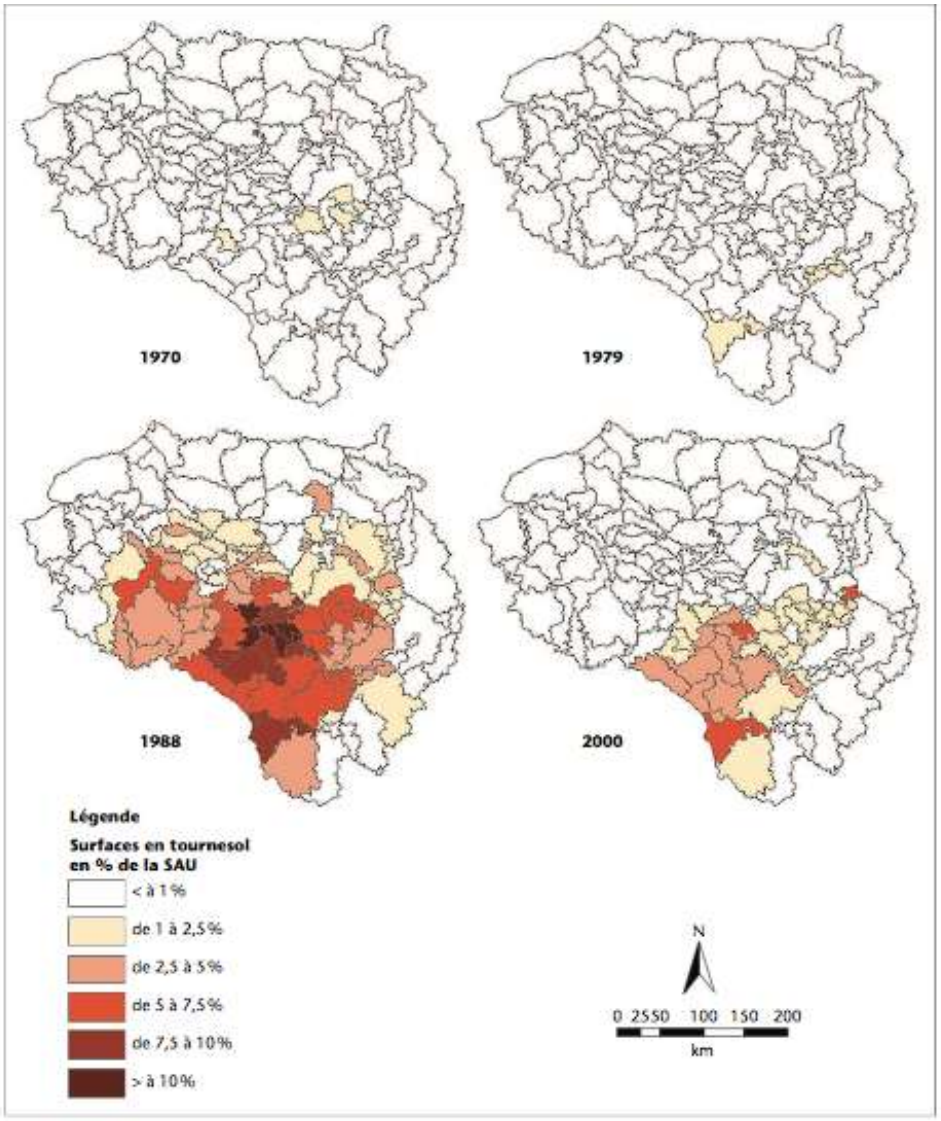


Figure B10 *: évolution des surfaces de tournesol sur le bassin de la Seine de 1970 à 2000 ; Schott* et al. *(2010)*

La fréquence de retour du tournesol dans la rotation permettant de distinguer (1) les systèmes de culture avec tournesol en rotation courte (tournesol/blé dur ou blé tendre), essentiellement présents dans le Sud-Ouest de la France, et (2) les systèmes de culture avec tournesol en rotation plus longue (un an sur trois et au-delà) (Lecomte et Nolot, 2011). Dans chacun de ces ensembles, l'évolution des surfaces en tournesol depuis au moins 20 ans permet d'identifier le niveau de compétitivité du tournesol. Ainsi, la place du tournesol non irrigué, en rotation courte dans les coteaux argileux du sud-ouest de la France ou en rotation plus longue dans certains systèmes de culture en Poitou-Charentes, peut y être qualifiée de stable depuis 1990. De même, les systèmes de culture biologiques introduisant du tournesol en rotation longue ont vu leur place croître depuis une quinzaine d'années en France, en particulier dans la moitié sud de la France. A contrario, certains systèmes à rotation plus longue ont été marqués par une baisse significative de la sole de tournesol depuis 20 ans (- 65 % dans le Centre, - 50 % en Bourgogne, Rhône-Alpes et Champagne-Ardenne, avec néanmoins une remontée depuis dix ans dans cette dernière région) témoignant de la fragilité de la culture. Ces différences interrégionales sont essentiellement expliquées par des écarts de compétitivité entre le tournesol et ses cultures « concurrentes » dans l'assolement (dont le colza). Les évolutions du contexte économique, réglementaire, énergétique et environnemental peuvent induire l'émergence de nouveaux systèmes de culture avec tournesol. Il s'agit notamment du tournesol dans les coteaux non irrigués du sud de la région Aquitaine et du tournesol pluvial ou irrigué dans les vallées du sud-Ouest (exemple de la moyenne vallée de Garonne).

Dans les coteaux non irrigués du sud-ouest (Midi-Pyrénées), les rotations courtes tournesol-blé (dur ou tendre) représentent plus de 40 % des surfaces de tournesol dans le Sud-Ouest. Ce pourcentage est assez stable depuis au moins quinze ans. Ainsi, selon les *enquêtes postales Cetiom,* il varie de 42 % sur la période 1996-1999 à 37 % sur la période 2002-2009 ; la légère érosion sur la dernière période étant expliquée par la progression du colza dans la région et la présence accrue de tournesol dans des zones auparavant uniquement dédiées au maïs. Cette rotation est essentiellement pratiquée dans des sols à tendance argileuse moyennement profond (70 % des surfaces). Dans ce système de culture, le tournesol est très concurrentiel par rapport aux autres têtes de rotation que sont le colza, le sorgho et le pois, d'où la stabilité des surfaces depuis vingt ans. Parmi les freins au tournesol, certains peuvent induire des changements de pratiques chez certains agriculteurs afin de les atténuer. Par exemple, le non labour profond est une voie déjà largement pratiquée (30 % des parcelles en 2009) pour limiter le risque érosif existant dans les coteaux argileux où est fréquemment cultivé le tournesol.

De 1990 à 2002, la sole en tournesol en Poitou-Charentes a été marquée par une assez forte baisse de l'ordre de 30 % alors que la sole en colza allait croissante. Depuis 2002, les surfaces en tournesol sont relativement stables. Les rotations comportent le plus souvent trois à quatre cultures (tournesol, blé tendre, orge, colza). Dans près de 60 % des parcelles (*enquête postale Cetiom 2009*), le tournesol revient tous les trois ans. Une des principales cultures concurrentes au tournesol est le colza qui est dans cette région plus concurrentiel que dans le Sud-Ouest, notamment dans les sols argilo-calcaires superficiels (sols de groies) où sont majoritairement cultivées ces deux cultures. La surface en tournesol dépend essentiellement de l'écart de marge entre ces deux cultures, de l'intensité des problèmes parasitaires rencontrés sur le colza (notamment orobanche rameuse et grosses altises) et de l'importance de la sole en céréales à paille qui dépend en partie des conditions climatiques automnales.

B2.2 - Des systèmes de cultures simplifiés qui nécessitent la réduction du travail du sol et le recours aux intrants

B2.2.a - Colza d'hiver

Le colza cultivé en France est quasi exclusivement sous sa forme hiver. Il est l'une des grandes cultures qui restent le plus longtemps en place entre le semis et la récolte et souffre d'un nombre très important de bioagresseurs (limaces, insectes -coléoptères majoritairement-, maladies fongiques -sclerotinia, phoma, cylindrosporiose-, adventices). Ce complexe de bioagresseurs occasionne de nombreux traitements, d'où un IFT en augmentation depuis 1994 (Figure B11). Le retour de plus en plus fréquent du colza peut poser d'importants problèmes pour les maladies telluriques telles que le sclerotinia et le phoma ou les adventices. Or comme on vient de le lire, les systèmes de culture dans lesquels s'insèrent les oléagineux

se sont de plus en plus spécialisés. Concernant le colza, des travaux liés à la fois à l'expertise Ecophyto R&D (2009) et plus spécifiques sur la caractérisation des conduites de cultures en grandes cultures (Schmidt et *al.,* 2010) montrent qu'une part importante et grandissante de surface de colza (plus de 20 %) se caractérise par des rotations très courtes sans labour. Ces stratégies agronomiques à l'échelle de la succession sont souvent associées à des modes de conduites intensives avec une fertilisation azotée élevée (entre 168 et 180 kg/ha) et un IFT supérieur à 6,7 (Figures B12 et B13).

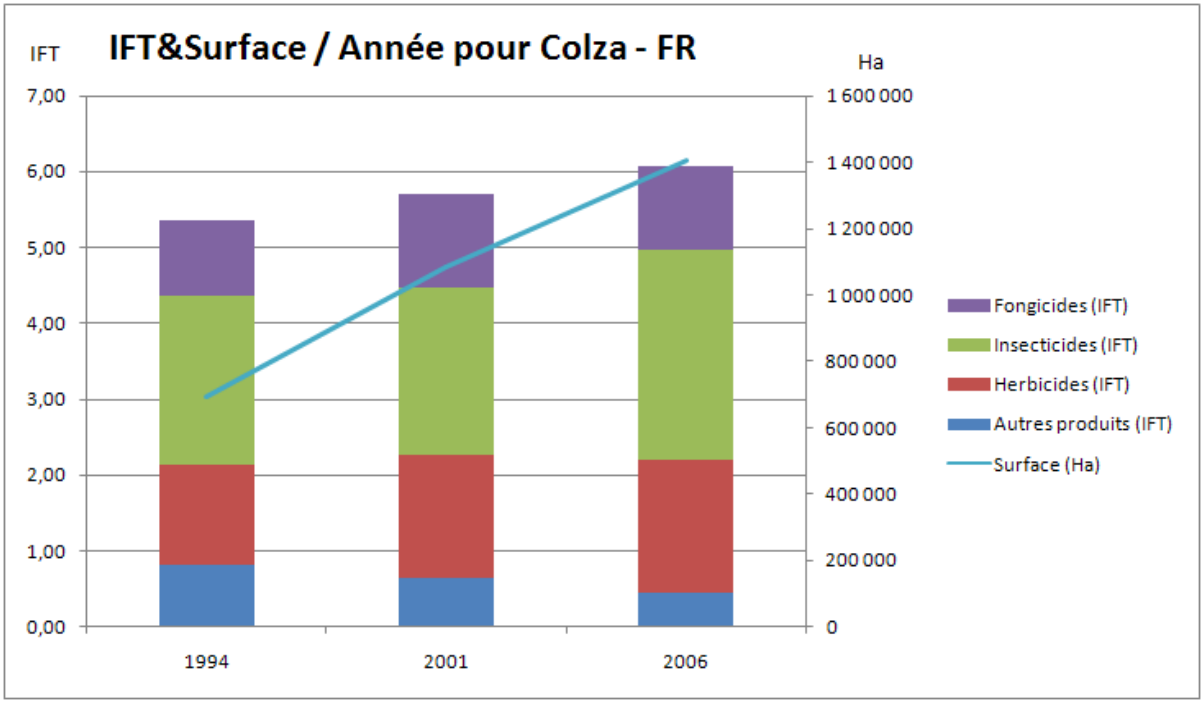


Figure B11 *: Evolution conjointe des surfaces et de l'IFT du colza ; Source : SCEES (2006)*

Répartition en sept groupes homogènes et sept stratégies agronomiques
(Seules les cinq premières variables ont permis de constituer les groupes)

Stratégie* Libellé	A Polyculture élevage en rotations longues et diversifiées	B Polyculture élevage en rotations courtes céréalières	C Rotations longues de grande culture	D Rotations courtes, labour et pailles ramassées	E Rotations courtes, labour et pailles laissées	Fa Rotations très courtes, sans labour et pailles ramassées	Fb Rotations très courtes, sans labour et pailles laissées	Total
Nombre de parcelles	**213**	**204**	**336**	**204**	**190**	**158**	**190**	**1 495**
Fréquence Céréales paille	2,5	4,0	3,3	3,6	4,0	3,5	3,4	3,4
Fréquence Colza	1,4	1,6	1,5	1,8	2,0	2,3	2,3	1,8
Fréquence de labour	3,7	3,3	4,5	5,3	5,2	1,4	0,8	3,6
Fumure organique	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Ramassage pailles	0,8	0,6	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,4
Fréquence Cultures de printemps	1,5	0,4	1,1	0,6	0,0	0,2	0,2	0,7
Surface parcelle (ha)	10,2	12,9	10,5	9,5	12,0	14,8	16,0	12,0
Surface exploit. (ha)	191	208	188	165	180	237	245	200
IFT	6,1	6,5	6,3	6,5	6,3	6,6	6,9	6,5

Figure B12 *: Caractéristiques des sept types de stratégies agronomiques ; Source : Agreste, Enquête pratiques culturales 2006, d'après Schmidt* et al. *(2010)*

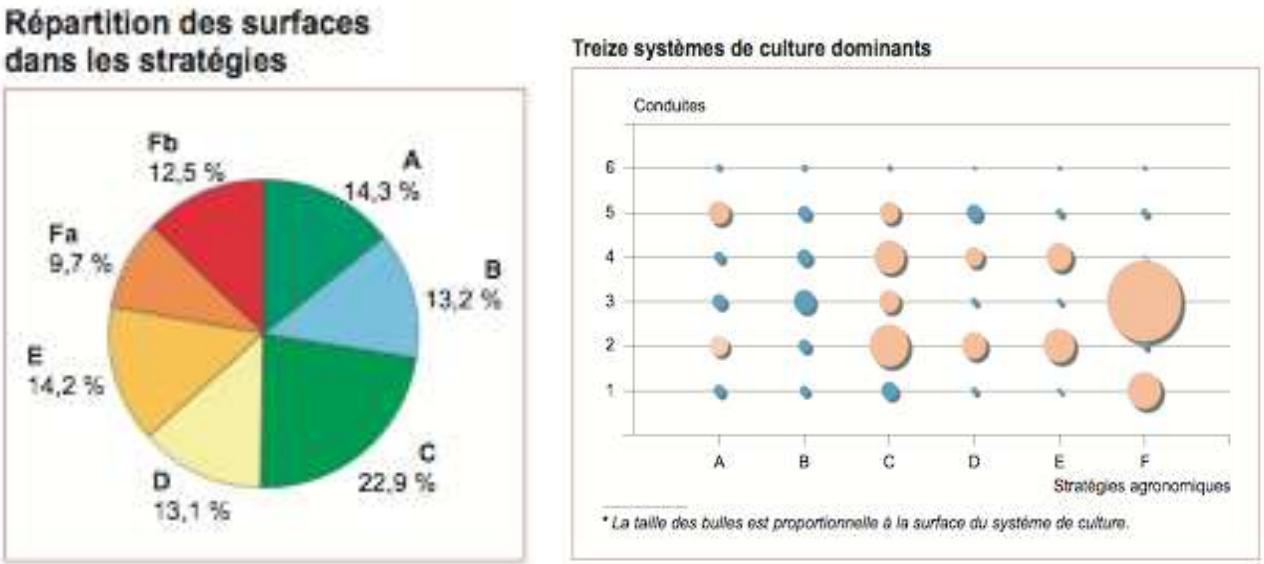


Figure B13 *: Répartition de surfaces de colza selon les stratégies agronomiques et les conduites culturales appliquées ; Source : Agreste, Enquête pratiques culturales 2006, d'après Schmidt* et al. *(2010)*

B2.2.b - Tournesol

Le tournesol, culture d'été reconnue, est parmi les cultures les plus tolérantes au stress hydrique (moins de 4 % des surfaces françaises en tournesol sont irriguées, contre 40 % des surfaces en maïs). Il présente en outre l'avantage d'être peu gourmand en intrants et peut être cultivé en dérobé, pratique encore marginale mais qui semble intéressante dans le Sud de la France en système irrigué.

Le tournesol possède une série d'atouts agronomiques et organisationnels très intéressants dans les systèmes de grandes cultures (Nolot et Lecomte, 2011) : bonne adaptation aux situations d'alimentation en eau limitée, précédent à céréales apprécié, faibles besoins en interventions culturales, cycle décalé par rapport aux cultures d'hiver et trésorerie engagée sur une faible période. Le tournesol est apprécié pour ses vertus agri-environnementales (bilan d'énergie, IFT moyen de 2.1, 1.6 d'IFT herbicide, tolérance à la sécheresse et au rationnement en intrants, fertilisation N moyenne de 50 kg/ha). Le tournesol est rarement irrigué ; lorsqu'il l'est, 2 à 3 tours d'eau sont suffisants, soit 3 à 4 fois moins que le maïs. Du point de vue économique, il redevient aussi compétitif avec un contexte favorable de prix dont on peut penser qu'il va être durable (bonne image auprès des consommateurs, prix de toutes les huiles plutôt orientés à la hausse en raison de la demande asiatique). Les aides PAC de plus en plus découplées ne le pénalisent maintenant plus. C'est une culture de diversification possible dans une large gamme de situations pédoclimatiques (cycle court) et de bassins de collecte (équipement spécifique réduit).

Le tournesol est compatible avec une large diversification des systèmes de culture (recours à l'irrigation ou bas intrants, agriculture biologique, en culture dérobée, aptitude aux faux semis-désherbage mécanique, traitement localisé sur le rang…). Le tournesol présente aussi quelques faiblesses : il exige des conditions d'implantation soignées, est sensible aux dégâts d'oiseaux en forte recrudescence. Dans les régions où il est pratiqué, il l'est souvent en rotation courte (tournesol-blé). L'absence de travail profond sur blé maintient les résidus en surface et par là-même les inoculums de champignons pathogènes (phoma, phomopsis). Le développement du dessèchement précoce est responsable en partie de la stagnation des rendements. Le déplacement du tournesol vers les sols à plus faibles potentiels et sa migration vers le Sud sont responsables également du plafonnement des rendements. Une désaffection des agriculteurs (et des organismes stockeurs) pour cette culture peu technique, bien que de conduite très stratégique, est une autre cause des faibles rendements.

B2.3 - Un choix variétal étendu et diversifié mais encore peu propice à des modes de production économes en intrants

B2.3.a - Le colza

Le colza est une culture, encore jeune du point de vue de la sélection génétique : le potentiel de progrès génétique est encore très important. De nombreux semenciers y sont sensibles et poursuivent les programmes de sélection. La recherche génétique en colza a été décisive pour répondre en très peu de temps aux contraintes nouvelles qui se sont imposées au colza et qui auraient pu rayer cette culture de la carte d'Europe : au début des années 70, la suppression de l'acide érucique des graines de colza et au début des années 80, la forte diminution du taux de glucosinolates. En outre, depuis trente ans, la contribution de la sélection a été primordiale dans l'amélioration du rendement du colza en Europe. Dans les essais préalables à l'inscription des variétés au catalogue français, les rendements moyens sont passés de 23 q/ha en 1962 à 44,5 q/ha en 2001 (en prenant le rendement moyen des lignées et hybrides restaurés inscrits au CTPS). Néanmoins, il ne faut pas nier, comme le montre la Figure B14, que les différentes étapes de la sélection qui visaient à aller vers davantage de qualité se sont souvent traduites les premières années par une stagnation des rendements, en particulier lors de la recherche de variétés double zéro.

Les variétés de colza utilisées aujourd'hui en France sont de trois types :

- Les lignées pures qui constituent la part décroissante du marché (78 % pour les semis 2001 et 29 % pour 2011). Dans les lignées, les plantes sont fertiles et fonctionnent en autofécondation.
- Les associations variétales : Composite Hybride Lignées (CHL) et Composite Hybride Hybride (CHH) dont la part se situe aux alentours de 8 %. Les associations variétales restent plus productives que les lignées et les hybrides restaurés et donnent des résultats satisfaisants sur la façade atlantique et dans le Sud de la France.
- Les hybrides : cette forme variétale après une légère stagnation s'est beaucoup développée puisque les surfaces en hybrides sont passées en 2001 de 14 % des surfaces à 70 % des surfaces (Figure B15). Chaque année, depuis 5 ans le nombre d'hybrides homologués est très largement supérieur à celui des variétés lignées. Un hybride restauré est issu du croisement entre une lignée mâle stérile et une lignée restauratrice de fertilité mâle. Ce type variétal est 100 % fertile et on retrouve la même sécurité de fécondation qu'avec une lignée. Les hybrides mixtes sont issus du croisement entre une lignée mâle stérile et un hybride restauré. L'hybride comprend 50 % de plantes fertiles et 50 % de plantes sans pollen. Ce matériel est intermédiaire entre association variétale et hybride restauré.

Les principaux axes de sélection travaillés ces dix dernières années par les sélectionneurs français et européens s'articulent essentiellement autour des critères suivants : le potentiel de rendement et sa régularité, la teneur en huile, la résistance aux maladies, notamment au Phoma et à la cylindrosporiose, la tenue de tige.

A plus long terme, les sélectionneurs travaillent également à la caractérisation des gènes impliqués dans le métabolisme lipidique, ce qui a débouché vers la sélection de colza dont la composition en huile et en acide gras varie afin d'assurer des utilisations spécifiques (exemple du colza érucique pour des usages industriels et le tournesol oléique pour des usages alimentaires et industriels).

La recherche d'un potentiel de gain de rendement est encore très important et ce malgré des objectifs de création variétale orientés vers une réduction des intrants. Aujourd'hui la sélection privée semble néanmoins très préoccupée par la tolérance au sclerotinia. En outre, le choix variétal s'est beaucoup diversifié et le turnover des variétés homologuées ces dernières années est très élevé. Néanmoins, la réflexion sur les interactions génotype-environnement-conduite a été très timide ces dernières années. C'est en train de changer, avec des programmes » grands emprunts » et des travaux du Geves respectivement sur l'impact des systèmes de culture dans la conception d'idéotypes variétaux et sur la caractérisation des milieux où sont mis en test les variétés.

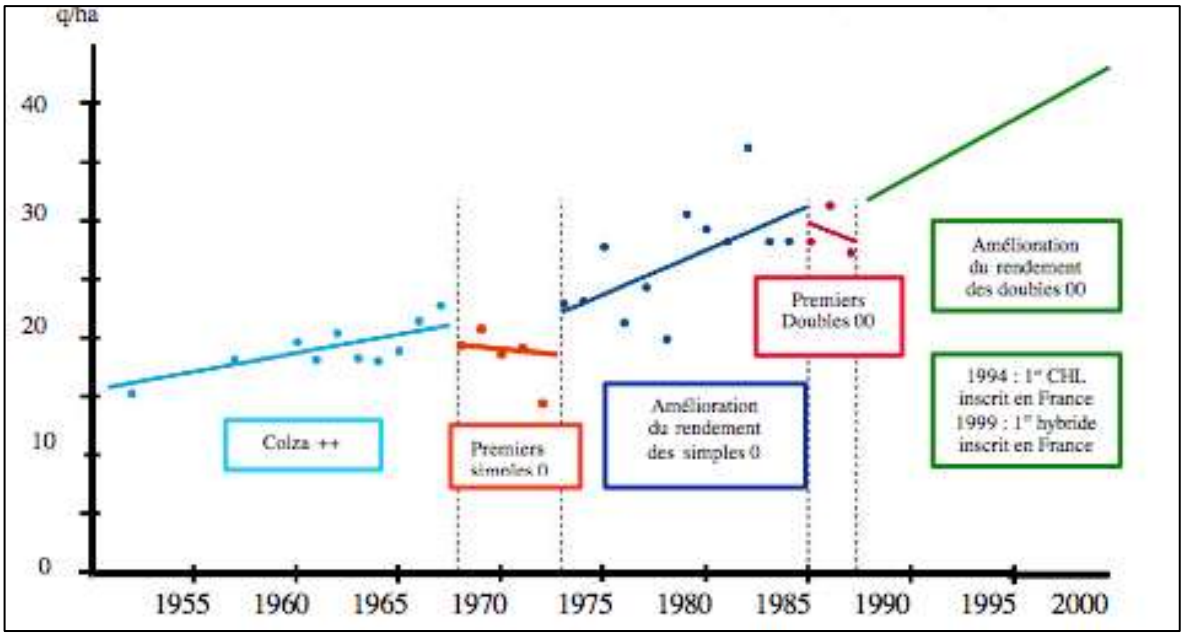
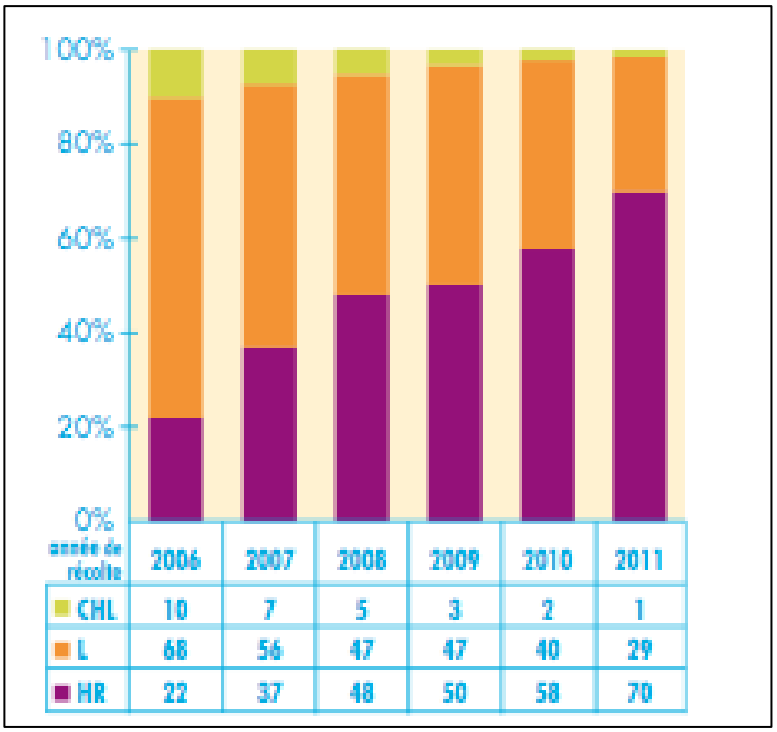


Figure B14 *: Evolution du potentiel de rendement du colza en France. Rendements observés au cours des essais préalables à l'inscription au catalogue officiel (Source : CTPS)*



année de récolte	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CHL	10	7	5	3	2	1
L	68	56	47	47	40	29
HR	22	37	48	50	58	70

Figure B15 *: Répartition des surfaces de différents types variétaux (semences certifiées) ; Source : Cetiom (UFS)*

B2.3.b - Tournesol

Le tournesol est une culture également jeune en matière de sélection variétale. Avant les années 2000, la sélection du tournesol a été tournée vers la sélection de matériel productif et tolérant aux maladies (complexe parasitaire qui s'enrichit aujourd'hui de l'orobanche et du verticillium), ce qui a handicapé la progression de rendement.

La sélection variétale sur tournesol a été marquée par l'apparition de variétés dites oléiques à partir des années 2000 : ces variétés présentent une composition particulière en acides gras et se sont fortement développées par contractualisation pour répondre à des débouchés spécifiques en alimentation humaine et surtout dans l'industrie (biodiesel, biolubrifiants). Il représente aujourd'hui plus de la moitié de la production nationale (Figure B16). Le passage à l'oléique n'a pas fortement handicapé les rendements, l'offre étant aujourd'hui aussi variée qu'en gamme classique. Cependant, pour un temps, le différentiel de rendement n'a pas été en faveur des variétés oléiques, pour des raisons de précocité et de sensibilité aux maladies.

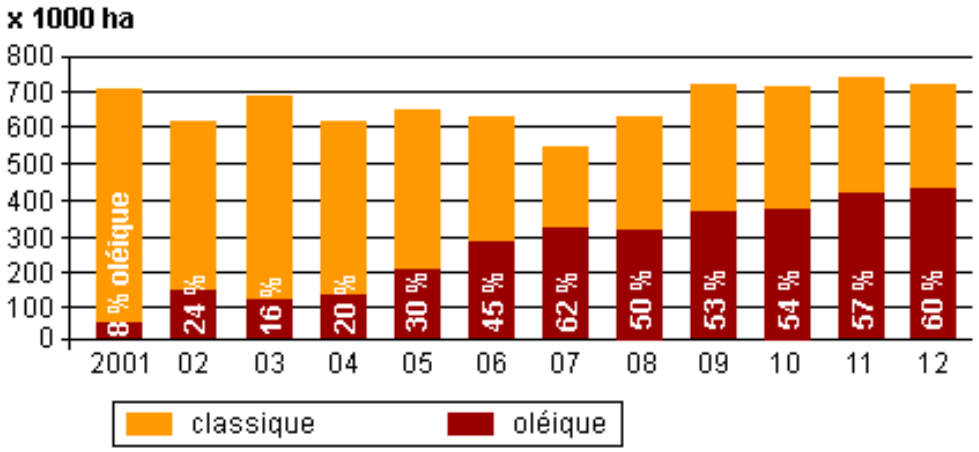


Figure B16 *: Evolution des surface de tournesol Oléique – 2012 : prévision ; Source : Cetiom*

Avec ses débouchés spécifiques (alimentaire et industriel), la production du tournesol oléique approche aujourd'hui les 400 000 ha en France. La différence entre le tournesol oléique et le tournesol classique est la composition en acides gras de l'huile : comprise entre 15 et 25 % pour le tournesol classique, la teneur en acide oléique atteint des valeurs de 80 à 92 % pour les variétés oléiques.

Des travaux de recherche en nutrition ont montré l'intérêt de la complémentarité entre ces deux types d'huiles dans le cadre d'huiles combinées intégrant également de l'huile de colza, cette dernière satisfaisant les besoins en acide alpha-linolénique. Idéalement, l'apport calorique total doit être fourni pour 12 à 15 % par l'acide oléique, 4 à 6 % par l'acide linoléique et 1 % par l'acide alpha linolénique. Après une augmentation significative du catalogue en variétés oléiques au cours des années 2005-2010, et une extension de ces variétés à la sole cultivée (contractualisation avec certaines coopératives), un équilibre s'est maintenu entre variétés classiques et oléiques.

Les niveaux de rendement et de richesse en huile sont sensiblement équivalents entre les deux types de tournesol. La tolérance des variétés oléiques au phomopsis est bonne et leur résistance au sclérotinia quasi équivalente à celle des variétés classiques. La conduite de culture ne diffère pas mais une attention plus grande s'impose dans le choix variétal et la date de semis des variétés oléiques en raison de l'impact de températures basses pendant la floraison sur la composition finale de l'huile en acides gras. En zone septentrionale, une variété trop tardive ou un semis trop tardif pénalisera la teneur en acide oléique (jusqu'à - 4 % observés dans les essais).

Cette production doit répondre à un cahier des charges (choix variétal, isolement…) permettant de respecter une teneur minimum en acide oléique, généralement 82 %. Afin de garantir une valorisation optimale, le développement se fait au sein d'une organisation contractualisée de toute la filière de production, du producteur à l'industriel en passant par l'organisme stockeur.

La rémunération des graines engagées dans la filière diester se fait pour les organismes stockeurs sur la même base que pour le colza : un acompte égal à celui du colza Diester, majoré de 25 €/t, et un ou

plusieurs compléments de prix de façon à atteindre 100 % de la moyenne du MATIF[15]. Le tournesol oléique alimentaire (80 % de la production) est rémunéré sur la base du tournesol classique complétée d'une prime "oléique" (entre 20 et 30 €/t selon l'évolution du marché).

Aujourd'hui, la sélection pour le rendement en conditions hydriques contraignantes est une préoccupation relayée dans les programmes de recherche public-privé (SUNRISE par exemple). Les critères de précocité (pour une extension du marché vers la zone Nord), de teneur en huile et de tolérance/résistance aux principales maladies (sclerotinia, mildiou, phomopsis) restent majeurs aux côtés de la productivité. Du fait du marché européen (Europe de l'Est), la recherche de variétés tolérantes à certains herbicides (notamment pour lutter contre l'orobanche) est une cible de sélection importante pour les sociétés semencières.

B2.4 - Bilan et enjeux : forces, faiblesses, opportunités, menaces

Forces	**Faiblesses**
▪ Production d'agro-carburants et valorisation accrue vers de la chimie verte ▪ Augmentation continue depuis + 5 ans des prix de vente : marché porteur ▪ Bonne tête de rotation avec avantages concernant l'azote si bien positionné dans la succession ▪ Diversité variétale croissante et rendement à l'hectare maintenu élevé	▪ Cultures sensibles aux aléas climatiques (froid d'hiver et printemps sec) et à de nombreux bio-agresseurs pour le colza ▪ Rendement à l'hectare hétérogène d'une région à l'autre et d'une année à l'autre ▪ Dépendances énergétique et phytosanitaire très importantes pour le colza, moindre pour le tournesol et le lin.
Opportunités	**Menaces**
▪ Diversification vers des débouchés industriels en plein essor et prometteuse avec la crise énergétique aussi bien pour les cultures dominantes que les plus récentes (lin et chanvre) ▪ Cultures de diversification qui bien placées dans la rotation pourraient avoir des avantages environnementaux majeurs pour les SdC (colza après une légumineuse : culture piège à nitrate et relais vers les céréales ; tournesol : culture peu gourmande en azote avec binage facilité ; lin : culture de diversification avec famille botanique peu courante en grande culture ; chanvre : culture sans intrants avec forte couverture du sol) ▪ L'évaluation variétale s'oriente vers la prise en compte de critères environnementaux dans l'inscription, ce qui pourrait aider à la conception de variétés tolérantes à un cortège de maladies, peu gourmandes en azote, plus couvrantes. ▪ Possibilité d'associer des cultures avec des plantes de services ou d'autres cultures de rente comme des légumineuses.	▪ L'opportunité d'une demande industrielle importante risque d'induire l'augmentation exclusive des surfaces en colza sans embarquer d'autres oléagineux (lin, tournesol) ni d'autres espèces (légumineuses) et le recours intensif aux pesticides ; Ceci (i) favoriserait la multiplication des cas de résistances aux herbicides, fongicides, insecticides, et (ii) multiplierait les « attaques massives d'insectes » ou des risques épidémiologiques, concernant le sclerotinia, hébergé par le colza et le tournesol. ▪ Concurrence entre des usages alimentaires et non alimentaires. ▪ Le changement climatique qui pourrait (i) accroître les risques de chutes ou d'irrégularités de la production surtout si les systèmes de cultures restant trop simplifiés autour de deux ou trois espèces (ii) favoriser certains bio-agresseurs (insectes, maladies) ▪ La suppression des primes PAC, liée à la rareté de l'argent public

[15] MATIF : Marché à Terme International de France

L'un des enjeux majeur pour le colza est la réduction des intrants tant azotés que phytosanitaires, ce d'autant plus que c'est la grande culture la plus traitée après la pomme de terre et que les surfaces sont en augmentation constante, pour soutenir les besoins d'une filière industrielle en plein essor. La dépendance aux pesticides et à l'azote de cette culture constitue un handicap. L'ensemble de la filière doit assumer et travailler à l'élaboration de conduites économes en intrants, pour prétendre à proposer des agro-carburants durables. L'enjeu est dans la conception de systèmes de culture où à la fois la position du colza est repensée en fonction des conditions pédoclimatiques et de l'itinéraire technique choisi (par exemple un semis avancé impose le choix d'espèces à récolte précoce et re-larguant de l'azote) et où le mode d'implantation est réfléchi en accord avec des objectifs de réduction d'intrants assumés (par exemple, le choix du semis direct impose de réfléchir des associations avec des plantes de services).

La progression des surfaces en tournesol est souhaitée par la filière, en raison à la fois par une demande en huile alimentaire et pour la chimie du végétale. Cette progression sera réalisable si les rendements progressent et si l'on diversifie les modes d'insertion de la culture dans les rotations.

L'enjeu pour le tournesol est de faire progresser les rendements par des itinéraires techniques plus adaptés en particulier lors de l'implantation et par un progrès génétique en adéquation avec les systèmes de culture de demain. Les systèmes de culture dans lesquels s'insèrent le tournesol favoriseront des implantations plus au nord de la Loire, pour augmenter la diversification des rotations, parfois en non labour, en dérobée ou en couverts végétaux d'interculture et en association avec des plantes de services ou une culture de rente comme le soja. La recherche alliant (i) des travaux de sélection variétale productives et adaptés à des exigences de bas niveaux d'intrants et (ii) des travaux de conception d'itinéraires techniques en rupture conditionne cette augmentation des surfaces.

Les demandes des filières alimentaire et industrielle sont énormes. Le risque que cette demande accroisse la simplification des systèmes de culture actuels, en favorisant le colza au nord et le tournesol au sud, est réel. Or les besoins et exigences de durabilité de la filière ne pourront que difficilement être honorés dans ce contexte de simplification des systèmes de culture. Par conséquent, c'est en raisonnant à l'échelle de la succession et en associant plusieurs types d'oléagineux et d'autres espèces, que l'on pourra espérer répondre aux demandes de débouchés industriels et améliorer le bilan agro-environnemental des systèmes de culture contenant du colza.

B3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental

B3.1 - Repenser les systèmes de culture : raisonner la diversification et repenser la position du colza dans la rotation

Le postulat de base de l'agronomie systémique est que les pratiques agricoles modifie les états des couverts végétaux cultivés et du sol (Sebillotte 1974) et directement ou indirectement les organismes bioagresseurs et auxiliaires des cultures. Ces interactions couvert-milieu-bioagresseur sont au cœur de l'agronomie systémique et ont souvent été revisitées (Meynard et *al*., 2003, Doré et *al*., 2006) et encore récemment (Mediene et *al.,* 2011). Ainsi, les systèmes de cultures actuels, sont « structurellement » dépendants des intrants : les états du couvert végétal cultivé, induits par les pratiques intensives, favorisent leur sensibilité aux bioagresseurs. Concevoir des systèmes de culture économes en intrants et productifs signifie repenser l'ensemble du système et sous-entend de mettre en adéquation et en cohérence des objectifs (environnementaux, de production, sociaux) avec des moyens agronomiques de plusieurs types, adaptés aux contraintes des exploitations et des milieux. Il n'y a donc pas de système de culture idéal ni de système de culture durable « passe partout ». Néanmoins, de grands leviers sont reconnus comme pouvant avoir des effets majeurs sur les performances agro-écologiques des cultures : la diversification des espèces dans le temps et dans l'espace en est un. En effet, un certain nombre d'études (e.g. Médiène et *al.,* 2011, Malézieux et *al.,* 2008) soutiennent l'idée qu'en diversifiant les plantes cultivées dans le temps et dans l'espace, (i) on provoque des ruptures dans les cycles épidémiologiques des maladies ou démographiques des adventices, on perturbe la recherche par le ravageur

de la plante hôte (cas notamment observé dans des couverts plurispécifiques) et on réduit le risque de pullulation de ravageurs sur une même zone géographique en minimisant les effets de sélection d'un seul ravageur ; (ii) on améliore la résilience des systèmes et la stabilité des performances face aux aléas climatiques (Elmqvist et *al*., 2003). Or dans le cas d'espèces cultivées annuelles, la diversification peut facilement se réaliser au travers de la modification de la composition de la rotation culturale. C'est elle qui permet de piloter les conditions agronomiques de production (Sebillotte, 1990). Ces successions culturales permettent d'exploiter des effets « précédents » bénéfiques ou des effets cumulatifs à long terme.

B3.1.a - Diversifier les oléagineux dans les rotations

Le lin oléagineux a vu ses surfaces ré-augmenter après des fluctuations, influencées par la PAC, grâce à la création de la filière Blanc-Bleu-Cœur (cf. Partie F). Le lin pourrait voir son intérêt renforcé dans le cadre des évolutions sociétales en cours. En effet, ses atouts agronomiques et environnementaux, conjugués aux propriétés originales de son huile et de ses fibres en font un produit « vert » de diversification que l'on peut introduire, en version hiver ou printemps, dans une large gamme d'assolements. Les atouts de cette culture sont nombreux :

- Premier atout mis en avant par les 124 agriculteurs questionnés par le Cetiom en 2009 : le lin oléagineux permet de diversifier et d'allonger la rotation mais aussi d'étaler les pointes de travaux dans l'assolement. Le choix du lin de printemps permet en outre d'introduire une culture de printemps dans des successions basées essentiellement sur des cultures d'hiver.
- Le précèdent lin joue à la fois sur l'augmentation du rendement du blé suivant et sur la baisse de ses charges opérationnelles.
- Autre avantage, souligné par une majorité de ces agriculteurs, le lin, peu gourmand en fongicides et en azote, est une culture relativement économe en intrants et donc en charges opérationnelles (environ 100 euros/hectare de moins qu'un blé ou un colza dans l'enquête technico- économique Cetiom - Graine de Lin 28 - 2009 ; cf. Figure B17).
- Enfin, La France bénéficie du plus gros effort de sélection du lin graine de l'Union européenne grâce notamment à la mutualisation de moyens entre lin fibre (ou textile) et oléagineux chez plusieurs semenciers.

C'est donc à l'échelle de la rotation que la culture du lin trouve une bonne valorisation agro-environnementale et économique en offrant une solution de diversification.

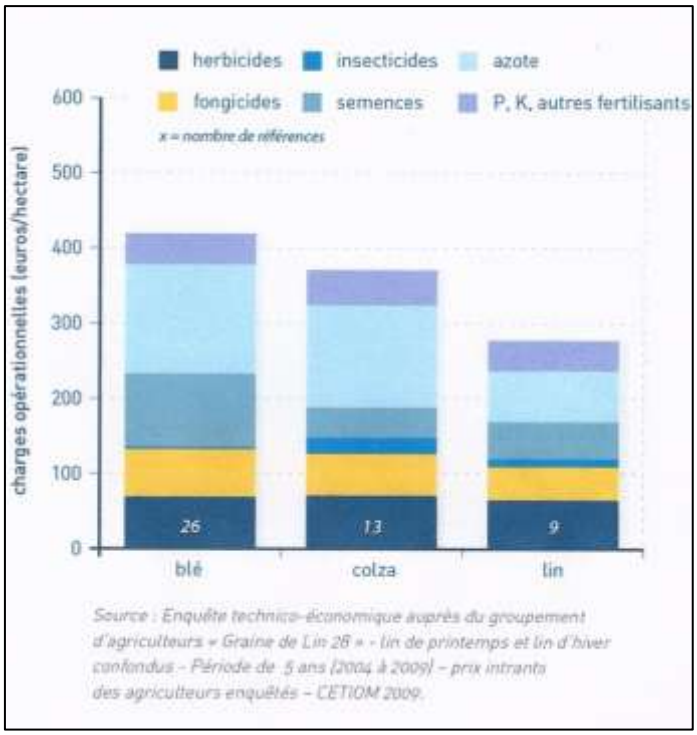


Figure B17 *: Comparaison des charges opérationnelles entre le blé, le colza et le lin ; Source : Onidol*

Les bassins de production français actuels du lin s'établissent principalement sur le grand quart Nord-Ouest de la France avec un emblavement à 90 % de lin oléagineux d'hiver. La Picardie, région traditionnelle de lin de printemps, a laissé sa place au profit des régions Ouest et Centre qui regroupent désormais 80 % des surfaces, principalement implantées en lin d'hiver. Le rendement moyen de la culture s'affiche désormais au-dessus des 20 quintaux/h. Mais l'Europe comme la France sont bien loin de couvrir leurs besoins. Avec environ 100 000 tonnes par an, l'Union européenne est loin de produire les quantités de graines dont elle a besoin, en raison d'une compétitivité souvent insuffisante de la culture. Elle importe ainsi près de 600 000 tonnes de graines par an, essentiellement du Canada, pour son industrie principale, la trituration, concentrée au Benelux et en Allemagne.
En France les perspectives de croissance du débouché alimentation animale via la filière BBC et par conséquent de la demande en graines tracées sous cahier des charges (50 000 tonnes de graines à l'horizon 2012 selon les transformateurs contre environ 25 000 tonnes en 2009) pourraient inciter les producteurs à augmenter leurs surfaces (plus de 60 % de la collecte française déjà destinée à ce débouché en 2009 et 2010).

Un marché organisé et porteur, des avantages agronomiques reconnus, une sélection variétale qui s'organise, tout est réuni pour favoriser l'introduction d'autres oléagineux que le colza dans des rotations du nord de la Loire. Ainsi, le lin oléagineux pourrait reconquérir une sole de 20 à 30 000 hectares sous l'impulsion notamment du développement de la valorisation des graines entières en alimentation animale, fondée sur la mise en avant du respect de l'environnement et de l'équilibre nutritionnel du consommateur. D'autres marchés, exigeants en qualité, basés sur l'utilisation directe des produits du lin en alimentation humaine pourraient contribuer à cet objectif. Pour cela, des efforts doivent sans doute être encore consentis par l'ensemble des acteurs de la filière.

B3.1.b - Repositionner le colza après des légumineuses

La position du colza dans les successions culturales des grandes cultures du nord de la Loire est principalement entre deux céréales et souvent devant un blé : dans l'étude de Schott et *al.,* 2010, les triplets de cultures blé-colza-blé, colza-blé-orge ou colza-blé-blé ont augmenté de 4 % entre les séquences annuelles 1992-1995 et 2006-2009, ce qui porte sur le bassin de la seine à un pourcentage de la SAU de ces triplets de l'ordre de 15 %.

Un projet Casdar récent « Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza, blé » a cherché à quantifier les performances agronomiques, environnementales et économiques d'une innovation « colza après un protéagineux » (Carrouée et *al.,* 2012 et Schneider et *al*., 2010). Ces travaux d'un collectif d'acteurs provenant de la recherche du développement et du conseil et issus de trois départements (Aisne, Aube, Eure et Loir) ont montré que :

- Le rendement maximum à la dose optimale d'azote du colza est légèrement supérieur lorsqu'il est précédé d'un pois (+ un quintal, Schneider et *al.,* 2010) alors que la dose azotée correspondante est diminuée de 40 unités en moyenne (Figure B18). La marge brute maximale est alors atteinte avec près de 50 kg/ha d'azote en moins.
- La faisabilité technique de la culture de colza après un pois ne pose aucun souci : la gestion des repousses de pois est souvent plus facile que la gestion des repousses de céréales. Le pois protéagineux permet alors de faciliter une implantation en technique culturale simplifiée. La récolte précoce du pois permet l'implantation précoce du colza, ce qui facilitera d'autant mieux l'absorption d'azote laissé par le pois.
- Le risque d'attaque de *Sclerotinia* sur colza n'a pas été observé mais il conviendrait de le vérifier à plus long terme dans une plus large gamme de conditions climatiques. De même, on n'observe pas d'aggravation du risque de verse. En outre, la diversification accrue par l'introduction du pois dans les rotations ainsi que le positionnement du colza et les périodes d'implantation ont permis de réduire les risques d'enherbement sur l'ensemble de la succession, comme le confirme les simulations réalisées avec le modèle démographique des mauvaises herbes (ALOMYsys - Tableau B2) Les systèmes de cultures introduisant le pois en précédent du colza dans la rotation type colza – blé – orge d'hiver, permettent de cumuler la réduction de l'usage des herbicides à un nombre d'interventions de travail du sol réduit, et présentent donc les plus faibles cumuls de charges liées à la maîtrise de

l'enherbement (charges herbicides et de mécanisation) avec jusqu'à 30 euros par hectare et par an de moins que pour le témoin.

- Les émissions de protoxyde d'azote en automne ou en cumulées sont réduites lorsque le colza est précédé d'un pois par rapport à un colza précédé d'une céréale (Schneider et *al*., 2012 et Jeuffroy et *al*., 2012 - Figure B19)

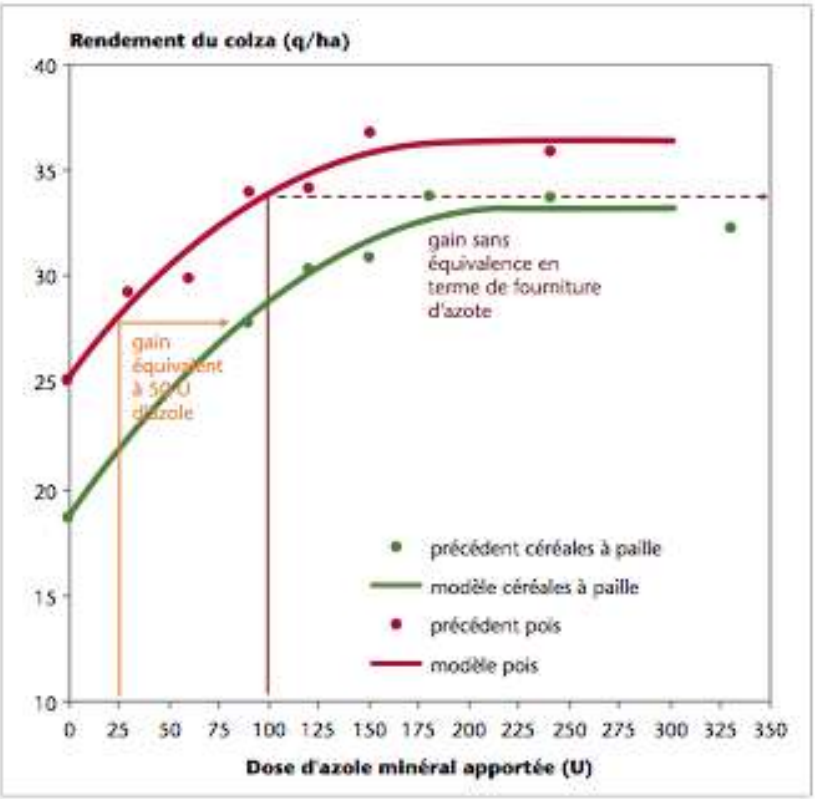
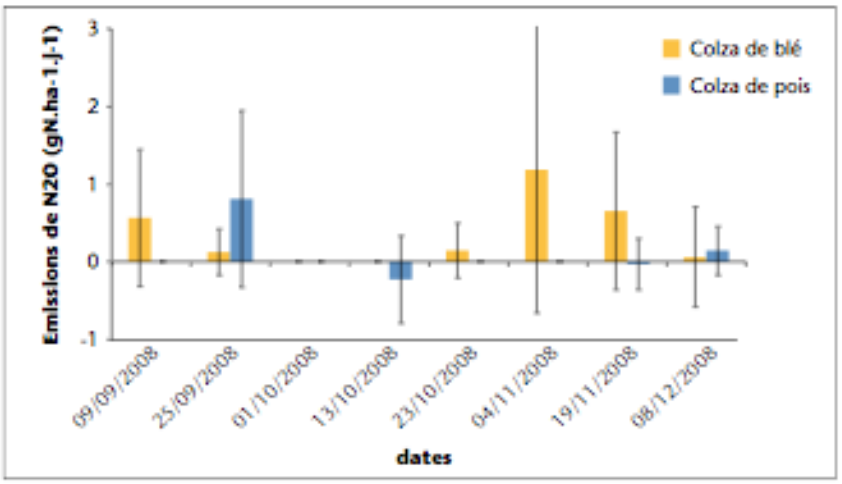


Figure B18 *: Réponse du colza à la dose azotée appliquée selon le précédent cultural : courbe modélisée obtenue par le Cetiom d'après les essais 2009 menés par la Chambre d'Agriculture de l'Yonne ; Source : Schneider et al. (2010)*

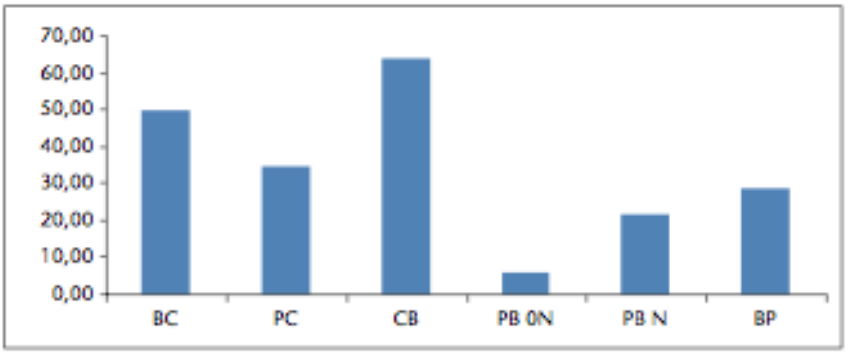
Tableau B2 *: Ecarts de charges (en €/ha/an) liées au contrôle des adventices (herbicides et mécanisation) par rapport au système de culture témoin pour plusieurs systèmes ayant la même efficacité de gestion des adventices dans deux cas d'étude, Moselle et Bourgogne (avec indication sur le risque d'apparition des graminées résistantes aux herbicides pour chaque système étudié) ; Source : Schneider et al. (2010)*

	Moselle		**Bourgogne**	
	Ecart en €/ha/an des charges liées aux adventices	R[1]	Ecart en €/ha/an des charges liées aux adventices	R[1]
Colza-Blé-Orgehiver-*(labour)*-Colza-Blé-Orgehiver	**Témoin**	○	**Témoin**	●
Colza-Blé-Orgehiver-Colza-Blé-*(labour)*-**orgeprintemps**	**– 21**	○	**+ 2**	●
Colza-Blé-Orgehiver-*(labour)*- **poisprintemps**--Blé-Orgehiver	**– 26**	●	**– 18**	●
(labour)-Colza-Blé-Orgehiver-**Poishiver**-Blé-Orgehiver	[2]		**– 16**	●
Colza-Blé-Orgehiver-*(labour)*-**Tournesol**-Blé-Orgehiver	[2]		**– 20**	●
Colza-Blé-*(labour)*- **poisprintemps** -Colza-Blé-Orgehiver	**– 35**	●	**– 19**	●

[1] R = Appréciation du risque de graminées résistantes (grille interprofessionnelle) : ● = faible ; ○ = moyen ; ▲ = élevé.
[2] rotation non étudiée dans cette région.
Source : UNIP-ONIDOL d'après Ballot 2009.



A



B

Figure B19 *: (A) Emissions de N_2O en automne sur le colza selon le précédent cultural ; (B) Emissions cumulées de N_2O (en g N/ha) sous les différentes cultures selon leur précédent sur le site de Grignon de mars 2008 à juin 2009 (42 jours de mesure) ; Source : Schneider et al. (2010)*

B3.2 - Associer les cultures avec des légumineuses en tant que plantes de services

La diversification des systèmes de culture peut se réaliser de multiples manières : en augmentant le nombre d'espèces dans la succession culturale (dimension temporelle, voir C3.1) ou en associant des espèces en couverts plurispécifiques (dimension spatiale, voire spatio-temporelle), via des associations de cultures[16] ou des couverts associés[17]. La diversification dans l'espace permet de renforcer les interactions entre espèces et les services que peuvent rendre les plantes de services aux cultures de rente (Malézieux et *al*., 2008). Les associations de culture et couverts associés sont de plus en plus étudiés dans la littérature ; ils sont reconnus pour les services écosystémiques rendus, comme leurs effets positifs sur le contrôle des bioagresseurs (Trenbath, 1993), ainsi que pour l'augmentation de la productivité à l 'échelle de la parcelle (Malézieux et *al*., 2008) : réduction des attaques d'insectes (Theunissen et *al*., 1995) ou de l'enherbement par des adventices (Corre-Hellou et *al*., 2011). Des travaux montrent aussi que des plantes de service pourraient exercer des relations de compétition/facilitation bénéfiques pour la culture de rente (sur la croissance du système racinaire (Hauggaard-Nielsen et *al*., 2008, Corre-Hellou et *al*., 2006), sur la disponibilité en eau et en nutriments, ou encore permettre une diminution des quantités d'azote lixiviées. En outre, la disponibilité des éléments peu mobiles comme le phosphore peut être aussi améliorée par la présence d'autres espèces (Hinsinger et *al*., 2011). Par ailleurs, l'insertion de plantes de services est susceptible d'améliorer le potentiel mycorhizogène des sols. Les symbioses entre plantes cultivées et

[16] Associations de culture : couverts plurispécifiques où plusieurs plantes de rente sont associées et sont récoltées.
[17] Couverts associés : couverts plurispécifiques où des plantes de rente récoltées sont associées, sur tout le cycle ou partiellement, à des plantes dites « de service » ou plante dite « compagne » non récoltées.

mycorhizes permettent d'améliorer l'accès aux ressources du sol et la résistance à des stress biotiques et abiotiques (e.g. stress hydrique, Gianinazzi et *al*., 2010). De plus, de par la qualité des composés rhizodéposés par ses racines, l'insertion d'une légumineuse de service peut avoir un effet sur la qualité de la matière organique et sa dégradabilité. Ces effets peuvent être différents avec un blé ou avec un colza (Melissa et *al*., 2013). Ceci peut permettre une réduction des apports d'engrais minéraux, et indirectement des émissions de GES et des coûts énergétiques. Enfin, indirectement d'autres services peuvent être attendus de ces associations : limitation de l'érosion, amélioration de la structure du sol par une couverture du sol plus longue, maintien de la pollinisation par l'introduction de plantes attractives pour les pollinisateurs…

Parmi les différentes façons d'associer des espèces, ce sont les associations céréales-légumineuses, qui ont été le plus étudiées.

Les associations crucifères-légumineuses sont très peu étudiées. Parmi les plantes de services potentiellement associables, certaines cultures ont fait leurs preuves en tant que cultures seules ou associées en méteil. Par exemple, les légumineuses sont retenues pour leur fixation de l'azote atmosphérique (Pelzer et *al*., 2012) mais aussi leur potentielle contribution à la gestion des adventices (Deytieux et *al*., 2012, Corre-Hellou et *al*., 2011), des maladies (Hauggaard-Nielsen et *al*., 2008) et des insectes (Hummel et *al*., 2010, Jamont, 2012 et Jamont et *al*., 2013). Mais finalement encore assez peu de travaux existent sur l'impact de ces plantes de services sur la régulation naturelle des bioagresseurs et les associations colza/tournesol avec des légumineuses sont quasi absentes de la littérature (Cortes-Mora et *al*., 2010).

C'est dans ce contexte qu'a émergé, depuis quelques années, l'idée d'associer des légumineuses annuelles et gélives au colza (Landé, 2012) et suite à une expérience argentine sur le tournesol, des associations tournesol / soja ont été testées en France. Ces deux types d'expériences, toutes deux novatrices et prometteuses sont actuellement travaillées à l'Inra en partenariat avec le Cetiom, l'Unip et des chambres d'agriculture. Les objectifs principaux de ces travaux sont (1) d'évaluer les bénéfices que pourrait avoir cette association afin (i) de mieux utiliser les ressources du milieu (lumière, eau, azote notamment) (ii) de favoriser la régulation des bioagresseurs (compétitivité vis-à- vis des mauvaises herbes, leurre vis-à-vis des insectes ravageurs et attractivité des insectes auxiliaires) (2) d'identifier les situations pédo-climatiques où cette association pourrait avoir un intérêt et (3) de préciser les conduites culturales qui seraient adaptées à cette association.

B3.2.a - Le colza associé

Des essais d'associations colza - plantes légumineuses dites de service non récoltées, sont réalisées depuis 2009 dans le cadre de deux projets Casdar : Picoblé et Redusol. Ces expérimentations menées en parcelles agricoles et en stations expérimentales Cetiom se poursuivent actuellement en stations Inra et Cetiom. Trois pistes potentielles de services écosystémiques rendus par l'utilisation de plantes de service sont attendues :

- La présence de plantes de service associées au colza en automne pourrait permettre d'exercer une concurrence suffisante vis-à-vis des adventices. En effet, la pression des adventices constitue un facteur limitant la croissance du colza en automne (Valantin-Morison et *al.*,2008) et contraint à l'utilisation quasi-systématique d'herbicides « post-semis / prélevé ». La présence de plantes compagnes, par une compétition accrue pour les ressources en eau, en lumière et en minéraux, pourrait permettre de limiter le développement des adventices et donc de diminuer potentiellement le recours aux herbicides.
- L'azote minéral fixé et/ou capté par les légumineuses au cours de l'automne pourrait constituer une source d'azote disponible pour le colza lors de la décomposition des résidus au printemps suivant. En effet, de nombreuses études ont montré l'intérêt de cultiver des légumineuses en interculture pour fournir de l'azote à une culture de printemps qu'elles soient incorporées au sol ou bien laissées sous forme de mulch. Cependant, la dynamique de minéralisation de l'azote organique doit être étudiée afin de savoir si elle est concomitante de la période durant laquelle les besoins du colza sont les plus

importants (très tôt au printemps) et si elle peut permettre de réduire significativement les besoins du colza en fertilisation minérale.

- La présence de plantes de service pourrait enfin permettre de réduire les attaques d'insectes en automne. Les causes de ces effets (directs ou indirects) induits par la présence des légumineuses peuvent être multiples : effet dilution de la plante hôte, effet barrière, perturbations olfactives et visuelles... Malgré des études encourageantes montrant l'effet positif des légumineuses sur la réduction des attaques d'insectes à l'automne (Essais Chambre régionale Poitou-Charentes, essais Cetiom de Châteauroux et Surgères 2011-2012), ces effets sont très peu étudiés sur le colza et parfois contradictoires sur d'autres brassicacées (Costello et *al.,* 1994 ; Theunissen et *al*., 1995 ; Booij et *al.,* 1994).

Les résultats des 22 essais association en stations Cetiom et en parcelles agricoles, en Picardie, en Ile de France, en Normandie, en Poitou-Charentes et en Bourgogne, sont encourageants (Valantin-Morison *et al*., 2011, Landé et *al*., 2012) et sont diffusés dans les milieux du conseil et du développement agricole. Les espèces associées au colza étaient les suivantes : Fenugrec, féverole, pois, lentille fourragère, toutes de printemps donc gélives, trèfles blanc, incarnat, d'Alexandrie, cameline, sarrasin, ainsi que plusieurs types de mélanges.

Les premiers résultats montrent que sur le réseau de parcelles agricoles, les conditions d'enherbement étaient trop hétérogènes pour pouvoir conclure encore à un effet de réduction des adventices durable sur tout le cycle par les espèces associées. Seuls les essais en stations Cetiom, dans lesquels un semis direct était réalisé ont montré un effet significatif réducteur de la biomasse de géranium par quelques espèces de plantes de services. Concernant l'azote et la croissance de la culture de rente, incontestablement, l'association d'espèces pendant l'automne apporte un bénéfice sur l'utilisation de l'azote à la culture au printemps dans de nombreuses situations limitantes en azote. Sur sols pauvres en azote, le bénéfice est beaucoup plus net et significatif que sur les sols riches. Les résultats encore partiels sur les restitutions d'azote au printemps montrent que ces espèces sont globalement bénéfiques à la croissance aérienne de la culture au printemps mais que la re-minéralisation de l'azote contenu dans ces espèces n'est pas optimale et ne permet pas d'expliquer ce bénéfice. Est-ce que ce bénéfice, particulièrement visible sur les sols pauvres, est lié à une meilleure aération du profil, donc une minéralisation meilleure, ou bien à une meilleure exploration du profil de sol par le colza, conduisant à une complémentarité entre les espèces dans l'exploration du profil racinaire ? Enfin, concernant, les attaques d'insectes à l'automne, les résultats encourageants ont été observés en station Cetiom à Surgères, avec une réduction des attaques d'altises mais doivent être confirmés.

Par conséquent, malgré l'engouement et la popularité de cette innovation parmi les agriculteurs ou les responsables du développement, les résultats sont souvent encore partiels dans leurs explications des mécanismes mis en jeu dans l'obtention des services, ou manquent de généricité quant aux déterminants du choix des espèces et de la conduite à adopter en fonction du contexte pédoclimatique. Nous identifions trois types de lacunes de connaissances dans le fonctionnement des couverts associés : (i) très peu des travaux réalisés auparavant s'intéressent précisément à l'interaction avec le système de culture dans l'analyse des effets des cultures associées (choix des espèces, effet de l'azote disponible et du travail du sol) ; (ii) la plupart des études évalue la production et la qualité de la production ou une seule interaction biotique (souvent avec les mauvaises herbes et les maladies) mais aucune étude, à notre connaissance, n'évalue plusieurs services éco-systémiques en plus de la production ; (iii) enfin aucune étude n'essaie d'identifier des caractéristiques génériques des espèces, comme les traits fonctionnels, qui permettent d'aider à raisonner leur assemblage en accord avec le service éco-systémique rendu. C'est pourquoi, des travaux sont à en cours à l'Inra et au Cetiom pour mieux analyser les conditions de réussite d'une telle association et pour identifier les leviers pour mieux la piloter.

B3.2.b - Le tournesol associé au soja

De très récentes expérimentations sur des associations tournesol-soja avec et sans autre plante de service sont réalisées en stations Inra et stations Cetiom. Les services attendus de ces associations sont les suivants :

- Une meilleure exploration du milieu et une complémentarité racinaire des deux espèces qui permettraient d'utiliser mieux l'azote sur leur cycle.
- Un recyclage de l'azote pour la culture suivante.

Trois types d'expérimentations ont été réalisées entre 2010 et 2011 en conditions non limitantes en eau et en azote et en conduite bas niveau d'intrants. Les semis étaient simultanés mais les dispositifs prévoyaient deux types d'implantations croisées avec deux cultivars à comparer aux cultures pures : 2 rangs de chaque espèce alternativement ou 2 rangs de tournesol pour 4 rangs de soja. Les premiers résultats montrent très clairement que les meilleures performances ont été obtenues dans des conditions d'azote et d'eau limitantes, comme très souvent dans les associations céréales- légumineuses. En conditions d'azote non limitant, la compétition interspecifique était très forte. Les rendements et marges brutes sont également meilleurs en conditions d'azote limitantes (Lande *et al.*, 2012). Ces expérimentations récentes sont poursuivies afin de confirmer ces premiers résultats, très encourageants (Bedoussac *et al.*, 2012 ; Lande *et al.*, 2012).

B3.3 - Combiner des pratiques agricoles pour favoriser la régulation biologique : re-concevoir des itinéraires techniques économes en intrants

A l'échelle du cycle annuel de la culture, la prise en compte des interactions pratiques-couvert-milieu-bio-agresseurs sont primordiales pour reconcevoir un itinéraire technique économe en intrants. Les mécanismes impliqués dans les relations pratiques-couverts-milieu sont ceux liés au fonctionnement des sols, aux cycles biogéochimiques et à l'écologie fonctionnelle et concernent toutes les composantes de l'agrosystème : le sol (ses états physique et chimique, structure et matière organique étant les facteurs clés de la fertilité des sols), les organismes vivants du sol et les organismes vivants aériens végétaux et animaux, nuisibles ou auxiliaires. C'est par la gestion de ces interactions que l'on peut mettre en place une combinaison de pratiques qui défavorise le bio-agresseur d'une part, et favorise les organismes auxiliaires d'autre part.

Les agronomes des systèmes de culture parlent alors au sens large d'améliorer le service de régulation biologique via le pilotage des pratiques : l'objectif est alors d'arriver à optimiser le système en maximisant les capacités de régulations naturelles et de résilience de l'agroécosystème pour gérer durablement les populations de bio-agresseurs. Par l'action des pratiques, on cherche donc à anticiper sur les variations des flux d'organismes vivants nuisibles ou utiles, et à contrôler ces flux. C'est donc dans ce cadre conceptuel élargi de la régulation biologique, qui met en jeu les interactions couvert/bio-agresseur/ennemis naturels/pratiques agricoles, que l'on illustrera les moyens de la favoriser pour les oléagineux.

On peut distinguer deux types d'approches qui sont (i) la combinaison des moyens agronomiques à effets partiels dans l'espace et dans le temps pour défavoriser les bioagresseurs et (ii) la priorité donnée aux régulations naturelles (d'un organisme auxiliaire sur un organisme nuisible) pour gérer les populations de bioagresseurs et limiter leur nuisibilité. Gurr et *al.*, 2003 parle alors d'approches ascendantes ou « bottom-up » qui consistent à utiliser les caractéristiques de la plante hôte pour limiter le développement des ravageurs et leurs dégâts, et les approches descendantes ou « top-down » qui consistent à stimuler les populations d'ennemis naturels. La première consiste à organiser un système de culture, qui évite le ravageur, qui est plus robuste face à une attaque, entrainant ainsi moins de pertes de production, et repose principalement sur des leviers agronomiques (e.g. variétés résistantes, nutrition azotée, date de semis…) permettant d'éviter les attaques, de stimuler ses capacités de compensation et de limiter la pression des bio-agresseurs. La deuxième consiste à utiliser la biodiversité non cultivée afin de favoriser les ennemis naturels autour des parcelles et repose majoritairement sur l'utilisation de pratiques agricoles en local et dans un paysage, la gestion des habitats semi-naturels et des aménagements paysagers autour des parcelles permettant de favoriser le développement et l'impact des auxiliaires (Gurr et *al.,* 2003). Les mécanismes mis en œuvre pour gérer les ravageurs, les adventices et les maladies impliquent de

travailler souvent à plusieurs échelles (plante, parcelle et paysage) et de gérer plusieurs interactions et des effets antagonistes.
Dans la première approche dite ascendante, on mobilise souvent un schéma de fonctionnement (Figure B20) pour identifier les moyens agronomiques disponibles. Cette formalisation est couramment employée, depuis plusieurs années ; on la retrouve également dans des outils d'aide à la conception de systèmes de culture économes en intrants comme le guide Stephy (Attoumani-Ronceux et *al.,* 2011), qui a lui-même abouti aux fiches « AgroPeps » (outil web collaboratif d'informations techniques et d'échanges :

http://www5.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/Recherche/Conception-evaluation-SDC/Co-conception/Agropeps).

Les interactions plantes bioagresseurs peuvent se représenter en trois étapes :

- Avant l'attaque, on peut parler de potentiel initial d'infestation (stock semencier de la parcelle, organes de dispersion de maladies telluriques, les œufs ou cocons ou pupes d'insectes ravageurs présents sur la parcelle et laissés par la génération précédente). Ce potentiel d'organisme bio-agresseurs peut être très lié aux effets précédents et à la succession culturale pour les organismes inféodés à la parcelle, à un faible pouvoir de dispersion ou dont le cycle de vie n'exige pas de devoir quitter la parcelle pour passer au stade suivant. Ce potentiel initial peut être très dépendant du paysage cultivé et non cultivé hors de la parcelle pour des organismes avec un pouvoir de dispersion important (maladies aériennes et insectes).
- Lorsque l'infestation a lieu, cela recouvre tous les mécanismes qui permettent aux bio-agresseurs d'entrer en contact avec la plante : il s'agit de la contamination par des spores de maladie, l'attaque des plantes par des insectes quels que soient leurs stades, la concurrence ou l'effet allélopathie induit par des mauvaises herbes.
- Cette étape recouvre la notion de dommages sur la culture à partir des dégâts réalisés par les bio-agresseurs.

Les trois mécanismes qui interviennent lorsque l'on veut réduire les dommages des bio-agresseurs sont l'évitement, la modification de l'habitat ou la perturbation du milieu, l'atténuation d'impact. Ils relèvent chacun de processus différents, complémentaires et à l'échelle de la parcelle mais aussi de la plante. C'est l'ensemble combiné et logique des solutions agronomiques à effets partiels qui permettra d'atteindre l'objectif principal de réduction des intrants.

B3.3.a - Conception d'itinéraires techniques intégrés en colza

C'est l'ensemble de ces mécanismes qui ont été mobilisés et est encore mobilisé dans la conception et l'évaluation d'itinéraires techniques biologiques ou économes en pesticides pour le colza d'hiver (Valantin-Morison et *al.,* 2008, 2012, Bouchard et *al*., 2010). Plusieurs études se sont succédées sur l'évaluation d'itinéraires techniques économes en pesticides : entre 2002 et 2004 en agriculture biologique puis entre 2004 et 2008 en conduite bas niveaux d'intrants en stations Inra et Cetiom et quelques parcelles agricoles et entre 2009 et 2012 quasi exclusivement en parcelles agricoles.

Les grandes lignes de ces itinéraires techniques économes en pesticides sont basées sur des stratégies d'étouffement ou d'évitement et de piège. Les leviers techniques pour initier l'étouffement et l'évitement sont une combinaison des différentes interventions telles que la date de semis, la variété et les mélanges de variétés, l'écartement des lignes de semis, le travail du sol avant semis. L'utilisation du désherbage mécanique ne fait qu'accompagner et poursuivre la cohérence de l'itinéraire. Des règles de décision sont également proposées pour accompagner l'ensemble de l'itinéraire. Trois grands types d'itinéraires techniques économes en pesticides ont été testés, évalués et comparés à un itinéraire technique préconisé conventionnel (pour de plus amples détails, se référer à Bouchard et *al*., 2010 et Valantin-Morison et *al.,* 2012).

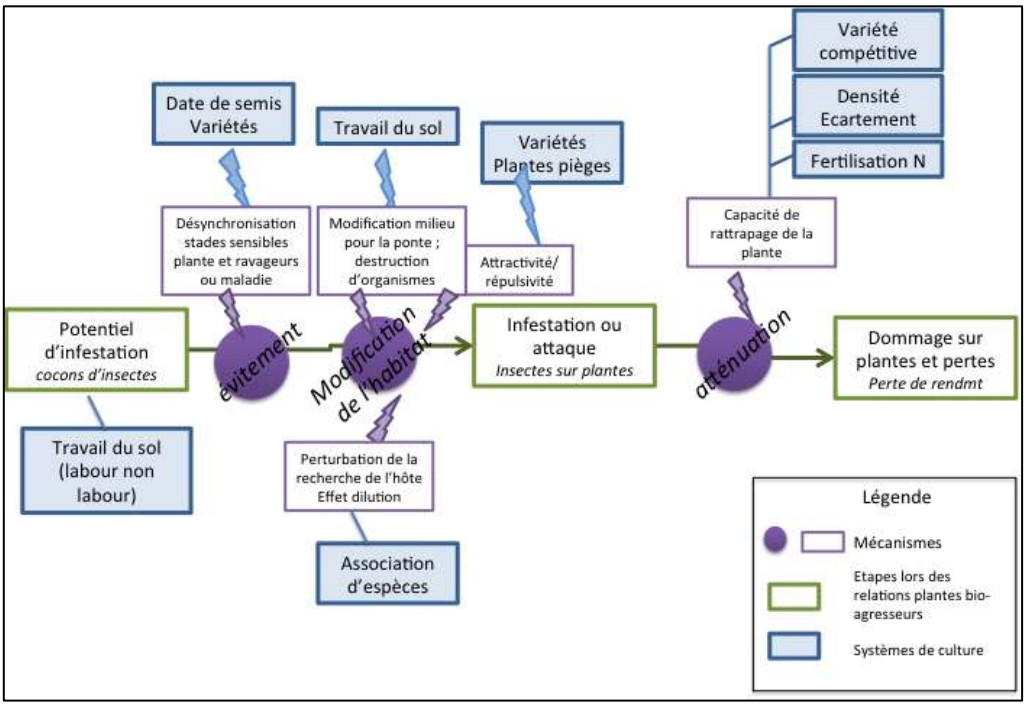


Figure B20 *: Schéma de fonctionnement des interactions couvert-bioagresseur et des effets attendus des leviers agronomiques à l'échelle parcelle ; Source : Valentin-Morison (2012)*

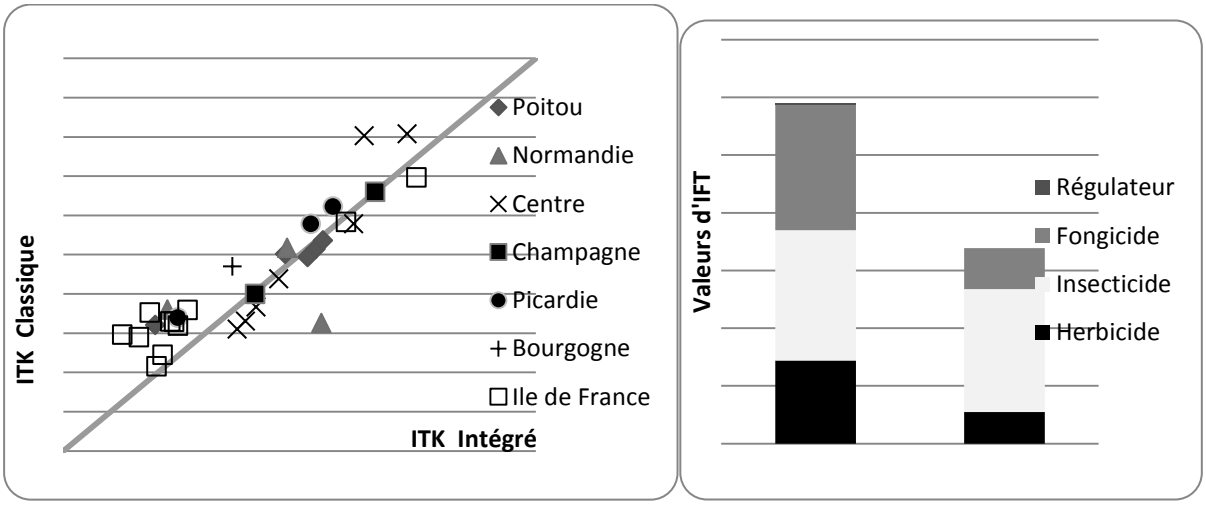


Figure B21 *: Comparaison des rendements (q/ha) à 9 % d'humidité et des IFT entre les deux itinéraires techniques ; Source : Bouchard* et al. *(2011)*

Ces itinéraires techniques intégrés décrits ici ont été évalués sur le plan agronomique et environnemental : ils permettent systématiquement un gain environnemental certain (baisse de l'IFT de 40 % en moyenne- Figure B21) par une réduction des herbicides et des fongicides et plus récemment des insecticides ; le bilan énergétique est légèrement amélioré. Dans un certain nombre de cas, la gestion des mauvaises herbes par étouffement ou désherbage mécanique a fonctionné et a réellement permis de réduire le recours aux herbicides. En outre, les itinéraires techniques intégrés testés en parcelles d'agriculteurs étaient implantés dans des systèmes de culture diversifiés, ce qui a permis d'obtenir une flore peu problématique. L'utilisation, d'une part de variétés résistantes au phoma, et d'autre part peu sensible à l'élongation a contribué à une moindre utilisation des fongicides.

La perte de rendement reste très modérée (en moyenne de 2 à 3 q/ha) avec une marge brute améliorée dans plus de 65 % des cas (Figure B21). Néanmoins, ces itinéraires techniques sont encore imparfaits ; ils pourraient encore être améliorés vis-à-vis de la fertilisation azotée, du choix variétal et de la gestion des insectes.

B3.3.b - Conception d'itinéraires techniques bas niveaux d'intrants pour le tournesol

Pour conserver l'atout environnemental du tournesol, tout en satisfaisant aux besoins de la filière oléagineuse (quantité et qualité), des itinéraires techniques réduisant le risque d'apparition des champignons pathogènes et permettant une adaptation aux conditions hydriques limitantes ont été conçus et évalués expérimentalement par l'Inra (Debaeke et *al*., 1998, 2003 ; Nolot et Debaeke, 2003). Les stratégies agronomiques proposées combinent (i) esquive des stress hydriques (date de semis, précocité variétale), (ii) évitement des contraintes hydriques et des dégâts de maladies (par un rationnement végétatif basé sur la gestion de l'azote et du peuplement) et (iii) utilisation de la tolérance variétale aux maladies (en particulier phomopsis). La construction de ces solutions s'appuie sur la recherche *ex ante* des meilleures combinaisons de techniques face à l'incertitude climatique et leur mise en application mobilise un jeu de règles de décision du type « si… alors… ».

Des compromis techniques ont été proposés pour réduire à la fois la sensibilité du tournesol au manque d'eau et aux maladies, en particulier par une gestion optimisée de la surface foliaire combinant apport d'azote (fractionnement), choix variétal et densité de peuplement.

Des relations entre croissance végétative précoce et risque de maladies ont été établies pour objectiver ces décisions. Ainsi, par exemple, il n'est pas utile d'apporter un fongicide anti-phomopsis si la hauteur du couvert est inférieure à 50 cm ou si la fraction du rayonnement interceptée est inférieure à 50 % au stade « bouton étoilé » (Debaeke et Estragnat, 2009). Par ailleurs, il a été montré que l'importance du dessèchement précoce attribué au phoma augmentait avec le statut azoté de la culture d'où l'intérêt d'un rationnement en azote, par ailleurs propice à la teneur en huile (Mestries et *al*., 2008 ; Seassau et *al*., 2008).

Des travaux sur les semis anticipés d'un 1 mois laissent espérer des possibilités d'esquive de la sécheresse supplémentaires sous réserve de la disponibilité de variétés à plus forte vigueur initiale et tolérant les basses températures (Alline, 2009).

Pour évaluer ces différentes stratégies et indiquer les choix « variété-conduite » les plus adaptés localement, un modèle de simulation dynamique des interactions génotype-environnement-conduite de culture (SUNFLO) a été développé à l'Inra (Casadebaig, 2008 ; Casadebaig et *al*., 2011). Ce modèle s'attache à représenter la réponse de variétés de tournesol (rendement, teneur en huile) aux contraintes hydriques et azotées. Les variables d'entrée sont facilement accessibles pour un expert et le paramétrage variétal s'appuie sur les essais variétaux mis en place pour les épreuves d'inscription (Debaeke et *al*., 2010). Douze paramètres décrivent la phénologie, la mise en place de la surface foliaire, l'élaboration du rendement et de la teneur en huile potentielle, enfin la réponse de la plante à la contrainte hydrique. Cet outil a pour objectifs : 1) le diagnostic agronomique (eau, azote) de parcelles agricoles; 2) l'appui à l'évaluation variétale en réseau ; 3) la recherche des couples variété-conduite les mieux adaptés à un contexte donné. Un outil web (COLLECTO) a été développé également pour une utilisation à l'échelle du bassin de collecte d'une coopérative afin de permettre l'évaluation agronomique et technico-économique de scénarios de gestion à une échelle agrégée (Debaeke et al., 2010). Des travaux sont en cours pour la prise en compte par SUNFLO des contraintes biotiques majeures.

La Figure B22 illustre la comparaison des performances de trois itinéraires techniques testés sur deux types de sol pendant dix ans à l'aide de COLLECTO (variété Aurasol). Les rendements moyens simulés varient de 20 à 36 q/ha selon les sols et les conduites. On montre qu'en sol superficiel (réserve utile de 80 mm), la marge brute de la conduite « bas intrants» est supérieure à celle de la conduite conventionnelle alors que l'inverse est obtenu en sol profond (RU = 170 mm). En sol superficiel, la conduite irriguée reste la plus rentable, alors qu'en sol profond, les conduites irriguées et conventionnelles aboutissent à des marges brutes comparables.

En sol superficiel, la conduite conventionnelle donne des résultats plus variables que la conduite « bas intrants » : coefficients de variation de 29 % *versus* 17 % pour la marge brute et de 19 % *versus* 13 % pour le rendement. En sol profond, les deux conduites sont comparables, la plus faible variabilité étant observée en conduite irriguée.

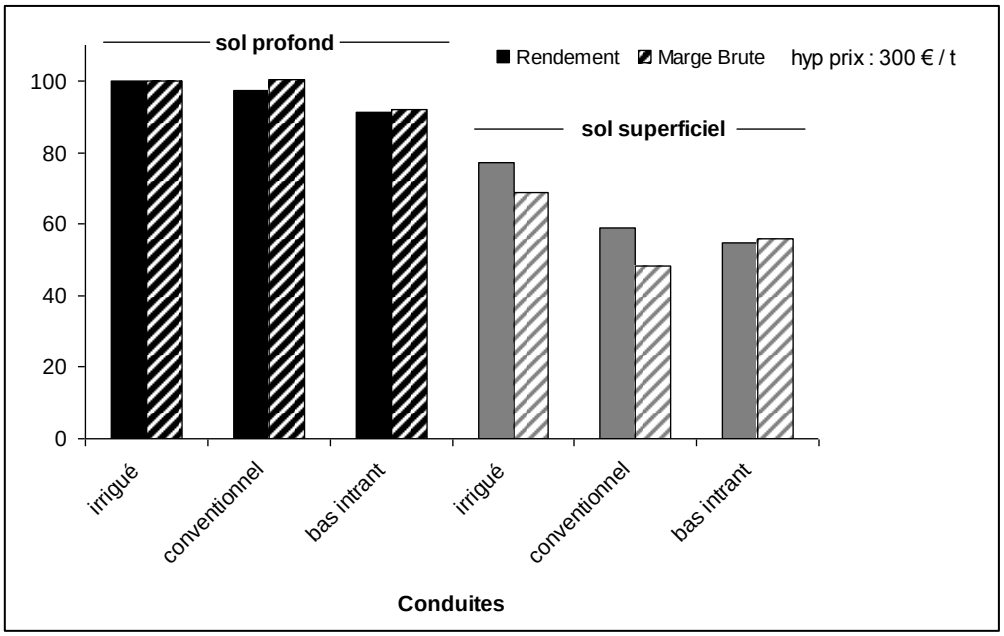


Figure B22 *: Rendements et marges brutes pour 3 itinéraires techniques de tournesol (var. Aurasol, précoce) et 2 types de sol variant par la réserve utile (profond : RU 170 mm ; superficiel : RU 80 mm) ; climat Toulouse (2001-2010) ; résultats exprimés relativement à la conduite irriguée en sol profond (36 q/ha) ; simulations réalisées à l'aide de l'outil COLLECTO (hypothèse de prix : 300 €/t) ; Source : Debaeke (2010)*

B3.4 - Concevoir des idéotypes variétaux adaptés aux nouveaux systèmes de culture et aux milieux

B3.4.a - Un rendement plus soutenu et plus régulier en tournesol

On l'a vu, le progrès génétique sur tournesol a été réel mais a été lui aussi handicapé par la construction de variétés peu sensibles aux maladies. Vear et Muller (2011) déclarent que « *le progrès variétal va dépendre de la connaissance fine des processus déterminant la mise en place et remplissage des graines, de la possibilité d'identifier les gènes contrôlant ces processus dans diverses espèces Helianthus et de la possibilité de les introduire petit à petit dans le tournesol cultivé, sans perturber les processus essentiels déjà en place. Ces connaissances seront obtenues dans les années qui viennent, et on peut être sûr que le progrès génétique va continuer* ». Les projets « Grands emprunts » vont dans ce sens.

B3.4.b - Des variétés plus tolérantes voire résistantes aux maladies, peut-être aux insectes pour le colza

On l'a vu aussi en colza, l'enjeu repose sur la capacité à conduire cette culture de manière économe en produits phytosanitaires et en azote. Les projets « Grands emprunts » en cours ou « Génoplante » passés, sont tournés vers l'identification de ressources génétiques pour la création de variétés adaptées à des conditions d'azote limitantes. Malgré les préoccupations des semenciers concernant le sclerotinia et l'évaluation environnementale (VATE) en cours des variétés inscrites au catalogue français, la prise en compte de la réduction des produits phytosanitaires dans la sélection variétale est encore timide. Elle devrait se renforcer.

C - Protéagineux, autres légumineuses à graines et luzerne en grandes cultures

C1 - Eléments généraux de contexte

A l'heure actuelle, en France, les légumineuses ont une place importante dans les prairies (25 à 30 % de légumineuses associées à des graminées dans les prairies temporaires et 5 à10 % dans les prairies permanentes), mais elles ont une place mineure par rapport aux autres espèces dans les grandes cultures.

Les légumineuses à graines, avec 0.27 Mha en culture pure en 2012, occupent moins de 2 % des surfaces de cultures arables, contre 10 à 25 % dans la plupart des autres grands pays producteurs. Elles produisent 1 million de tonnes (Mt) de graines. Elles représentent une gamme variée et complémentaire d'espèces qui sont majoritairement cultivées en cultures pures annuelles. Parmi elles, le pois est dominant et le soja qui représente les 3/4 de la production mondiale des légumineuses à graines est minoritaire en France et en Europe.

C1.1 - Diverses espèces de légumineuses positionnées sur différents débouchés

Les légumineuses sont des plantes fixatrices d'azote, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas besoin d'engrais azotés pour se développer grâce à la symbiose qu'elles entretiennent naturellement avec certaines bactéries présentes dans le sol, ce qui leur permet d'utiliser directement l'azote de l'air. Cette particularité confère aux légumineuses la capacité de convertir l'azote atmosphérique N_2 en un azote minéral intermédiaire NH_3 (azote ammoniacal) assimilable par la plante pour fabriquer des molécules organiques et notamment des protéines.

Différentes espèces de légumineuses sont présentes en grandes cultures. Les protéagineux recouvrent selon la réglementation européenne (Règlement COM 1765/92) les pois (*Pisum sativum*), féveroles (*Vicia faba*) et lupins (*Lupinus* spp) dont les cultures surtout destinées à une utilisation de leurs graines en alimentation animale. Riches en protéines et en énergie, elles permettent d'équilibrer les rations animales à base de céréales qui sont déficitaires en protéines. Les graines matures de certaines variétés de protéagineux connaissent aussi des débouchés en alimentation humaine. Le soja (*Glycine max)* est la légumineuse à graine dominante au niveau mondial en culture et en utilisation par les élevages mais c'est une culture minoritaire en France. De par sa graine riche en huile, le soja est classé dans les oléagineux ou oléoprotéagineux. Certaines espèces ou variétés de légumineuses à graines comme les haricots (*Phaseolus spp*), lentilles (*Lens culinaris*), pois chiches (*Cicer arietinum*) ou pois secs de casserie (*Pisum sativum*) sont très exclusivement dédiées à l'alimentation humaine et rentrent sous l'appellation de légumes secs. Ensuite, la luzerne (*Medicago sativa*) est l'espèce légumineuse principalement utilisée pour les cultures pures en prairies temporaires, avec aussi de petites surfaces de trèfle violet (*Trifolium pratense*). C'est l'ensemble des parties aériennes (feuilles et tiges) de la luzerne qui sont valorisées pour l'alimentation de monogastriques et de ruminants, sous forme de foin, de bouchons déshydratés ou dans une certaine mesure d'ensilage, fournissant un aliment riche en protéines qui complémente le maïs ou les autres graminées fourragères dans la ration alimentaire.

Les graines de protéagineux ne contenant pas de facteurs antinutritionnels et peu de matières grasses, peuvent être utilisées en graines entières, sans transformation préalable poussée. En cela, elles sont différentes des graines d'oléagineux, comme le soja ou le colza, qui sont triturées pour donner un tourteau riche en protéines après extraction de l'huile. En alimentation humaine, et aussi en alimentation des poissons, elles sont plus souvent décortiquées pour enlever le tégument riche en cellulose, puis cuites ou extrudées, voire fractionnées en constituants majeurs (protéines, amidon, fibres) quand il s'agit d'industries agro-alimentaires.

Les légumineuses à graines sont annuelles et à grosses graines (poids de 1000 grains souvent supérieur à 200 g). Ce sont principalement des cultures de printemps semées entre février et mars (ou entre décembre et janvier dans le sud de la France) et récoltées quand les graines sont à maturité[18] entre juillet et septembre. Il y a également des variétés dites d'hiver de pois, féverole ou lupin, semées à l'automne et récoltées une quinzaine de jours plus tôt que leurs homologues de type printemps. Ces types hiver représentent environ 20 % des surfaces pour le pois et ont un intérêt dans les zones à plus fort risque de chaleur et sécheresse en mai-juin, pendant la phase reproductrice très sensible à ces stress. Les modes de culture mono-espèce sont aujourd'hui prépondérants chez les protéagineux. Les modes de culture en association de protéagineux avec des céréales dans une même parcelle qui étaient très fréquents jusqu'au début du siècle dernier et qui avaient quasiment disparu, se développent depuis peu. Les protéagineux sont aussi utilisés dans les systèmes de productions biologiques.

C1.2 - Des surfaces de protéagineux fortement influencées par les choix politiques

La production de légumineuses protéagineuses en Europe a connu une rapide extension dans les années 1980 (Figure C1), suite à l'embargo américain sur le soja en 1973 qui privait l'UE de sa source principale de protéines pour les animaux et grâce au « plan protéines » que l'UE a mis en place en réaction[19]. Elle a ensuite atteint un plafond entre 1998 et 2000, avec une série de variations inter-annuelles puis un déclin prononcé dès 2003, tendances que l'on retrouve également pour les surfaces françaises. Dans le même temps, la production mondiale de soja a connu une croissance régulière et forte, passant de 59 Mt en 1973 à 261 Mt en 2011 (Source : FAOSTAT).

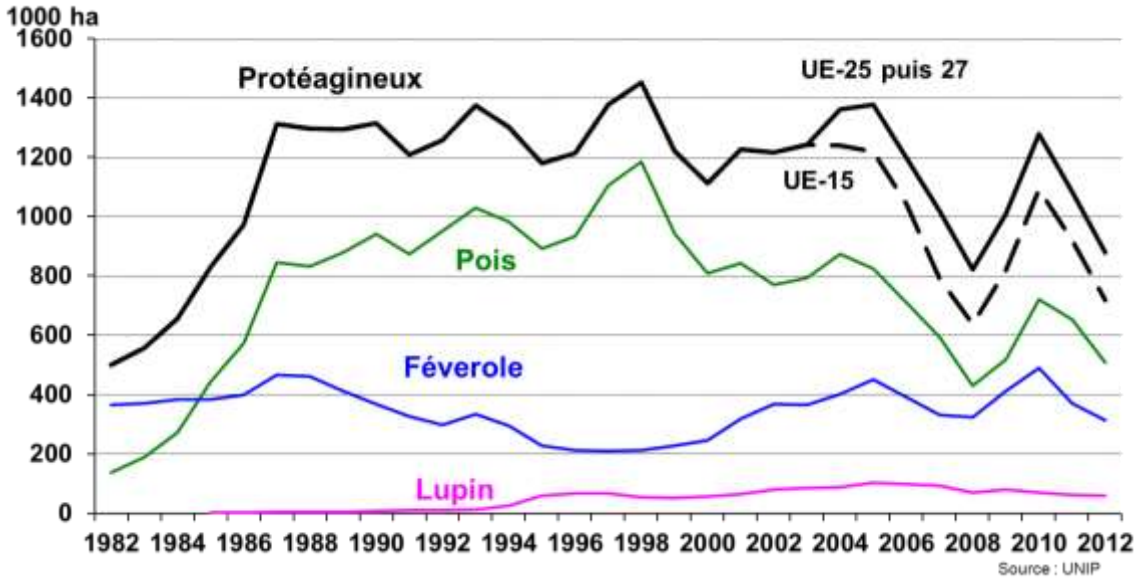


***Figure C1** : Surfaces de protéagineux dans l'Union Européenne (UE à 12 puis à 15 jusqu'en 2003, UE à 25 puis 27 ensuite) ; Source : FAOSTAT et UNIP*

Si l'Europe produit très peu de soja, elle produit en revanche environ 20 % des protéagineux mondiaux (Tableau C1). A côté de l'Europe, les principales zones de production sont pour le pois le Canada et la Fédération de Russie, et pour la féverole la Chine et l'Afrique du Nord. Les productions majeures de lupins sont situées en Australie, Nouvelle Zélande et en Amérique du Sud. Les productions se soja sont majoritairement situées en Amérique du Sud et du Nord.

[18] Par exemple le pois protéagineux se distingue du « pois potager » (ou « petit pois » ou « pois de conserve ») par le stade de récolte : ce dernier est récolté à un stade immature, juste avant que les graines commencent à se remplir d'amidons et de protéines de réserve.

[19] L'historique de la filière protéagineuse française, ses acteurs et enjeux ont été décrits dans l'ouvrage de Guéguen *et al.* (2008)

***Tableau C1** : Productions européennes et mondiales de graines de protéagineux en référence au soja en 2011 ; Source : FAOSTAT et UNIP*

Productions de graines (Mt)		UE 27	Monde
Soja		1,1	260,9
Protéagineux	Pois	1,6	9,6
	Féveroles	1,1	4,0
	Lupins	0,1	1,1
	Total protéagineux	**2,8**	**14,7**

En Europe, la France, le Royaume-Uni et l'Espagne sont les premiers pays producteurs de protéagineux (Figure C2).

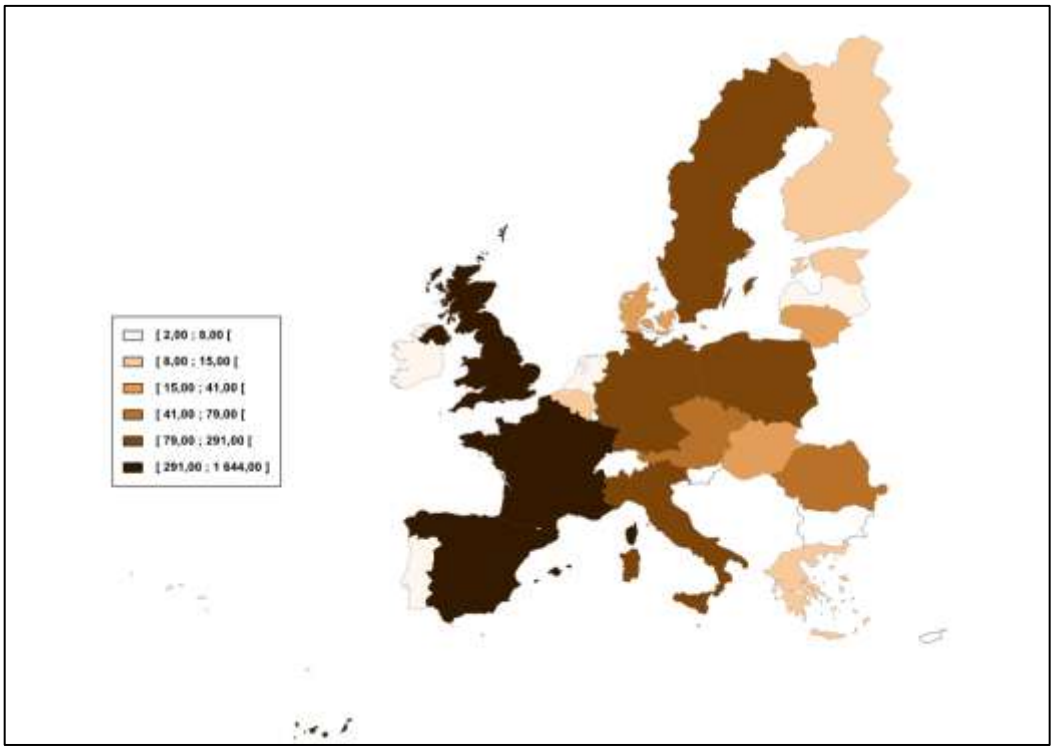


***Figure C2** : Production 2010 de protéagineux par pays de l'UE27 - Pois + Féverole + Lupins en 1000 t ; Source : UNIP*

En termes de surfaces françaises, le pois protéagineux a été la culture majoritaire des légumineuses à graines de 1980 à aujourd'hui et notre pays est le premier producteur de pois en Europe. La culture de pois a rapidement investi les surfaces de grandes cultures françaises lors du plan protéines des années 80, en s'installant principalement dans les systèmes céréaliers du grand Bassin Parisien et des régions Centre et Nord.

Depuis une quinzaine d'années en France, les surfaces en pois (et en conséquence de protéagineux) observent un recul très net (Figure C3) avec une réduction dans la sole de grandes cultures de 3.7 % en 2010 à 1.9 % en 2012. Rappelons que ce rapport entre légumineuses à graines (protéagineux, soja et légumes secs) et surfaces arables est de 1 % à 7 % selon les états membres de l'UE et les années, ce qui est très faible par rapport à l'Amérique du Nord ou l'Asie où les légumineuses à graines représentent entre 10 et 25 % des surfaces arables (Source : UE-GLPro, 2006). Les facteurs explicatifs des évolutions des surfaces françaises de pois sont multiples, dominés par des effets réglementaires et par la dégradation de

la compétitivité relative par rapport à d'autres cultures en termes de prix et de rendement à la culture (Thomas et *al*., sous presse).

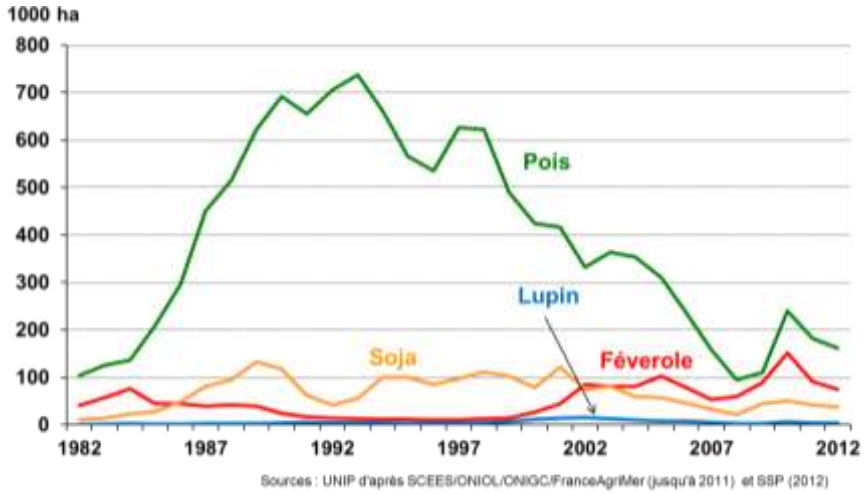


Figure C3 *: Surfaces de protéagineux et de soja en France (Source : UNIP-ONIDOL)*

Jusqu'au milieu des années cinquante, les associations céréales-protéagineux étaient largement cultivées en France et en Europe. Depuis, elles sont devenues marginales par rapport aux cultures pures, mais elles semblent réapparaître dans les pratiques récentes pour réduire les intrants en agriculture conventionnelle. Elles ont toujours été couramment pratiquées en agriculture biologique où les légumineuses sont souvent incontournables du fait de leur intérêt pour le bilan azoté de la rotation et où l'association permet de faciliter la gestion des adventices (surtout pour le pois). Les associations céréales - protéagineux sont surtout développées dans les zones d'élevage, où elles sont cultivées pour être récoltées soit en fourrage ou sous forme d'ensilage de mélanges immatures, soit en grains secs matures pour l'autoconsommation à la ferme. Les surfaces de protéagineux cultivés en culture biologique ou en association ont récemment augmenté de façon significative (Figure C4) même si ces modes de production restent encore minoritaires : 6 % des surfaces de protéagineux sont certifiées Bio ou en conversion Bio (Agence BIO, 2011). Selon les statistiques de l'Agence BIO (2011), les protéagineux et légumes secs couvrent 10% des surfaces de grandes cultures Bio (certifiées + conversion).

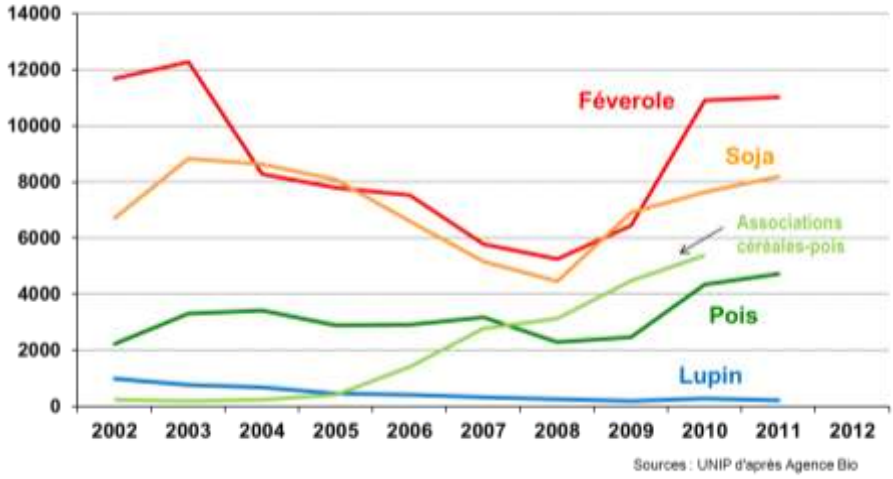


Figure C4 *: Surfaces (en ha) en production biologique des protéagineux, du soja et des associations céréales-pois en France ; Source : UNIP d'après Agence Bio*

La culture de soja en France est une culture de printemps qui s'est réellement implantée à partir des années 80 dans les deux principales zones pédoclimatiques favorables : le sud-ouest (essentiellement Midi-Pyrénées) et le centre-est (Rhône-Alpes et Bourgogne, jusqu'à l'Alsace). Du fait des fortes exigences en eau et chaleur de cette espèce, son extension géographique est limitée, et aujourd'hui encore ces deux zones représentent plus de 90 % des surfaces totales en France. Au fil des ans, les surfaces ont aussi fortement fluctué avec deux pics historiques, dont celui de 2001 (120 000 hectares), expliqués notamment par des raisons réglementaires (primes à l'irrigation) et économiques (écart de compétitivité par rapport à des cultures majeures comme le maïs).

C1.3 - Une palette de quatre espèces principales de légumineuses à graines pour des adaptations territoriales

Les principales légumineuses à graines cultivées en France montrent des complémentarités territoriales intéressantes pour répondre aux différents besoins, selon les conditions pédoclimatiques, les spécificités de l'espèce (type hiver ou printemps, adaptation aux systèmes secs ou irrigués, etc.) et les demandes du marché local (Figure C5) : le pois dans les systèmes céréaliers de la partie nord de la France, la féverole en conventionnel au nord ou en bio en régions sud-ouest, le soja en systèmes irrigués du sud, le lupin dans les régions de polyculture-élevage de l'ouest.

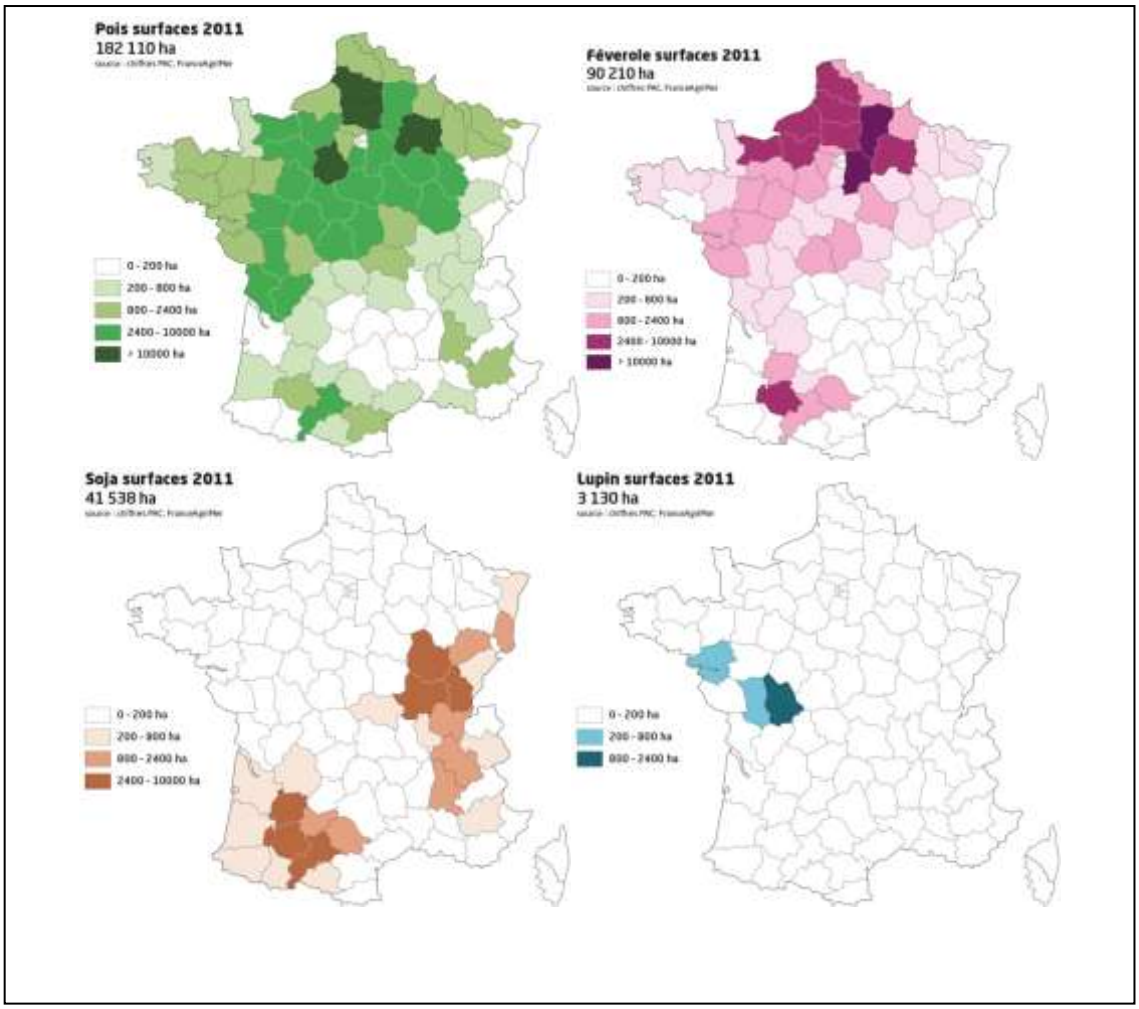


Figure C5 *: Répartition des surfaces de pois, féverole, soja et lupin par département en France en 2011 ; Source : UNIP et ONIDOL*

C1.4 - Des surfaces plus confidentielles en légumes secs, malgré des importations importantes

En France, la surface de production de légumes secs était composée en 2012 d'environ 15 000 ha de lentilles, près de 8 000 ha de pois chiches (une forte progression des surfaces est observée depuis 2 ans, Figure C6), auxquels il faut ajouter un peu plus de 3 000 ha de haricots secs et 3 000 ha de pois secs destinés à la casserie. En 2000, la production française était très morcelée géographiquement, avec une grande variété de situations agricoles et environ 2000 producteurs regroupés en noyaux localisés (A.N.D. et *al.,* 2000). Actuellement, les principales zones de production de légumes secs en France sont : la région Centre pour la lentille et les régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon pour haricots et pois chiches. On peut souligner pour ces espèces des complémentarités territoriales par rapport aux protéagineux et au soja. On estime la collecte nationale autour de 20 000 t/an au cours des dernières années (Tableau C2) alors que les importations sont importantes (en 2011, près de 28 000 t de lentilles ont été importées principalement de Chine, du Canada et de Turquie, et 6 850 t de pois chiche essentiellement d'Inde et d'Australie). Pour les haricots et lentilles, certaines zones de production ont obtenu une AOC (coco de Paimpol, lentille verte du Puy) ou une IGP (haricot Tarbais) visant à protéger la production locale de la concurrence, notamment étrangère.

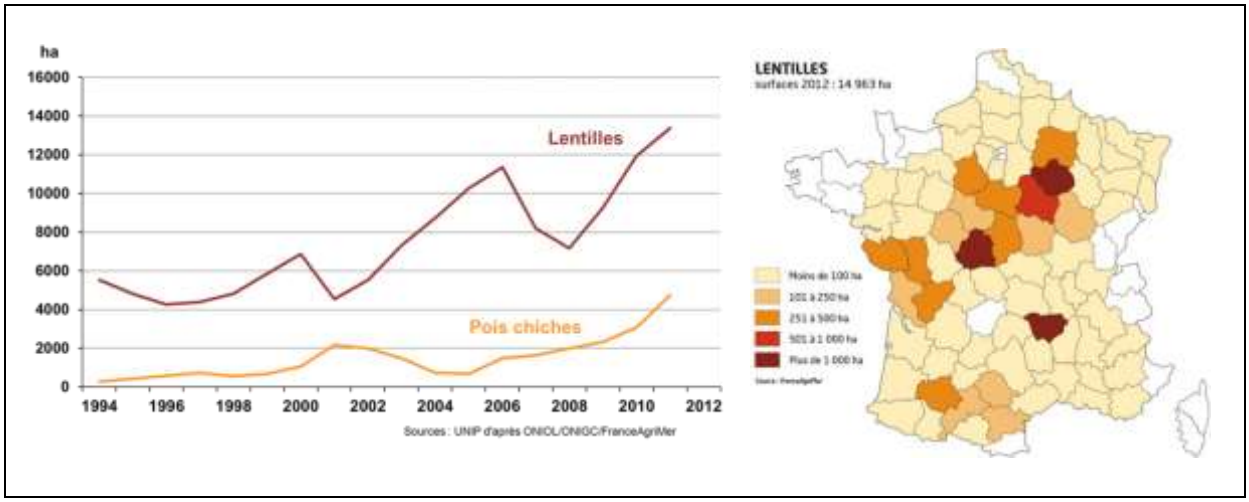


Figure C6 *: Surfaces de lentilles et de pois chiches en France ; Source : UNIP*

Tableau C2 *: Surfaces et production de lentilles, haricots et pois de casserie en France ; Source : Agreste*

	Surfaces (ha)		Rendement (q/ha)		Production (tonnes)	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Lentilles	13026	13961	15	17	19533	23315
Haricots secs	3324	3216	22	21	7261	6663
Pois secs (casserie)	2369	3678	17	18	4126	6771

C1.5 - Des prairies temporaires à base de luzerne qui ont connu une forte réduction, aujourd'hui enrayée

En France, la luzerne occupe actuellement une surface d'un peu plus de 300 000 ha. Comme d'autres légumineuses, la luzerne a fortement régressé depuis plusieurs décades, puisqu'elle occupait plus de 1 million d'ha dans les années 60 (Huyghe *et al.,* 2005). Depuis le début des années 2000, cette régression est enrayée et une tendance à la hausse des ventes de semences est enregistrée ces dernières années (+ 6 % dans les 10 dernières années). Cette tendance à la hausse est plus marquée dans les régions ouest et sud de la France (*source : GNIS*). La luzerne déshydratée représente approximativement 70 000 ha. Elle est produite très majoritairement (à plus de 80 %) en région Champagne-Ardenne, et donc

essentiellement dans des zones et des systèmes de grande culture dans lesquels l'élevage a souvent disparu. La production de luzerne déshydratée a subi une diminution marquée au cours des 10 dernières années (de 1,1 à 0,7 million de tonnes produites entre 2004 et 2011), en raison du coût énergétique du processus de déshydratation industrielle et de la taxe carbone qui frappe cette activité industrielle (*Source : Coop de France Déshydratation*).

C2 - Etat des lieux et enjeux pour demain

C2.1 - Les légumineuses introduites dans le système de production, permettent une entrée d'azote d'origine symbiotique issu de l'azote de l'air

Dans l'agriculture française, à côté de l'apport d'engrais industriels ou d'effluents organiques, la fixation symbiotique de l'azote de l'air par les légumineuses (qu'elles soient à graines ou fourragères) est une voie originale de l'entrée de l'azote dans les systèmes de production qui peut s'avérer très intéressante au niveau économique et environnemental. On estime actuellement pour l'agriculture Europe + ancienne URSS que 3Mt d'azote proviennent de la fixation symbiotique de N_2 par les légumineuses, à comparer aux 14 Mt d'azote sous forme d'engrais azotés utilisés. Ces estimations sont respectivement de 46 Mt et 87 Mt pour le niveau mondial (Peoples *et al.,* 2009). Au niveau français, on peut estimer l'apport azoté de la fixation symbiotique des légumineuses à 520 000 t, auxquelles il convient d'ajouter 260 000 t en provenance du soja importé (Encadré C1).

Encadré C1.
Estimations de l'azote symbiotique entrant dans l'agriculture française en 2010 (Duc et al. 2010)

Fourrages produits en France :
Prairies artificielles (espèce dominante : luzerne) : 0,08 Mt N fixé
Prairies temporaires en association : 0,07 Mt N fixé
Prairies permanentes : 0.32 Mt N fixé

Protéagineux produits en France :
Pois, féverole, lupins : 0.05 Mt N fixé

Soja produit en France : 0.003 Mt N fixé *(données 2009)*

Total N fixé par l'agriculture en France via la symbiose = 0.52 Mt

Protéines de soja entrant dans l'alimentation animale française (importées) : 0.26 Mt N fixé

C2.2 - Chez les légumineuses, des protéines sont majoritairement construites à partir de la ressource symbiotique utilisant l'azote de l'air

Rappelons que l'azote est essentiel à la croissance des végétaux, notamment pour la synthèse des acides nucléiques et des protéines. L'azote est abondant sur terre et représente 78 % de l'atmosphère terrestre, mais toutes les formes ne sont pas utilisables par les végétaux. Les légumineuses hébergent dans les nodules développés sur leurs racines par des bactéries du genre *Rhizobium* qui assurent la fixation de l'azote de l'air (Encadré C2). La ressource énergétique carbonée nécessaire à cette réaction ainsi qu'à la vie de la bactérie est fournie par la plante. On parle de relation symbiotique. Selon les situations, de 60 à 90 % de la ressource azotée d'une légumineuse sont issus de la fixation de l'azote atmosphérique, le complément étant apporté par la voie de l'assimilation de l'azote minéral du sol par les racines, voie commune avec les autres espèces cultivées. En situation de fortes disponibilités en azote minéral dans le sol, les légumineuses privilégient la voie d'assimilation et peuvent alors se comporter comme des pièges à

nitrates. Cette flexibilité est un atout de la nutrition azotée des légumineuses qui leur permet de doser selon les situations la combinaison entre autonomie en azote (via la fixation symbiotique de N_2) ou/et assimilation des ions nitrate du sol.

Encadré C2.

Les légumineuses fixatrices de l'azote de l'air et pièges à nitrate

Les espèces de bactéries rhizobiacées du sol capables d'établir une association symbiotique avec des légumineuses sont souvent spécifiques d'une espèce ou d'un groupe d'espèces apparentées. La plupart des légumineuses cultivées en France trouvent dans les sols un inoculum indigène qui leur est adapté, et seulement pour le soja (associé à *Bradyrhizobium japonicum*), ou dans quelques situations de pH élevé pour le lupin blanc (associé à *Rhizobium lupini*) ou de pH acide pour la luzerne (associée à *Rhizobium meliloti*), une inoculation par des rhizobium adaptés est nécessaire. Pour les lupins et la luzerne, si aucune culture n'a été faite récemment, une inoculation peut être bénéfique, même si les conditions de sol sont idéales.

Dans la ressource azotée d'une légumineuse, la fixation symbiotique couvre souvent plus de 60 % de ses besoins et ce taux peut varier rapidement en cours de culture, en fonction des phases de minéralisation et réorganisation de l'azote du sol du fait de l'effet inhibiteur des nitrates sur la fixation. Dans les sols à fort potentiel de minéralisation ou avec apport d'effluents d'élevage, les légumineuses cultivées se comportent comme des « pièges à nitrates », avec un solde apport (fixation symbiotique) – export (azote des parties récoltées) très négatif. Elles contribuent dans ces conditions à protéger l'eau de la lame drainante. A l'inverse, dans les sols pauvres en azote minéral, avec des taux de fixation supérieurs à 80 %, les légumineuses cultivées présentent un solde apport-export nettement positifs et contribuent à enrichir le stock d'azote organique du sol via les résidus de culture, principalement par l'azote des rhizodépôts. Cet azote stocké dans le sol contribue à l'effet précédent positif d'une légumineuse mesuré sur la céréale ou le colza qui lui succède dans la rotation (effet lié aussi aux meilleures conditions sanitaires pour cette culture qui suit une légumineuse).

La luzerne est une légumineuse à très fort potentiel de fixation symbiotique (jusqu'à plus de 350 kg N/ha), en raison de son potentiel de croissance élevé (12-15 t MS/ha/an) et de son fort taux de fixation (près de 90 %). C'est une espèce réputée améliorante de la structure du sol, et par ailleurs un bon fournisseur d'azote aux cultures suivantes. Sa vitesse d'implantation plus lente que d'autres légumineuses, ainsi que ses caractéristiques présumées de transfert de l'azote (par turnover des tissus végétaux plutôt que par exsudation directe), ont pour conséquence que la capacité de transfert de l'azote de la luzerne nécessite une période de latence pour s'établir de manière efficace, d'où la durée habituelle de maintien de 2-3 ans de cette espèce en tête de rotation pour bénéficier au mieux de ses effets de précédent. La luzerne est une espèce à enracinement très profond (2-3 m si les sols le permettent), qui de ce fait possède une forte capacité de piège à nitrate. En post-culture les flux azotés sont très variables selon l'exploitation de cette culture (enfouissement comme engrais vert ou exportation après fauche) mais la quantité d'azote restant au sol via les racines et collets peut aller jusqu'à 160 kg N/ha/an au moment de la destruction de la luzernière.

C2.3 - La ressource azotée symbiotique permet de réduire la consommation d'engrais azotés qui est une source d'importantes émissions de gaz à effet de serre (GES)

Les entrées d'azote symbiotique dans la production en grandes cultures françaises sont estimées à 0.14 Mt et sont donc très faibles au regard des utilisations des engrais chimiques azotés en grandes cultures en France estimées 1.6 Mt (MAAP, Centre d'études et de prospectives, 2009).
Pour une culture fertilisée avec un apport azoté entre 160 et 180 kgN/ha, les engrais azotés représentent le poste le plus impactant car il contribue pour environ 60 % au total des besoins en énergie de la culture et pour 50 à 80 % à sa production de GES : en moyenne ce poste « engrais azotés » est à l'origine de la consommation de 12 GJ et de l'émission de 2 teq CO2 (voir paragraphe E2.1).

Un développement des surfaces de légumineuses en grandes cultures réduira la dépendance énergétique des productions végétales et réduira les risques environnementaux liés à la fertilisation azotée minérale. Globalement, ce type d'azote présente des bénéfices maintenant connus et quantifiés en bonne partie : moins coûteux en intrants, moins polluant notamment en termes d'émissions de GES et de

consommation d'énergie [20] (Encadré C3). Ces qualités originales des légumineuses quant à leur bilan azoté et leurs contributions environnementales associées, apportent des éléments de complémentarité à l'égard des grandes cultures telles que les céréales ou les oléagineux et représentent une contribution potentielle technique, économique et environnementale qui doit et peut être mieux valorisée, et cela au-delà des systèmes de l'agriculture biologique qui les utilisent déjà en plus forte proportion. En aval et notamment au niveau des productions animales, ces espèces représentent une matière première riche en protéines et en énergie, et avec un faible impact carboné (Baumgartner et *al*., 2008).

Encadré C3.

Les légumineuses permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre

Le protoxyde d'azote N_2O est un puissant gaz à effet de serre (à poids équivalent, gaz à effet de serre 310 fois plus puissant que le CO_2) et les sols agricoles sont une source importante de N_2O du fait du fonctionnement de processus biologiques dont la dénitrification. L'azote contenu dans les engrais est une source importante de ces émissions, mais les résidus de culture enfouis dans les sols y participent également. Des travaux récents, en particulier au Canada et en Europe, ont montré que la fixation symbiotique de l'azote en elle-même ne contribue pas à l'émission de N_2O. Les légumineuses n'impliquant pas de fertilisation azotée, c'est donc essentiellement par leurs résidus de culture dans le sol qu'elles peuvent contribuer au risque d'émission. Avec des rapports C/N compris entre 15 et 50 dans le cas des protéagineux, l'incorporation de ces résidus entraîne une réorganisation nette de l'azote et ne semble guère susceptible d'accroître les émissions de base du sol. Ceci a été vérifié dans une expérimentation longue durée en cours à l'Inra de Grignon, dans des rotations avec pois, colza et blé (Jeuffroy et *al*., 2012) qui montre que la culture de pois se comporte comme une culture non fertilisée ; elle n'apporte pas de source d'émissions de N_2O supplémentaire par rapport aux cultures non légumineuses (toute chose étant égale par ailleurs) : cette réduction des émissions de N_2O est principalement liée à l'absence d'apport de fertilisation minérale sur une légumineuse et à l'existence du mécanisme de fixation symbiotique. Des mesures au champ ont par ailleurs montré l'absence de supplément d'émission spécifiquement liées aux résidus de culture du pois par rapport aux émissions liées aux résidus de culture du colza ou du blé, et l'absence d'émissions liées à la rhizodéposition.

Il n'y a pas suffisamment de données disponibles dans les cas des légumineuses autres que le pois. A l'instar des émissions de N_2O des autres légumineuses, les émissions de la luzerne semblent faibles par rapport aux cultures fertilisées et néanmoins des investigations complémentaires sont nécessaires.

C2.4 - Les facteurs clés des dynamiques ayant régi le secteur des protéagineux jusqu'à présent se situent davantage au niveau de la production

Les facteurs explicatifs des évolutions des surfaces de protéagineux sont multiples et dominés par :

- Des effets réglementaires européens et français
- Des négociations et échanges commerciaux internationaux
- La dégradation de la compétitivité relative par rapport à d'autres cultures en termes de prix et de rendement à la culture
- Le verrouillage socio-technique du système de production agricole (dominé par l'utilisation de fertilisants minéraux et organiques et la simplification des assolements au profit des céréales et oléagineux fortement tirés par des industries spécifiques et une forte concertation des acteurs)
- Le passage en-dessous d'une masse critique dans de nombreux territoires, bloquant des éléments de logistique clef pour l'approvisionnement en intrants à la production (semences, homologation de produits phytosanitaires…), pour la disponibilité de cellules de stockage et pour la formulation d'aliments.

L'analyse des dynamiques régissant le secteur des protéagineux et ses évolutions est résumée dans l'encadré C4.

[20] Communications personnelles du panel d'experts sur les légumineuses, adossé au Comité NPC, et en charge d'un ouvrage de référence à venir « Les légumineuses dans les systèmes de production agricole – Etat des connaissances et impacts agronomiques, environnementaux et économiques ».

Encadré C4.

Dynamiques ayant régi l'évolution récente des surfaces de protéagineux dans l'UE ; Source : Eurocrop 2008 et Schneider* et al. *(2007)

▪ Cultures qui avaient presque disparu du paysage agricole jusque dans les années 80

▪ Intérêt lors de l'embargo américain sur le soja et PAC favorable à lancer cette culture en Europe

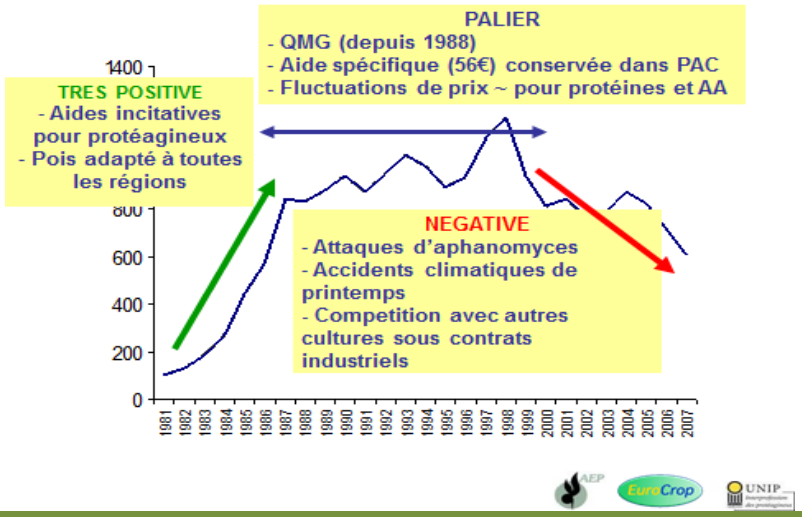
▪ Années 90, contexte réglementaire (réformes PAC) moins favorable

▪ Année 2000, effet du découplage total, pressions sanitaires et climatiques défavorables aux rendements du pois, faible compétitivité vis-à-vis d'autres cultures favorisées par une logique agro-industrielle de spécialisation (par exemple agro-carburant à base de colza) ou par la priorité donnée aux céréales dans le système dominant (blé et maïs avec valorisations domestiques ou exportations)

▪ Année 2000, développement de nouveaux débouchés pour les oléagineux (huiles, agro-carburants) dont les coproduits (tourteaux) sont valorisés en alimentation animale, contribuant à réduire la dépendance protéique française

▪ En 2012, dépendance protéique des élevages : France 50 %, UE 70 %

Surfaces européennes 1980-2007 de protéagineux (1000 ha)



La baisse depuis 2003 de la production dans l'UE s'explique en partie par la conjonction de changements de politiques agricoles et par des accidents climatiques au printemps, renforcés ces dernières années par une réduction des surfaces allouées aux pois protéagineux au sein des bonnes terres agricoles (le risque d'aphanomyces a été un facteur important de disparition du pois dans les bonnes terres , notamment en région Centre où il a été historiquement important) ; dans le contexte fluctuant des années 2007-2012, la faible attractivité sur les protéagineux s'inscrit surtout en creux par rapport à des stratégies renforcées sur d'autres cultures, portées par le système socio-technologique dominant des productions végétales (céréales), ou par une industrie spécialisée (colza avec le débouché du biodiésel).

Bien que les qualités des graines de ces cultures répondent à de nombreuses utilisations possibles, les agriculteurs ne considèrent pas ces dernières comme suffisamment rentables, notamment au regard d'une valorisation insuffisante dans les débouchés de l'alimentation animale, alors que le marché des protéines végétales utilisées en alimentation animale est fortement déficitaire en France et en Europe. Ce marché recourt fortement à des importations, notamment sous forme de tourteaux de soja (Figure C7), coproduit lié à l'important développement de l'industrie oléagineuse pour l'utilisation des huiles en alimentation humaine. Actuellement, les tourteaux d'oléagineux métropolitains et les protéagineux contribuent respectivement pour environ 40 % et 1,5 % aux 3.4

Mt de protéines sous forme de MRP (matières riches en protéines[21]) utilisées en France en alimentation animale et le pays importe environ 1,7 Mt de protéines (essentiellement issues de soja) pour contribuer à ces MRP. Si la France est dépendante du soja d'importation pour environ 50 % de ses besoins en MRP pour les élevages, l'Europe l'est à près de 70 % (*source : UNIP*).

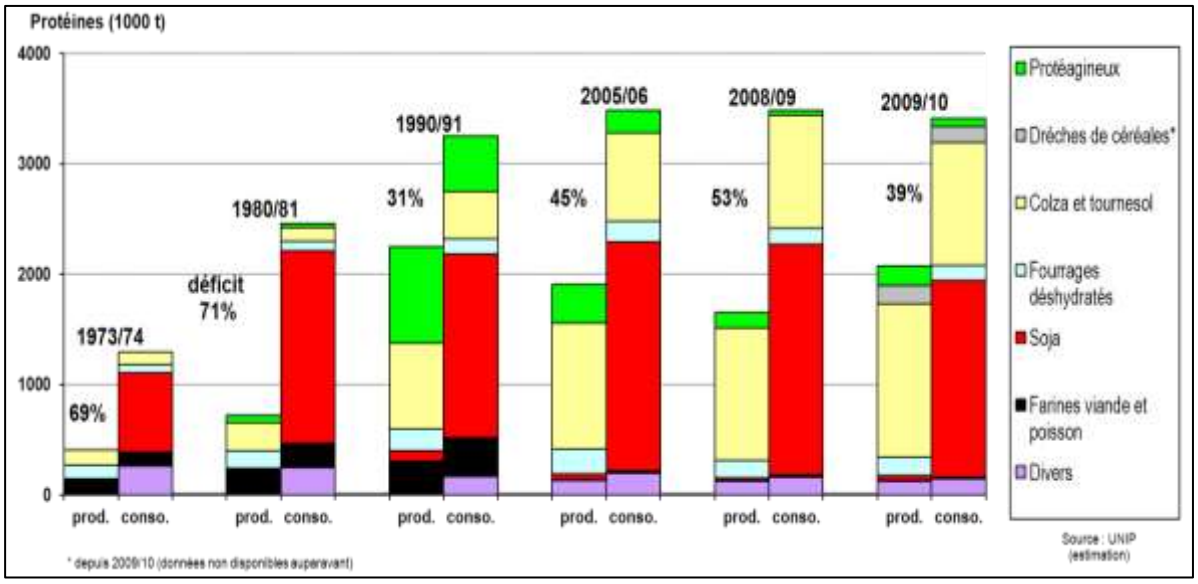


***Figure C7** : Bilan des Matières riches en protéines (MRP) dans l'UE ; Source : UNIP/ONIDOL*

Les protéagineux pourraient avoir une place plus importante dans le secteur de l'industrie de l'alimentation animale de plusieurs pays européens (notamment l'Espagne et l'Allemagne) (Pressenda et *al.,* 2008) : en fonction de leurs propriétés nutritionnelles et de leurs capacités à atteindre des objectifs zootechniques, des études du CEREOPA[22] estiment un potentiel d'utilisation des protéagineux en alimentation animale à 5.5 Mt contre les 2 Mt utilisées au maximum dans l'UE (années 80). Cette sous-utilisation renvoie à des questions de disponibilité et de connaissances sur cette matière première (intermédiaire entre un tourteau de soja riche en protéine et une céréale riche en énergie), et à un manque de compétitivité ou d'organisation de la filière au regard des pratiques de formulation (Meynard et *al.,* 2013).

En France, malgré le recul de la production, l'utilisation en alimentation animale reste dominante en volume pour les espèces de légumineuses protéagineuses. Cependant, on observe au cours de ces dernières années une émergence de nouveaux débouchés à plus forte valeur ajoutée avec des exportations significatives et croissantes en pois et féveroles pour l'alimentation humaine ou animale (alimentation des saumons). Les évolutions de débouchés pour le pois sont illustrées en Figure C8.

[21] MRP = matières premières agricoles dont la MAT [Matière Azotée Totale] est supérieure à 15 %.
[22] CEREOPA : Centre d'Etude et de Recherche sur l'Economie et l'Organisation des Productions Animales

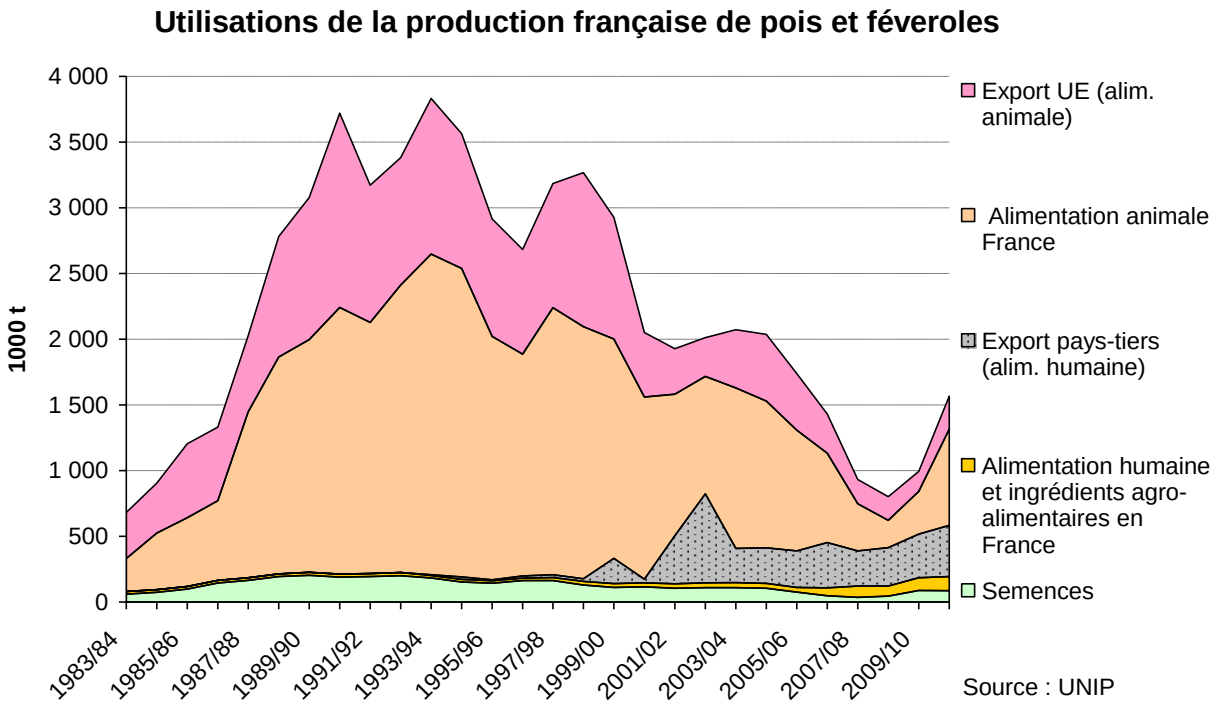


Figure C8 : *Evolution des débouchés (hors semences) des principales espèces de la production française de pois et féverole de 1983 à 2012 ; Source : UNIP*

Les graines de protéagineux et de légumes secs ont une valeur positive pour la santé humaine de mieux en mieux établie. Contenant notamment des protéines très digestibles, des amidons lentement digérés, des fibres et divers composés bioactifs, elles présentent une bonne valeur nutritionnelle et peuvent jouer un rôle protecteur à l'égard des risques d'obésité, de diabète, de maladies cardio-vasculaires et de certains cancers (BJN, 2012). Les débouchés en alimentation humaine sont en hausse au niveau domestique (soy foods issus de soja, ingrédients de pois et lupin) et stables à l'export (féverole vers l'Egypte). Ceux-ci absorbent aujourd'hui de 35 à 50 % de la production française de protéagineux. La remise en cause des régimes alimentaires très carnés des pays développés pour revenir à des régimes davantage basés sur les végétaux, une demande en protéines mondiale croissante et une empreinte environnementale plus favorable des protéines de légumineuses par rapport à des protéines animales, pourraient amplifier cette évolution (Inra-Cirad, 2009 ; European Commission 3rd SCAR prospective, 2011). De nouvelles valorisations en alimentation humaine pourraient donc donner un nouveau souffle à cette production, comme certains pays l'expérimentent actuellement (exemple du Canada).

C2.5 - Un potentiel en amont et aval de la filière et des clefs pour un développement

Les protéagineux ont la capacité d'augmenter l'autonomie azotée et protéique de la France et de l'Europe, et la limite se trouve au niveau des volumes produits, collectés et disponibles pour des utilisations massives en alimentation animale ou humaine.

L'évaluation des forces et faiblesses, opportunités et menaces (EMOFF) de la filière des légumineuses et notamment des protéagineux est résumée dans la Figure C9 qui montre (i) des atouts liés à la richesse en protéines des produits finaux et liés aux mécanismes de la fixation azotée qui évitent les dommages environnementaux associés à l'utilisation de fertilisants azotés, (ii) des faiblesses et menaces liées à une revenu annuel insuffisant pour être compétitif, aux faibles volumes actuels engendrant un manque d'intérêt des acteurs de la production et à l'absence de débouchés dédiés, installés et à plus forte valeur ajoutée.

Forces	Faiblesses
▪ Efficacité énergétique ▪ Plantes fixatrices d'azote ▪ Diminution des GES ▪ Augmentation des rendements des cultures suivantes ▪ Source de protéine et d'amidon	▪ Rendements variables ▪ Matière première pour l'alimentation animale fortement substituable ▪ Peu d'industries spécifiques pour les légumineuses à graines, tout particulièrement en alimentation humaine ▪ Volumes faibles
Opportunités	**Menaces**
▪ Capacités et ressources en R&D ▪ Augmentation du prix de l'énergie ▪ Préoccupations environnementales ▪ Préoccupations santé humaine ▪ Taxes environnementales	▪ Perte d'intérêt des agriculteurs, des organismes stockeurs fournisseurs d'intrants et des utilisateurs ▪ Progrès génétique plus lent que pour les autres cultures

Figure C9 *: Graphe de l'EMOFF des légumineuses à graines et protéagineux ; Source : Schneider* et al. *(2007) d'après AEP*

Les évolutions passées montrent l'importance des négociations internationales qui ont favorisé la production des céréales en Europe et du soja en Amérique, la réactivité des surfaces en réponse aux politiques proactives (Thomas et *al*., 2013) et la nécessité d'accélérer le progrès biotechnique pour renforcer la compétitivité face aux autres cultures. On a pu évaluer que des rotations incluant des légumineuses peuvent être compétitives dans plusieurs régions françaises du fait notamment des charges moindres, de la meilleure implantation de cultures et d'une prise en compte des performances globales de la rotation (cela dans le contexte réglementaire de soutien actuel, et à condition que les cultures soient conduites à l'optimal) (Schneider et *al.,* 2010, Petit et *al.,* 2012). La diminution récente des surfaces de protéagineux n'est donc pas uniquement liée à des problèmes techniques ou économiques, mais en grande partie aussi à une absence de fidélisation des utilisateurs et à un contexte socio-politique plus porteur pour d'autres cultures (politique d'exportation des céréales, politique de développement des biocarburants, etc.) dans un contexte de marché fluctuant (Schneider, 2007 ; Thomas et *al.,* 2013) contribuant au verrouillage technologique dans le monde agricole qui pénalise les cultures de diversification (cf. Partie F ; Meynard et *al*., 2012 ; 2013).

C2.6 - De nouveaux enjeux environnementaux et sociétaux

La diminution des surfaces en protéagineux participe à la simplification des assolements qui aujourd'hui est questionnée sous les pressions politiques et environnementales et par la demande de plusieurs acteurs :

- la demande des professionnels agricoles face à la nécessité d'une compétitivité accrue des productions agricoles majoritaires (notamment céréales, maïs et oléagineux) et face aux impasses techniques sur ces cultures liées à l'apparition de résistances aux herbicides, au développement de nouveaux bioagresseurs ou à l'épuisement des sols, et face au besoin d'autonomie protéique des élevages ;
- la demande sociétale face à la montée des problématiques environnementales et de la santé publique : réduction de l'utilisation des pesticides, qualité de l'eau et de l'air, réduction des émissions de GES, préservation de la biodiversité, aliments de bonne valeur nutritionnelle.

Le développement des légumineuses en agriculture, représente un élément de diversification et d'innovation important pour fournir différents services productifs, environnementaux et écologiques dans les systèmes de culture et d'alimentation de demain (AEP 2006 ; CGDD, 2009 ; Duc et *al.*, 2011).

C2.7 - Un fort besoin de progrès biotechniques sur cette filière légumineuse encore jeune

Même si toutes les espèces de grande culture ont connu de fortes fluctuations de rendement sur la dernière décade (Figure C10), ces variations sont davantage pénalisantes lorsqu'elles portent sur une espèce à rendement moyen plus faible.

Cette faiblesse et instabilité des rendements, conjuguée à une instabilité des prix, constitue encore aujourd'hui un frein majeur au développement des protéagineux dans les exploitations. On observe surtout un différentiel qui s'accroit entre le rendement moyen réalisé sur pois et celui observé sur blé (1.3 en 1982 à 1.7 en 2011).

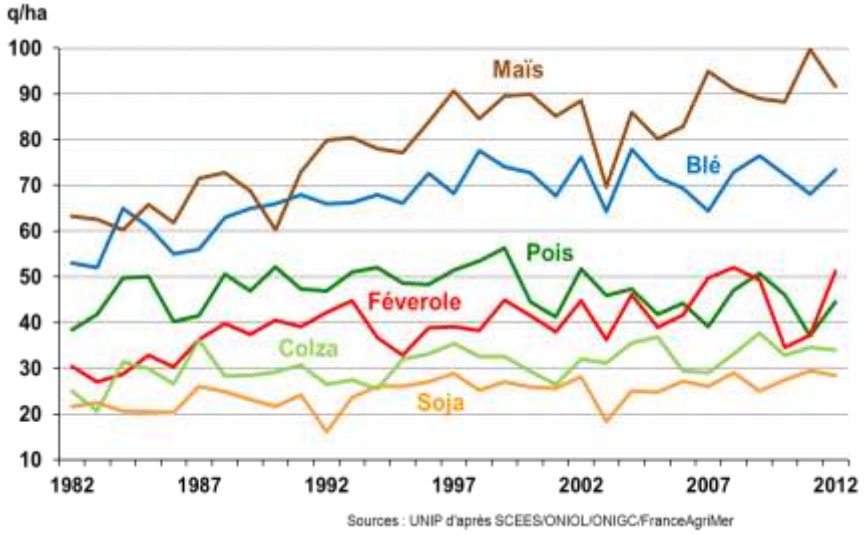


***Figure C10** : Evolution des rendements des légumineuses et autres cultures annuelles en France ; Source : UNIP (d'après plusieurs sources statistiques)*

La fluctuation des rendements est liée à la conjonction des conditions pédologiques (de la parcelle) et des conditions climatiques (de l'année) mais aussi aux marges de manœuvre pour piloter les performances de la culture (liées à l'environnement technique).

Le progrès génétique de rendement mesuré dans les réseaux d'inscription CTPS ou de post-inscription Arvalis Institut du Végétal-Unip est pourtant bien présent dans les nouveautés variétales, mais masqué par des effets de stress environnementaux (abiotique et biotiques) qui en limitent l'expression au niveau des exploitations agricoles (Lecomte et *al.,* 2013). Les programmes de sélection privée, à la fois peu nombreux et de petite taille, viennent fortement limiter la force de ce levier génétique ; ce que des actions publiques (nationales ou UE) tendent à corriger (Encadré C5). Des progrès variétaux importants ont néanmoins été réalisés dans la tenue de tige des pois de printemps, dans la résistance au gel des pois d'hiver, et les travaux de sélection sur la tolérance du pois à aphanomyces et à l'ascochytose progressent rapidement. Les critères d'inscription des variétés au CTPS sont en permanente évolution pour orienter ce progrès, recherchant aujourd'hui à évaluer une valeur environnementale des variétés candidates, en complément de leur valeur agronomique et technologique. Dans un catalogue variétal de pois, féverole et lupin, dominé par les variétés de type printemps, des variétés adaptées aux semis d'automne ont été progressivement développées afin d'élargir les zones de cultures ou stabiliser les performances. Des critères de composition des graines (teneurs en facteurs antinutritionnels et protéines) ont été définis qui ont permis d'améliorer les performances des graines en alimentation animale.

Par ailleurs, les performances des légumineuses se basent sur un processus biologique (la fixation symbiotique) plus que sur le pilotage de l'application d'un intrant, ce qui demande une expertise

différente. Ajoutons que les cultures dites 'mineures', c'est-à-dire avec peu de surfaces, ont un environnement technique plus restreint (réduction des compétences et conseil techniques, limites sur l'homologation de produits phytosanitaires). Ainsi, les choix possibles et/ou pertinents pour la conduite de l'itinéraire technique de la culture sont plus délicats pour faire exprimer tout le potentiel de rendement de la culture. De plus, la maîtrise des pressions biotiques et abiotiques dépend à la fois de l'expertise sur la culture (expertise individuelle dépendante de l'environnement dominant) et de la disponibilité d'outils de pilotage qui facilite la gestion ou rassure l'agriculteur.

Un progrès technique tant au niveau variétal que de la gestion de la culture sera un des leviers clef qui appelle à des actions mobilisant des recherches pluridisciplinaires et à la R&D de la filière, en renforçant l'implication des acteurs de l'aval notamment en alimentation humaine ou autres usages (Encadrés C5 et C6).

Encadré C5.

Une dynamique positive du côté de la R&D sur les protéagineux, sur des budgets encore limités face aux enjeux

L'Inra est l'institut de recherche européen qui a le plus investi en matière de recherches sur les protéagineux. Un partenariat entre la recherche Inra et les partenaires professionnels (Unip-Arvalis Institut du végétal-FNAMS-CTPS, Rad-Civam, Chambres d'agriculture, sélectionneurs) a permis de nombreuses actions collectives. Celles-ci ont permis d'orienter la recherche vers les priorités de la filière et de valider et transférer les solutions proposées (exemples des actions AIP-Inra-Impact pois d'hiver (2005), PSDR-Profile (2010), de différents projets Casdar et contrats de branche, des structures RMT-SDCi et GIS GC-HP2E). De 1990 à 2010, l'AEP (Association Européenne de Recherche sur les Protéagineux) a aidé au lancement et au pilotage d'une trentaine de projets de recherche de dimension européenne. Récemment, les soutiens nationaux significatifs via les programmes dédiés aux protéagineux que sont Génoplante 2000-2005 et Investissement d'Avenir PEAMUST 2012-2018 apportent un nouvel élan prometteur de grande ampleur, à consolider toutefois avec des projets complémentaires ciblés sur les systèmes de production et sur le développement.

Encadré C6.

Principaux leviers d'actions identifiés sur les protéagineux et le soja et classés par ordre de priorité

Source : Journée de communication du 21 Novembre 2012 « Comment relancer la production et l'utilisation de protéines végétales françaises à partir de protéagineux et de soja ? » (GIS Biotechnologies vertes, GIS GCHP2E, Onidol, Unip, Sofiprotéol)

▪ Régulariser et augmenter les rendements.

▪ Sécuriser l'approvisionnement et la traçabilité à travers une meilleure coordination des acteurs en filières, éventuellement sur la base de la contractualisation, et un renforcement des dynamiques territoriales pour encourager la production. A ce sujet, les industriels ont souligné le manque d'outils pour couvrir les transactions (absence de marché à terme pour le pois, pas de cotation de référence pour du soja non OGM tracé origine France).

▪ Partager entre maillons de la filière les enjeux de la réduction d'empreinte environnementale permise par l'insertion des légumineuses dans les systèmes de culture et parvenir à la valoriser.

▪ Développer, au niveau du conseil agricole et de gestion, des méthodes d'analyse économique qui tiennent compte des effets précédents pour les choix d'assolements.

▪ Améliorer l'image des légumineuses à graines en alimentation humaine, à travers la communication sur leurs qualités nutritionnelles, environnementales et leur origine française.

▪ Interpeler les pouvoirs publics sur la nécessité de poursuivre le soutien à la recherche sur ces cultures et d'une valorisation économique et réglementaire de la culture de légumineuses et de leurs avantages environnementaux. *(voir : plan protéines végétales ambitieux et cohérent pour la future PAC 2014).*

▪ Améliorer la qualité de la graine pour certaines espèces et développer les traitements technologiques (décorticage, extrusion…).

▪ Traiter le soja comme les protéagineux, notamment au sens réglementaire du terme.

▪ Soutenir l'investissement dans les unités permettant de traiter la graine de soja, les faibles volumes de production étant peu compatibles avec une trituration à grande échelle.

Certaines options ont été évoquées sans faire consensus, comme celles de donner la priorité à un débouché (alimentation humaine vs alimentation animale, export vs marché interne), ou de réduire le nombre d'espèces cibles (pois pour le nord et l'ouest, soja pour le sud et l'est).

C3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental

Le rôle de « tête de rotation » des protéagineux et autres légumineuses au sein des successions culturales a toujours été reconnu. Même si ce rôle a été sous-utilisé ces dernières décades, la place des légumineuses dans les systèmes doit aujourd'hui être repensée. Pour concevoir les systèmes de demain plus performants sur le plan environnemental, il y a deux impératifs : diversifier les systèmes et utiliser la fixation symbiotique comme clé d'entrée plus importante d'azote dans les systèmes agricoles. Pour bien valoriser ce type d'entrée d'azote, le système doit aussi permettre des performances élevées des protéagineux afin d'augmenter à la fois la part d'azote symbiotique utilisable dans le système et la valeur économique du système agricole les utilisant et *in fine* leurs surfaces.

Des leviers doivent être mobilisés à trois niveaux :

- adapter l'espèce de légumineuses selon les contextes pédoclimatiques, les systèmes de cultures et les débouchés locaux ;
- améliorer la productivité des protéagineux : via l'amélioration variétale, via la conduite au cours du cycle de culture (bon fonctionnement de la fixation azotée, maîtrise des pressions biotiques et abiotiques, optimisation des itinéraires techniques en minimisant les intrants à impacts environnementaux) et via les innovations au niveau du système pour les couverts, les techniques de travail du sol… ;
- mieux utiliser cette source d'azote au niveau de la gestion du système de culture : piloter plus finement ce type d'entrée azotée par rapport aux besoins des autres plantes (notamment en termes de croissance et remplissage en azote des grains) et par rapport à la limitation des pertes dans l'environnement.

L'existence de plusieurs espèces de légumineuses avec des types hiver et printemps, riches d'une grande diversité encore sous-exploitée dans les ressources génétiques, représente un potentiel de diversification et de progrès importants à court ou moyen terme pour améliorer les performances agronomiques, environnementales et économiques de ces cultures au niveau des exploitations.

C3.1 - Raisonner des systèmes doublement performants et définir des idéotypes[23] adaptés

Les légumineuses permettent de réduire significativement les intrants azotés et d'optimiser l'absorption des nutriments par les différentes plantes du système en exploitant leurs complémentarités ; par ailleurs elles contribuent à réduire la pression des bioagresseurs en leur opposant une diversité d'hôtes, de milieux et de cycles de culture (Groupe filière protéagineux-Inra, expertise 2012). Dans la conception de systèmes plus robustes vis-à-vis des aléas climatiques et économiques, le positionnement des légumineuses et les leviers à travailler doivent être analysés selon :

[23] « Combinaison optimale de traits morphologiques et physiologiques ou de leurs déterminants génétiques conférant à un matériel végétal une adéquation satisfaisante à un environnement, à un mode de production et une utilisation donnés » (voir paragraphe F1)

- les systèmes majoritaires de la région concernée
- le degré de dépendance aux intrants : améliorations techniques et études multicritères des différents systèmes plus ou moins économes en intrants incluant des protéagineux (dont le cas de l'agriculture biologique)
- les types d'insertion des légumineuses dans les systèmes : légumineuses à graines (protéagineux ou légumes secs) implantées comme cultures de rente annuelles dans la succession ou en association avec d'autres cultures (par exemple blé-pois, féverole-triticale) ; légumineuses implantées en cultures pluriannuelles (cas de la luzerne) ; légumineuses non récoltées implantées en couvert pendant la période d'inter-culture, seules ou en couvert associé à une culture de rente (par exemple vesce ou féverole en association avec un colza) ; etc.

Les objectifs à atteindre par la légumineuse dans le système combineront différentes fonctions ou caractères d'intérêt dans des idéotypes[6]. Dans cette démarche, le développement de modèles sera indispensable pour définir et évaluer ces idéotypes, et produire des OAD pour le pilotage des systèmes.

C3.1.a - Raisonner l'intégration des légumineuses dans les rotations pour améliorer la gestion de l'azote et augmenter la ressource symbiotique

Comme le souligne le panel d'experts sur les légumineuses du groupe de travail NPC, pour bénéficier au mieux de l'azote de la fixation symbiotique, il convient de raisonner la gestion des flux d'azote à l'échelle du système de culture : (i) maximiser la part de la fixation dans l'alimentation azotée de la légumineuse, (ii) optimiser le recyclage de l'azote minéral disponible pour les cultures associées ou suivantes et (iii) limiter ainsi les pertes de nitrate via les émissions de N_2O ou la lixiviation en automne et en hiver. L'azote minéral disponible doit être source d'engrais pour la culture suivante et source d'augmentation du stockage d'azote sous forme organique (avec fonction simultanée de stockage de carbone) dans le sol. Pour mieux utiliser la source d'« azote symbiotique » au niveau de la gestion du système de culture, il est nécessaire de piloter plus finement ce type d'entrée par rapport aux besoins des autres plantes (notamment en termes de croissance et de remplissage en azote des grains).

- *Par l'intégration d'une légumineuse parmi les cultures principales de la rotation*

Un effet précédent cultural positif est souvent observé dans les rotations incluant une légumineuse (cf. Encadré C7). Le choix de la culture qui suivra une légumineuse est important pour optimiser cet effet, notamment par sa précocité d'implantation et sa grande capacité d'absorption à l'automne.

Au global, un blé succédant à un pois produit environ 0.8 t/ha de plus avec 20 à 30 kg N de moins, et un colza de pois produit 0.1 à 0.2 t/ha de plus avec 40 kg N de moins en moyenne (Carrouée et *al.,* 2012 ; Jeuffroy et *al.,* 2012). Cependant, le blé absorbe peu d'azote pendant l'hiver et les fortes fournitures d'N minéral laissées dans le sol par la culture de pois présentent souvent de forts risques de lessivage pendant l'hiver suivant. Le colza peut absorber d'importantes quantités d'azote pendant l'automne et pourra ainsi valoriser les quantités importantes d'N laissées par le pois et réduire les risques de lixiviation pendant l'hiver. De même, pendant le printemps suivant, l'azote absorbé par la culture de colza permet de réduire les besoins en engrais minéral, donc de réduire également les émissions de N_2O sur la culture de colza et d'améliorer le bilan énergétique de cette culture (Schneider *et al.,* 2010). Cette technique encore peu pratiquée a été testée dans un réseau de parcelles agricoles en montrant l'absence d'inconvénients majeurs (Casdar 7175-2011 ; Carrouée *et al.,* 2012).

Parmi les effets d'une légumineuse en qualité de précédent, le lupin blanc présente une caractéristique originale : outre les conséquences sur l'azote, cette légumineuse augmente par ses sécrétions racinaires la disponibilité en phosphore soluble pour la culture suivante.

Il convient de souligner que de nombreux cas de sur-fertilisation azotée sont enregistrés pour les cultures qui succèdent à une légumineuse dans la rotation et que des démarches de préconisations sont encore nécessaires. Plus globalement, il convient d'optimiser la gestion de la fertilisation en engrais minéraux et organiques sur les cultures avant légumineuse (pour gérer le stock azoté du sol) et après légumineuses

(en tenant compte des effets précédents), en intégrant finement ce paramètre dans les OAD de la fertilisation azotée.

La luzerne cultivée en tête de rotation de cultures de rente constitue un cas intermédiaire entre un CIPAN et une légumineuse prairiale. L'accumulation de N dans les collets, les pivots et le reste du système racinaire est élevée (de l'ordre de 200-250 kg N /ha). La fourniture de N suivant le retournement d'une luzerne de 2 ans peut fournir 90 à 150 kg N /ha dans les 18 premiers mois, et se prolonge à une vitesse qui décroit ensuite, mais qui permet de fournir un total de près de 200 kg N/ha sur les 4 années qui suivent son retournement (Justes et *al.,* 2001).

Encadré C7.

Pistes d'insertion du pois dans les rotations céréalières

Des études économiques récentes (projet Casdar 7175, 2011) montrent que dans les contextes passés ou présents, faire évoluer la composition des rotations des systèmes céréaliers à forte proportion de céréales ou de type rotation courtes Colza-Blé-Orge en introduisant notamment du pois, s'avère une alternative qui en général ne dégrade pas la performance économique du système si l'on intègre dans les calculs la valeur des interactions agronomiques entre cultures successives (en terme d'impact sur leurs performances et sur leurs itinéraires techniques).

En effet, même en ne considérant que les effets précédents à court terme dans les performances économiques (sans compter les réductions de charges « herbicide » à terme avec la diversification de la rotation, difficiles à chiffrer de façon fiable), les alternatives avec pois ont systématiquement une performance économique équivalente ou légèrement améliorée dans les 4 régions étudiées si le pois est inséré entre deux blés, et en général, une rentabilité à peu près équivalente si le pois est inséré avant le colza lorsque le témoin est un rotation courte type Colza-Blé-Orge (et ceci dans plusieurs contextes de prix des intrants et des graines récoltées, et avec la prise en compte de l'aide couplée historique et actuelle).

On note que l'insertion du pois devant un blé ou un colza permet de cumuler ces intérêts agronomiques et économiques avec une moindre perturbation de l'équilibre des filières locales, en rajoutant essentiellement une matière première qui est par ailleurs utilisable par l'alimentation animale en grands volumes au prix actuel.

De plus, en dehors des conduites conventionnelles, les cas d'étude menés avec des conduites à dose azotée réduite et/ou à IFT hors herbicide réduit confirment que, dans le cadre de plafonnement des intrants d'un système, les protéagineux sont un outil clé pour une meilleure gestion de l'azote des rotations et assolements, et donc une diminution de l'azote minéral industriel utilisé en moyenne sur la sole agricole.

- *Par des associations de cultures de rente légumineuses et non-légumineuses*

Il est possible de cultiver, dans une même parcelle et pendant un même cycle de culture, une céréale et une légumineuse en association qui seront récoltées à graines. Bien que difficiles à gérer techniquement, notamment pour la maîtrise des proportions d'espèces au cours de la production et pour le tri à la récolte, les mélanges d'espèces offrent les atouts de plasticité d'un peuplement végétal à l'égard de différents stress biotiques ou abiotiques. Ils permettent d'optimiser la gestion de l'azote et les risques de perte dans l'environnement (Bedoussac et Justes, 2011 ; Pelzer *et al.,* 2012). Un couple légumineuse - non légumineuse ajustera ses besoins aux fluctuations des niveaux d'azote minéral disponible : dans une association blé-pois, la légumineuse peut devenir fixatrice de N_2 jusqu'à hauteur de 95 %, laissant à la non-légumineuse associée la possibilité d'exploiter l'azote minéral du sol disponible, amplifiant ainsi l'efficience de l'azote et réduisant l'utilisation d'énergie fossile. Il est important de progresser dans la connaissance des idéotypes variétaux adaptés aux associations (architectures, cinétiques d'acquisition des ressources, compétitivité) et dans leur mode de conduite (densité, fertilisation, protection des stress biotiques, récolte…).

- *Par un couvert de légumineuse (seule ou en association) en culture intermédiaire avant et/ou après culture de rente (céréales ou oléagineux), ou par des couverts accompagnant les cultures (repousses ou espèces implantées)*

Les objectifs de légumineuses en cultures intermédiaires ou en couverts associés sont à la fois (i) de favoriser l'entrée d'azote symbiotique dans le système tout en réduisant les pertes d'azote par lessivage de sols nus, (ii) de synchroniser au mieux la minéralisation de la légumineuse (via les dates de semis et de destruction) avec la phase de croissance de la culture de rente (ou de formation de sa teneur en protéine) et (iii) d'exercer un pouvoir compétitif à l'égard des adventices. Ces espèces implantées seules ou de préférence en mélange avec d'autre espèces, contribuent à immobiliser l'azote minéral à l'automne qu'elles restituent sous forme d'engrais vert après destruction (Justes et *al.,* 2012). Les légumineuses peuvent participer à une stratégie de CIPAN (cultures intermédiaires piège à nitrate) car leur voie assimilatrice d'N est prioritaire sur la voie symbiotique lorsque l'N minéral est disponible. Beaucoup de recherches restent encore à faire sur choix des espèces, variétés et du mode de conduite (implantation de la légumineuse en association avec une graminée, facilité de destruction du couvert, enfouissement ou exportation des résidus, valeur des résidus pour la fertilité du sol et les bilans de C et N, valeur pour la biodiversité associée et risques de réservoir à bioagresseurs…).

C3.1.b - Raisonner l'intégration des légumineuses dans la rotation pour mieux gérer la pression parasitaire sur l'ensemble des cultures de la rotation et réduire l'usage de produits phytosanitaires

Les systèmes de culture actuels diversifient peu les cultures dans la rotation et les périodes de semis. Cette situation favorise le développement de certains stress biotiques. La diversification des espèces dans l'espace et dans le temps en incluant des légumineuses est un levier qui permet de réduire la pression des bioagresseurs en leur opposant une diversité d'hôtes, de milieux et de dates de cycles de culture. Cette diversification peut inclure une diversité d'espèces récoltées ou non (cultures intermédiaires et couverts associés aux cultures de rente). Dans le choix des espèces ou variétés de légumineuses cohabitant ou se succédant sur une exploitation, il convient d'évaluer les risques des bioagresseurs qui leurs sont communs ou spécifiques, de définir des idéotypes et de construire des OAD de pilotage.

- *Pour une protection à l'égard des adventices et réduire l'usage des herbicides*

L'objectif est de réduire la compétition des adventices à l'égard des diverses cultures de rente de la rotation, en exerçant une pression sur les populations et le stock semencier d'adventices par des effets de concurrence ou de décalage de cycles (Munier-Jolain et *al.,* 2008).

Dans le choix des cultures en rotation, une date de semis d'un protéagineux d'hiver, souvent plus tardive que pour une céréale, peut permettre sous certaines conditions, de réduire les levées d'adventices en début de cycle (Colbach et *al*., 2008). Un pois de printemps permet une réduction des adventices graminées automnales très fréquentes et nuisibles en céréales d'hiver (Cobach et *al.,* 2010). L'architecture des plantes et la densité de semis de la féverole et des lupins autoriseront des stratégies de binage mécanique inter-rangs qui participent à la réduction des populations adventices.

Des associations plurispécifiques de légumineuses et non-légumineuses dans une même parcelle (exemples pois-blé, féverole-triticale…) sont très efficaces pour utiliser de façon complémentaire les ressources lumière-eau-azote et exercent une forte pression de concurrence qui va réduire les populations d'adventices (Valantin-Morison et *al.*, 2008). En outre, la date de semis de l'association d'hiver est calée sur la date de semis du pois d'hiver, permettant ainsi de réduire les risques de levée d'adventices.

En tant que culture intercalaire de longue durée, la luzerne se révèle efficace pour limiter la pression en adventices dans les rotations de céréales et autre cultures annuelles, et en conséquence permet possiblement de limiter l'usage des herbicides dans les rotations.

Enfin, une plante de service légumineuse (couvert associé ou intermédiaire) qui sera détruite avant récolte, semée en même temps ou en décalé par rapport à la plante de production, permet de réduire les infestations d'adventices car elle couvre mieux le sol que la culture pure.

Le CTPS a engagé une étude du pouvoir couvrant des variétés protéagineuses candidates à l'inscription. Par le test de combinaisons nouvelles entre des espèces et variétés de légumineuses contrastées pour leur phénologie et leur architecture, avec différentes options de conduites et d'objectifs (rente ou service) et par la définition des caractères d'intérêt, de nouveaux idéotypes « herbicides réduits » adaptés à différents systèmes pourront être proposés.

- *Pour une protection à l'égard des principales maladies et ravageurs des grandes cultures de la rotation, et une réduction de l'usage des pesticides*

L'introduction dans une rotation d'une culture non-hôte des maladies des céréales telle que le pois permet la réduction de bioagresseurs majeurs sur ces espèces (exemples du piétin-verse et piétin-échaudage chez le blé (Colbach et *al.,* 1997). Pour un même stock d'inoculum infectieux, une céréale suivant un pois sera donc moins malade qu'une céréale suivant un maïs. L'introduction du pois dans les rotations permet ainsi de réduire la fréquence des traitements fongicides sur certaines cultures qui lui succèdent.

Les études menées sur les associations pois-blé ont montré que dans ce système de culture, les maladies sont moins présentes sur chacune des cultures du fait de l'effet barrière joué par les plantes de l'autre espèce, qui constituent des plantes non hôtes pour le pathogène (Malézieux et *al*., 2009).

Une attention particulière doit être portée au risque « aphanomyces », principale maladie racinaire chez le pois qui s'est développée par l'effet des rotations courtes des années 80. Les rotations diversifiant les espèces sont un élément clef de la gestion du risque. En pois, une fréquence de retour de 5 - 6 ans constitue un rythme raisonnable et il est recommandé d'alterner les têtes de rotation comme le pois, la féverole et le colza. Des résultats obtenus en conditions contrôlées, corroborant des observations plus ponctuelles au champ, montrent qu'il est possible de cultiver certaines légumineuses dans les sols infestés par *A.euteiches* (Moussard et *al.,* 2008). Ainsi, les variétés de féverole cultivées en France, bien qu'attaquées par ce pathogène, présentent des niveaux très élevés de résistance à *A. euteiches* et ne contribuent pas à multiplier l'inoculum. Cette légumineuse peut donc être cultivée en alternance avec le pois et contribuer à allonger les rotations. Le lupin ne semble pas être une plante hôte du pathogène et peut donc être cultivé sans risque. A l'inverse, la plupart des variétés de lentille, de luzerne et de haricot sont à éviter dans les parcelles infestées par le pathogène. Certaines variétés de vesce sensibles sont également à proscrire mais les principales variétés actuelles de vesce commune, beaucoup utilisées en associations, sont plutôt résistantes à aphanomyces et peuvent être choisies dans les situations à risque. Enfin, il faut aussi éviter d'utiliser le pois fourrager comme CIPAN dans toute parcelle susceptible d'être cultivée en pois protéagineux. Etant donné le fort niveau de pression parasitaire lié à *Aphanomyces* et le risque de pertes de rendement importantes en cas d'infestation, un test de détection d'*A. euteiches* a été mis au point afin de pouvoir choisir les parcelles susceptibles de recevoir du pois sans risque de développement de la maladie et éviter celles fortement contaminées (Moussard *et al.* 2009).

Peu ou pas de connaissance sont disponibles sur l'interaction entre le choix des espèces ou variétés dans un système de culture (leur capacité à être réservoir, attracteur, répulseur) et la survie ou l'intensité d'attaque par des ravageurs importants des espèces de rente (pucerons, méligèthes, bruches, sitones…). De telles connaissances écologiques seront nécessaires pour construire des stratégies de protection combinant différents leviers, minimisant les intrants insecticides.

C3.1.c - Raisonner l'intégration des légumineuses pour amplifier les services écologiques et la biodiversité associée

La simplification des rotations et des variétés ainsi que l'usage intensif de pesticides ont réduit la survie et la diversité chez différents organismes microbiens, animaux, végétaux associés à la parcelle cultivée. Or des protéagineux d'hiver ou printemps et de la luzerne peuvent potentiellement servir d'habitat ou de réserve nutritionnelle pour différents types d'organismes.

Par exemple, les racines de légumineuses sont déjà connues pour leur effet sur la croissance des populations de bactéries ou champignons du sol (symbiotiques ou non) (Pivato et *al*., 2007 ; Laguerre et

al., 2007) et beaucoup d'espèces de légumineuses sont source de nectar et pollen pour différents insectes pollinisateurs Apoïdes qui par leurs visites contribuent à la pollinisation et au rendement de ces cultures (Tasei, 1984).

Dans le cas de la luzerne, le maintien du couvert végétal de luzerne sur plusieurs années, sa structure relativement dense, la disponibilité en ressources trophiques ainsi que le développement des fleurs sur une grande partie de l'année, sont des facteurs qui permettent à cette culture d'héberger ou d'alimenter une diversité animale ordinaire voire patrimoniale dans certains cas, plus grande que les cultures annuelles (Thiebaud et *al.,* 2010) . Ainsi, les cultures de luzerne ont un effet positif sur la diversité et l'abondance de divers groupes, notamment de l'avifaune, des lépidoptères et des abeilles. Par ailleurs, la luzerne est une culture à potentiel de stockage du carbone dans le sol important.

Il conviendra de mieux étudier l'effet de ces cultures et de leurs conduites sur la flore et faune (aérienne ou du sol) associées, qu'il s'agisse d'organismes à effets négatifs ou bénéfiques pour les systèmes.

C3.1.d - Valoriser les services écosystémiques rendus par les légumineuses

A différents niveaux politiques (UE, national, régional), des gestions durables des légumineuses dans les systèmes peuvent être encouragées par diverses formes de réglementations ou de bonifications/pénalisations économiques portant sur la diversification des cultures, l'utilisation d'intrants (énergies, engrais, pesticides) ou sur des impacts de pollution ou de biodiversité. Leur mise en œuvre nécessitera le développement d'indicateurs fiables et reconnus et il faudra positionner dans la chaîne du producteur au consommateur le maillon ou se jouera l'incitation. L'évolution de la réglementation qui encadre l'inscription variétale au CTPS (notamment par la définition des critères d'évaluation des valeurs agronomique, technologique, environnementale) pourra orienter l'innovation variétale vers des idéotypes ayant des empreintes environnementales plus favorables. L'accès au marché carbone est une voie de monétarisation des bénéfices environnementaux : le programme domestique « Légumineuses » a été lancé en 2011 auprès des adhérents de neuf coopératives sous la coordination de InVivo : les émissions de gaz à effet de serre évitées par la culture de légumineuses permettent aux agriculteurs de bénéficier d'Unités de Réductions des Emissions (URE) revendues sur le marché d'échange des crédits carbone ou investies dans des actions collectives pour la filière. D'autres formes de coordination d'acteurs, portées en partie par des stratégies de communication auprès du consommateur final (par exemple « Nouvelle Agriculture » de Terrena) sont susceptibles de soutenir la valorisation des légumineuses en grandes cultures, elles sont exposées dans la partie F.

C3.1.e - Concevoir globalement et piloter des systèmes

Pour la conception globale et le pilotage des systèmes, il y a un fort besoin d'outils et de conseil intégrant les connaissances sur les légumineuses. En aval, la formation et l'accompagnement des producteurs de protéagineux et d'autres légumineuses sur la base d'OAD facilement utilisables, seront cruciaux (Voir Partie F).

C3.2 - Des leviers au niveau de la parcelle pour de meilleures performances des protéagineux

La régularisation et l'augmentation des rendements des légumineuses sont un objectif prioritaire pour rendre ces cultures plus compétitives. L'augmentation du rendement et *in fine* des surfaces permettra d'augmenter la part en azote symbiotique apportée au système. Les leviers principaux sont : l'efficience d'acquisition des ressources et le potentiel de rendement, la tolérance aux principaux stress biotiques et abiotiques, des niveaux de qualité élevés (Encadré C8).

C3.2.a - Adapter les variétés aux systèmes et conduites innovants

L'innovation passera par des combinaisons nouvelles espèces x variétés x conduites x systèmes qui seront construites selon le degré de dépendance aux intrants choisis ou imposés (eau, N…) et les zones pédoclimatiques ciblées, en anticipant les stress abiotiques et biotiques qui se développent avec le

changement climatique : selon les zones et systèmes visés, l'intérêt pourrait se diriger vers des cycles courts de printemps ou au contraire de cycles d'hiver longs. Des contrastes d'architectures aériennes ou racinaires et de phénologies, seront clefs dans la définition des nouveaux systèmes. Mais l'idéotype variétal visé devra aussi être adapté aux conduites (travail du sol, dates et techniques de semis, stratégies de protection intégrées…) et systèmes visés (pur, associé, intermédiaire…). Dans ce but, des travaux d'évaluation des espèces et variétés pour l'adaptation à de nouveaux systèmes de culture sont à développer. Au vu du nombre important de combinaisons possibles, la conception et l'évaluation de ce type d'innovations devra s'appuyer sur la modélisation des performances des idéotypes (agronomique, environnementale, économique.

Encadré C8.
Priorités à court et moyen termes pour les principales espèces protéagineuses

Pour le pois de printemps: priorités à l'inscription de variétés résistantes à aphanomyces

Pour le pois d'hiver, des progrès significatifs ont été réalisés ces dernières années sur l'amélioration de la résistance au froid, de la tenue de tige et de la productivité. Cependant, le niveau de tolérance au froid doit encore être augmenté pour développer le pois d'hiver dans les zones françaises les plus continentales. Il est également nécessaire de rechercher des variétés capables de s'endurcir rapidement dans des contextes d'automne doux.

Pour la féverole, (i) priorité à l'amélioration des rendements et de la tolérance aux stress, que ce soit en féverole de printemps ou en féverole d'hiver (pour laquelle l'amélioration conjointe de la résistance au froid et de la précocité reste déterminante) ; (ii) analyse des différents types de qualité adaptée aux différents marchés : couleur et taux de grains bruchés pour l'alimentation humaine, faible teneur en vicine-convicine et en tanins pour les aliments volailles et pondeuses, forte teneur en protéines pour les aliments poissons.

Chez la luzerne il faut progresser dans les techniques de séchage, industrielles ou à l'échelle de l'exploitation, pour limiter les coûts et améliorer les conditions de conservation. Le préfanage, le séchage en grange en mobilisant des sources d'énergie alternatives et le développement des techniques de balles (sèches voire partiellement humides), sont des techniques qui méritent de faire l'objet de recherches et d'être développées ; le développement de variétés adaptées au pâturage et de variétés adaptées à la culture en associations avec des graminées est intéressant pour le développement de la luzerne dans les régions où coexistent encore culture et élevage.

C3.2.b - Améliorer l'efficience symbiotique des légumineuses pour augmenter les rendements et la part d'azote fixé

Les racines de légumineuses établissent au sein des nodosités une symbiose avec des bactéries rhizobiacées qui permettent à la plante d'utiliser l'azote de l'air comme ressource azotée. A l'exception des lupins, ces espèces établissent aussi au niveau racinaire une symbiose avec des champignons mycorhiziens à vésicules et arbuscules (VAM) qui permet une meilleure utilisation du phosphore du sol et une meilleure tolérance aux stress de sécheresse et de certaines maladies racinaires. Ces interactions symbiotiques ont un coût pour la plante qui développe des structures dédiées et fournit notamment les ressources carbonées nécessaires à leur construction et à leur fonctionnement (Voisin et *al.,* 2002).

La quantité d'azote fixé diminue si la teneur en azote minéral du sol augmente mais sa part relative est réduite si le potentiel de rendement n'est pas complétement atteint par la culture. Les mécanismes qui gèrent l'ajustement de l'activité symbiotique génèrent un ensemble complexe d'interactions et régulations entre les organes, équilibre qui est très sensible au stress. L'efficacité de la symbiose est aussi sujette à la diversité génétique des symbiotes présents dans le sol et le couple *plante x microorganisme symbiotique associé*. Ainsi l'ensemble de ces mécanismes et l'activité rhizosphérique en général sont des composantes des performances des cultures et des leviers à creuser pour améliorer le fonctionnement azoté de la plante et son adaptation à divers systèmes de culture. Des stress majeurs identifiés pour la symbiose à rhizobia, sont un excès ou un manque d'eau, un sol tassé, des larves de sitones se nourrissant de nodules, un excès d'azote minéral qui inhibera la fixation symbiotique d'N_2 ou un excès de phosphore qui réduira l'activité des symbioses à VAM. On identifie bien là, le rôle important que peuvent aussi jouer

certaines conduites (Pelzer et *al.,* 2012) dans l'optimisation du fonctionnement de ces symbioses et le rôle crucial de la maîtrise d'une bonne implantation pour réussir les protéagineux (Guide de culture Unip-Arvalis Institut du végétal).

Une voie d'amélioration passe par la génétique de la légumineuse. La sélection pour le rendement des légumineuses étant réalisée en absence de fertilisation azotée, une partie des progrès de rendement obtenus dans le passé sont certainement explicables par une meilleure efficience symbiotique qui s'appuie notamment sur des compromis entre le carbone fourni à la plante et celui fourni au symbiote. La recherche a permis d'identifier un certain nombre de mécanismes et de gènes chez la plante impliqués dans la construction et le fonctionnement des symbioses avec les rhizobia Bourion et *al.,* 2007 ; 2010). Globalement l'efficience d'utilisation en azote, phosphore constituent des éléments clé du rendement à étudier davantage. L'évaluation de l'effet d'une inoculation par les rhizobia ou les VAM sur les performances de croissance des variétés, restent des questions de recherche ouvertes.

C3.2.c - Améliorer la résistance aux stress abiotiques pour diversifier les dates de semis et élargir les zones de culture

- *Améliorer la résistance au gel*

Depuis plusieurs années, des efforts de sélection ont porté sur des variétés d'hiver, plus résistantes au froid (Hanocq et *al.,* 2009 ; Duc et *al*., 2011). Leur semis à l'automne permet un développement plus précoce de la culture, mieux positionné par rapport à la ressource naturelle en eau et ne nécessite en général pas d'irrigation d'appoint. Les premières variétés de protéagineux d'hiver étaient cantonnées dans les zones à hiver doux. Depuis 5 ans, on voit le niveau variétal de tolérance au gel s'accroître, permettant maintenant la culture de protéagineux en zones françaises plus continentales. L'hiver 2012-2013 a cependant montré qu'il reste des progrès à faire sur l'aptitude variétale du pois d'hiver à l'endurcissement au froid. Il faut en outre pour ces variétés à semis d'automne, encore améliorer la résistance aux maladies, la tenue de tige dans le cas du pois, et mieux maîtriser la précocité des pois d'hiver à semis précoce.

- *Améliorer la résistance à la sécheresse*

La majorité des premières variétés protéagineuses (pois, féverole, lupin blanc) développées dans les années 1980 étaient de type printemps, nécessitant dans de nombreuses situations un recours à l'irrigation pour sécuriser les rendements. Le pois et la féverole sont peu gourmands en eau mais valorisent bien un apport. Pour renforcer la résilience et la maîtrise de la culture, il est nécessaire de développer une meilleure connaissance de l'efficience des espèces et variétés de légumineuses à utiliser la ressource « eau » et à tolérer des situations de déficit. La stratégie de l'échappement à la sécheresse par des variétés d'hiver à cycle plus précoce a été la première voie travaillée, mais d'autres options complémentaires restent ouvertes telles que les mécanismes de résistance intrinsèque ou liés à l'architecture racinaire des variétés, les effets du travail du sol, l'inoculation par VAM…

C3.2.d - Améliorer la résistance aux bioagresseurs

- *Améliorer la résistance aux maladies*

Depuis les années 1980, la recherche et l'analyse de sources de résistances génétiques et de leurs mécanismes se sont développées ainsi que la mise au point de tests de criblage. Ces études ont permis de mettre en évidence des sources de résistance et de mettre au point des méthodes d'appréciation du comportement variétal pour les maladies foliaires que sont l'ascochytose chez le pois (*Mycosphaerella pinodes)* et la féverole (*Ascochyta fabae),* le botrytis chez la féverole *(Botrytis fabae)* et pour la maladie racinaire majeure du pois qu'est aphanomyces (*Aphanomyces euteiches*) (Tivoli et *al.,* 2006). Chez le pois, les mécanismes de résistance partielle à aphanomyces et à l'ascochytose font l'objet d'une identification des zones du génome impliquées et d'un cumul des sources de résistance dans le cadre de programmes de sélection assistée par marqueurs conduits actuellement par la sélection publique et privée en cours (programmes Inra-Unip-GSP, Programme ANR-Peamust) (Pilet-Nayel et *al*., 2005 ; Prioul et *al.,* 2007). Une

cible prioritaire de la sélection chez le pois est l'inscription de variétés de printemps résistantes à aphanomyces et de variétés d'hiver résistantes à l'ascochytose. En outre, les variétés de pois d'hiver permettent de réduire la fréquence d'impacts de certains stress biotiques (échappement partiel vis-à-vis d'aphanomyces et de la plupart des insectes). Il existe déjà des tolérances variétales à ascochyta et à botrytis chez la féverole d'hiver mais qui sont peu exploitées du fait de la petite taille des programmes de sélection sur cette espèce.

Des recherches visant à réduire le nombre d'applications fongicides protégeant le pois de l'ascochytose par une meilleure gestion de l'architecture du couvert de pois sont développées depuis plusieurs années. Les caractéristiques architecturales des plantes et des couverts sont liées, d'une part au type variétal et à ses caractéristiques physiologiques et phénotypiques et, d'autre part aux modes de conduite de la culture (Le May et *al*., 2009 ; Schoeny et *al*., 2008 ; 2010) (Programme en cours ANR Systerra « Archimedio », 2009-2013). Du fait de la complexité de ces interactions, l'approche de modélisation est actuellement privilégiée afin de définir des variétés idéotypes et pratiques culturales qui établiront des conditions défavorables au développement de l'épidémie (réseau pluridisciplinaire Inra « EpiArch »).

- *Améliorer la protection à l'égard des principaux insectes ravageurs*

Les exigences de santé publique imposent de réduire l'utilisation des insecticides utilisés en production de légumineuses et pour cela, tous les éléments mobilisables doivent être évalués séparément ou en combinaison (résistances variétales, conduites, espèces végétales associées attractives ou répulsives, auxiliaires…).

Dans cet objectif, les recherches ont été engagées (programmes Inra et Arvalis Institut du Végétal) sur la bruche de la féverole qui cause des dommages sur graines, rendant certains lots impropres à l'export pour l'alimentation humaine ; une variabilité génétique de la féverole pour la sensibilité aux attaques de l'insecte a été identifiée (Marget et *al.,* en prép). La composante génétique de même que les mécanismes de la relation hôte-insecte sont actuellement en cours d'étude pour concevoir des stratégies de protection. Par ailleurs, les nématodes des tiges (*Ditylenchus dipsacis*) sont une menace à travailler dans le cas de la féverole.

Les espèces légumineuses cultivées sont aussi sujettes aux attaques de différentes espèces de sitones dont les larves causent des dommages sur les nodules racinaires, aboutissant à une réduction d'activité fixatrice de N_2. Ces espèces sont aussi fortement attaquées par les pucerons qui causent des chutes de rendement et sont vecteurs de virus. Il y a donc un fort intérêt à la découverte de résistances variétales et au développement de stratégies intégrées pour le contrôle de ces ravageurs et les travaux dans ces directions sont à engager.

Comme pour les légumineuses à graines, l'amélioration de la résistance aux maladies (anthracnose notamment) et de la résistance aux parasites (nématodes en particulier) de la luzerne restent des cibles d'amélioration des variétés.

- *Améliorer la maîtrise des adventices*

Le pouvoir compétitif et couvrant des variétés de légumineuses, leur architecture aérienne ou racinaire plus ou moins propice au désherbage mécanique, leur éventuelle capacité d'allélopathie, ou enfin leur degré de risque à développer des résistances aux principaux herbicides autorisés, sont des questions de recherches importantes mais encore peu travaillées. Il est néanmoins déjà bien établi que les associations sont un moyen de réduire la pression des adventices (Valantin-Morison, 2008) ; A la charnière variétés x conduites, ces connaissances peuvent permettre une meilleure maîtrise du développement quantitatif et qualitatif des espèces adventices et une réduction des intrants herbicides.

- *Réduire l'usage des pesticides par le développement d'outils d'aide à la décision (OAD)*

En fonction des conditions de milieu, de l'état qualitatif ou quantitatif des populations de bioagresseurs et du choix variétal, le développement d'un OAD permet de mieux raisonner les traitements et de ne traiter

que lorsque c'est vraiment nécessaire. Ainsi, un OAD pour l'ascochytose du pois, en particulier en pois d'hiver, prenant en compte le développement conjoint de la plante et du champignon en fonction des conditions météorologiques serait très utile. Pour cela, la mise au point d'un modèle fiable en pois d'hiver est un préalable.

Dans le cas de la féverole, un outil pour gérer les applications de produits insecticides contre la bruche est déjà disponible : Bruchi-LIS®. Une méthode de piégeage pourrait également être développée si l'on disposait de molécules attirant les bruches.

Des modèles plus largement dédiés aux grandes cultures tels que DECID'Herb pour la lutte raisonnée contre les adventices (Munier-Jolain *et al.,* 2008) ou pour des indicateurs de risques environnementaux IPhy (Girardin et *al.,* 2000) sont déjà utilisés pour évaluer des systèmes de culture incluant des protéagineux (Reau et *al*., 2010).

C3.2.e - Elever les niveaux de qualité des produits pour faciliter leurs utilisations

La bonne valeur nutritionnelle des protéagineux et légumes secs repose beaucoup sur la forte teneur en protéines des produits, qui sont bien digestibles et dont la composition en certains acides aminés essentiels est très complémentaire de celle des protéines de céréales (notamment pour lysine, méthionine, cystéine).

Les travaux de sélection ont permis des améliorations de rendement sans dégradation de la teneur en protéines. Ils ont également permis l'élimination de facteurs antinutritionnels améliorant la digestibilité et les performances de croissance chez l'animal (variétés zéro-tanins et à faibles teneurs en inhibiteurs trypsiques pour les élevages de monogastriques, par des féveroles à faibles teneurs en vicine & convicine pour les volailles). Les graines de féverole à faible teneur en vicine & convicine permettent aussi de réduire le risque du favisme en alimentation humaine.

Des progrès sont encore attendus par :

- L'augmentation et stabilité de la teneur en protéines sans perte de rendement
- L'aptitude des graines au dépelliculage et au fractionnement, notamment pour les applications en alimentation humaine et en pisciculture qui seront ainsi mieux utilisées

Une meilleure valorisation des débouchés pour des récoltes d'association d'espèces : il y a un intérêt certain à associer un blé et une légumineuse. Le mélange récolté est plus riche en protéines que la céréale pure. Dans les situations de faibles intrants azotés, la céréale issue d'associations est elle-même plus riche en protéines que celle issue de culture pure. Le mélange récolté est d'une utilisation intéressante en alimentation animale, mais des utilisations plus valorisantes en alimentation humaine ou animale nécessitent un tri des graines du mélange. Il faut pour cela progresser dans la technologie du tri pour en réduire le coût, et d'une façon générale gagner en maîtrise des proportions d'espèces récoltées sur des associations.

D - Betterave

La betterave sucrière (Beta vulgaris) est une culture annuelle importante, dont la production est localisée dans les différents bassins de production de grandes cultures. Cette production, conduite sur un régime de quotas très particulier, est destinée à une transformation exclusive en usine. Le sucre obtenu est utilisé essentiellement à des fins alimentaires (75 %) et pour une petite partie vers des usages industriels (4 %), pour la production de bioéthanol (9 %) et enfin pour l'alcool blanc (12 %). Au sein de la même espèce botanique, il existe également des betteraves fourragères, mais dont l'utilisation en France est aujourd'hui réduite (20 000 ha) et des variétés potagères (betteraves rouges…).

La France est en moyenne sur les cinq dernières années le 8ème producteur mondial de sucre, le premier pays producteur mondial de sucre de betterave.

Cette production est donc en forte concurrence avec le sucre de canne, produit en région tropicale, et les développements en recherche et développement ont pour objectif d'améliorer la compétitivité de la betterave sucrière vis à vis de la canne à sucre. Cette recherche de compétitivité se fait au travers de la recherche d'un progrès important sur la quantité de sucre produit par hectare et par une réduction des coûts de production, au champ, mais surtout en usine. Le régime des quotas et le règlement sucre constituent également des éléments essentiels de ce paysage, pour permettre à la production de betterave sucrière de gagner en compétitivité.

D1 - La filière betterave sucrière en France

L'analyse de cette filière va comporter une présentation des opérateurs industriels, des volumes produits et de leur localisation géographique et une analyse comparative de la situation dans le reste du monde.

D1.1 - Les opérateurs industriels

La transformation industrielle en France métropolitaine est assurée par cinq groupes industriels. Il s'agit de Tereos (qui contrôle neuf usines), le Groupe Cristal Union (10 usines), Saint-Louis Sucre (quatre usines et une raffinerie), Lesaffre Frères (une usine) et Ouvré et Fils SA (une usine). Le nombre de 25 sucreries est stable depuis la campagne 2008-2009 et résulte d'une succession de fermetures et d'agrandissement des sites majeurs.

D1.2 - La production betteravière et sa localisation géographique

La production étant organisée autour d'un régime de quotas, elle s'avère stable dans le temps et dans sa localisation géographique. La France métropolitaine dispose d'un quota de production de 3 004 811 t pour la campagne 2012-2013.

D1.2.a - La production de betterave et de sucre en France

On compte en France environ 26 000 agriculteurs producteurs de betteraves sucrières (on parle de planteurs).
L'évolution des surfaces, des rendements et des richesses en sucres au cours des dernières campagnes est résumée dans le Tableau D1. La quantité totale produite est assez constante, mais ceci est obtenu avec des rendements croissants par unité de surface. Ce rendement n'était par exemple que de 48 t/ha à 16°S en 1960-61. Nous reviendrons sur l'évolution des rendements et de pratiques culturales, en l'analysant sur des pas de temps plus longs.

***Tableau D1** : Evolution de la production française ; Source : CGB*

Campagne sucrière	Surfaces (x 1000 ha)	Richesse en sucre (°S)	Rendements betteraviers (t/ha à 16°S)	Quantité totale récoltée (Mt à 16°S)
2000-01	402	17.7	77.0	30.9
2001-02	431	17.1	62.5	26.9
2002-03	445	18.4	77.5	34.5
2003-04	401	19.0	74.2	29.7
2004-05	386	19.2	80.5	31.0
2005-06	381	18.8	83.7	31.9
2006-07	378	17.3	78.7	29.8

2007-08	393	18.5	83.7	32.9
2008-09	349	18.8	87.0	30.4
2009-10	372	19.5	94.2	32.9
2010-11	381	18.0	83.9	31.9
2011-12	390	18.7	96.8	37.8
2012-13	385	18.1	86.2	33.0

D1.2.b - La localisation de la production en France

La production est localisée dans le Bassin parisien et le nord de la France, avec deux bassins plus petits en Alsace (6 350 ha en 2012) et dans le Puy de Dôme (3 860 ha en 2012). Les premiers départements producteurs sont l'Aisne (58 967 ha), la Marne (53 843 ha), la Somme (38 541 ha), l'Oise (37 066 ha) et le Pas de Calais (34 151 ha). Ces surfaces sont proches de celles de 2011 (Figure D1). En raison de la transformation industrielle obligatoire d'un matériau pondéreux, riche en eau, il y a co-localisation de la production et des sucreries, qui constituent un investissement industriel important, et pour lequel un enjeu majeur est l'allongement de la durée de fonctionnement. Or, la racine de betterave est un matériau vivant, riche en eau et en sucres au moment de sa récolte et dont la conservation longue est problématique, voire impossible. La durée des campagnes en sucrerie (fonctionnement de l'usine, avec collecte des betteraves et traitement) est aujourd'hui en moyenne de 109 jours en France. Cette durée de fonctionnement est un enjeu industriel important.

La betterave sucrière se situe donc dans des régions fertiles, aux sols profonds et s'insère dans des rotations à forte dominante de céréales et d'oléagineux. En conséquence, une partie des enjeux de la filière est liée à la dynamique des productions dans les systèmes de production de grande culture.

Figure D1 *: Répartition des surfaces de betterave et des sucreries en France en 2011 ; Source : ITB*

D1.2.c - Les co-produits

En moyenne, une tonne de betterave fraîche donne 160 kg de sucre (d'où le rendement exprimé en t à 16°S), 500 kg de pulpes humides et 38 kg de mélasse.

Les betteraves, une fois épuisées en sucre par diffusion dans l'eau chaude, prennent le nom de pulpes, qui sont utilisées en alimentation animale. Riches en vitamines, protéines et minéraux, elles contiennent également du sucre résiduel. Cette composition en fait un aliment de choix pour les ruminants, aliment à forte valeur énergétique (1,0 UFL). Elles peuvent être utilisées fraîches, surpressées ou après déshydratation. La déshydratation se fait souvent dans des usines qui traitent aussi de la luzerne sur le reste de l'année.

Au cours de la campagne 2011-2012, la pulpe humide a représenté pour la France 97 765 t pour une quantité de matière sèche de 10 418 t, les pulpes surpressées (à 27,7 % de MS) un tonnage de 1 728 577 t (soit une quantité de MS de 479 650 t) et les pulpes déshydratées 1 403 339 t (pour une quantité totale de MS de 1 246 354 t).

A titre de comparaison, la quantité totale de pulpes déshydratées en Europe (UE-27) représentait en 2010-11 un volume de 3 165 472 t.

La mélasse est le produit final non cristallisé en sucrerie. C'est un produit visqueux, très coloré. Il est utilisé comme support de fermentation pour la production d'alcool, de levures ou comme matière première pour la production d'aliments composés pour les animaux.
La production en France métropolitaine en 2011-2012 a atteint 250 000 t.

D2 - Le sucre en Europe et dans le Monde

D2.1 - La production et la consommation de sucre dans le monde

Il ne s'agit pas ici de présenter une analyse détaillée de la production et de l'utilisation de sucres dans le monde, mais d'illustrer en quelques chiffres la production totale en sucre de betterave et de canne, la consommation et les principaux pays présents sur ce marché.

La production de sucre de betterave et de canne dans le monde (Figure D2) montre la part considérable de la canne pour la production mondiale de sucres, cette part ayant augmenté au cours des 50 dernières années. On note aussi une augmentation très forte des volumes produits, en particulier entre 1960 et 2005. Cette augmentation a été le fait des deux sources betterave et canne au début de la période considérée. Mais, depuis 1990, l'augmentation de la production est assurée uniquement par la canne.

La demande mondiale en sucre montre une augmentation constante (Figure D3), résultant de l'augmentation forte de la population mondiale et d'une légère augmentation de la consommation par personne. Ceci conduit à des stocks mondiaux faibles, qui ont toutefois légèrement augmenté en 2012.

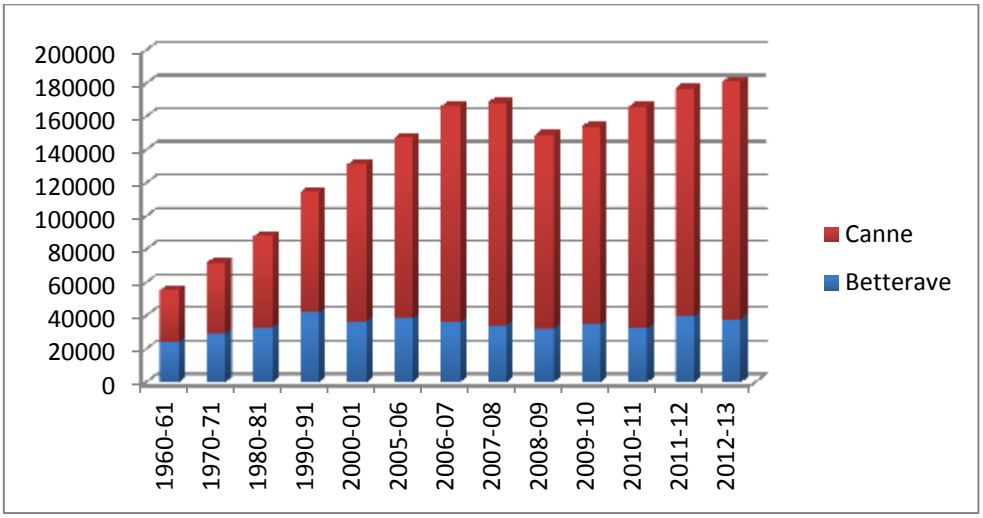


Figure D2 *: Evolution de la production sucrière de betterave et de canne dans le monde en milliers de tonnes de sucre brut ; Source : F.O. Licht*

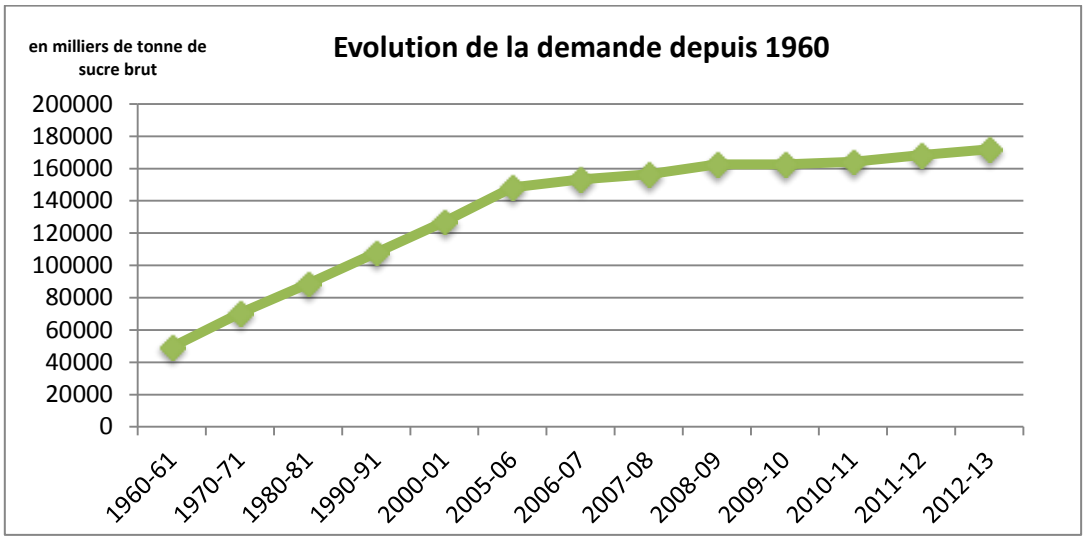


Figure D3 *: Evolution de la demande de sucre dans le monde en milliers de tonnes de sucre brut ; Source : O.I.S*

D2.2 - La betterave en Europe

Si la France métropolitaine dispose d'un quota de production de 3 004 811 t pour la campagne 2012-2013, les autres principaux pays européens détenteurs de quotas sont l'Allemagne (2 898 256 t), la Pologne (1 405 608 t), le Royaume-Uni (1 056 474 t), les Pays-Bas (804 888 t) et le Bénélux (676 235 t).

La production en Europe est régie par un Règlement sucre, négocié régulièrement et qui doit être cohérent avec la politique agricole commune et les accords de l'OMC.

D2.3 - Le Règlement sucre européen

Dans les années 70, l'Europe a mis en place une organisation commune de marché (OCM) pour le sucre, appelée encore "régime" ou "Règlement sucre", qui permet d'assurer au consommateur et à l'industrie utilisatrice de sucre un approvisionnement constant en sucre de haute qualité. Le Règlement sucre est discuté et reconduit tous les 5 ans. Il a été profondément réformé en 2006.

Trois impératifs ont présidé à cette réforme : intégrer les principes de la nouvelle PAC (Politique Agricole Commune) dans l'OCM Sucre, tenir compte de l'ouverture accrue du marché européen résultant d'engagements pris par l'UE auprès de pays en développement et appliquer une décision de l'OMC obligeant l'UE à réduire ses exportations de sucre.

La politique sucrière européenne a été ainsi réorientée avec pour objectif une meilleure efficience économique de la production de sucre, en la concentrant dans les zones les plus productives.

Le Règlement Sucre, qui a mis en œuvre cette réforme, est basé essentiellement sur les éléments suivants :

- réduction des prix du sucre et de la betterave,
- abandon programmé de quota[24] de production de sucre dans le cadre d'un fonds de restructuration,
- suppression progressive des soutiens à l'exportation.

Bien qu'étant l'une des plus compétitives en Europe, la France sucrière a participé à cet effort de réduction de production imposé par la réglementation européenne. Elle a ainsi dû fermer cinq sucreries sur trente à la fin de la campagne 2007/08. Parallèlement, l'UE a ouvert le marché européen du sucre à des volumes croissants d'importations préférentielles.

En 2012-2013, les conditions d'importation sont les suivantes :

- Ouverture totale du marché, sans droits de douane ni restrictions quantitatives, au sucre originaire des Pays les Moins Avancés, dans le cadre de l'initiative « Tout Sauf les Armes ».
- Ouverture total du marché, sans droits de douane ni restrictions quantitatives, au sucre originaire des pays de la zone ACP (Afrique Caraïbes Pacifique), dans le cadre des Accords de Partenariat Economiques conclus entre l'UE et ces pays, avec application d'un seuil de sauvegarde global de 3,5 millions tonnes.
- Importation à droit nul, dans la limite d'un contingent de 380 000 tonnes, du sucre originaire des Balkans occidentaux (Serbie, Croatie, Bosnie-Herzégovine, Albanie, République de Macédoine) ; et dans la limite d'un contingent de 34 000 tonnes du sucre originaire de Moldavie.
- Importations à droit réduit, dans la limite d'un contingent total de 677 000 tonnes, du sucre originaire de pays tiers (Brésil, Australie, Cuba, Inde et autres).

Par ailleurs, l'UE peut décider d'ouvrir un contingent d'importation de sucre industriel destiné à des usages non alimentaires, en fonction de la situation du marché. Un contingent de 400 000 tonnes a été ouvert chaque année depuis 2008-2009.

En 2011-2012, l'UE a importé au total 3,5 millions tonnes de sucre en l'état. En comparaison, elle a exporté 2,093 millions tonnes de sucre en l'état, alors qu'elle en exportait entre 4 et 6 millions tonnes avant 2006. Depuis la réforme de son régime sucrier en 2006, l'UE figure, sur une base régulière, parmi les deux premiers importateurs mondiaux de sucre.

Les professionnels européens souhaitaient une reconduction du régime des quotas jusqu'en 2020. Cette position a été appuyée par la commission « agriculture et développement rural » du Parlement européen qui a adopté, le 23 janvier 2013, un projet de texte relatif à l'OCM unique qui propose de reconduire les quotas sucriers jusqu'à 2020, tout en limitant les modifications apportées à ce régime. Au moment de la rédaction de ces pages, les négociations sont toujours en cours, mais la Commission privilégie une reconduction jusqu'en 2017.

La poursuite du régime de quotas et du Règlement sucre a pour objectif de permettre une amélioration de la compétitivité de la filière européenne du sucre, basée sur la betterave, vis-à-vis du marché mondial basé sur la canne.

[24] Il existe trois niveaux de quotas A, B et C, correspondant à trois niveaux de garantie de prix.

Le rapport des coûts de production entre le sucre de betterave européen et le sucre de canne brésilien était de 3 en 2000 et seulement de 1,3 en 2011. Cette amélioration de la compétitivité du sucre de betterave s'explique par (i) l'augmentation des coûts de production au Brésil en raison de l'augmentation des salaires et (ii) par l'augmentation très forte de la productivité par unité de surface en Europe.

Cette augmentation de la productivité, qui sera illustrée ci-après, est une des conséquences de la politique communautaire qui a conduit à concentrer la production de betterave dans les bassins agricoles les plus fertiles.

D3 - Etat des lieux et enjeux pour demain

D3.1 - Augmentation des rendements et évolution des pratiques culturales

L'accroissement de la compétitivité de la filière repose pour une large part sur la capacité à augmenter la production de sucre par unité de surface. L'analyse de la productivité au cours de dernières décennies permet d'identifier les voies de progrès, que sont l'amélioration génétique de la productivité en biomasse et de la résistance aux maladies et la maîtrise des itinéraires techniques.

L'analyse des rendements exprimés en t sucre/ha (Figure D4) montre une augmentation continue des rendements au cours des 35 dernières années, atteignant un record historique de 15,95 t/ha en 2011.

Cette augmentation des rendements a différentes causes, et on ne cherche pas ici à quantifier la répartition des causes.

- Un progrès génétique très marqué au cours de cette période et ponctué par différentes étapes majeures :
  - ✓ La découverte et l'utilisation de la monogermie qui est aujourd'hui généralisée en France. Elle permet le semis en place, sans démariage, combinant ainsi un semis de précision et une économie de main d'œuvre. Des plantes avec des monogermies complètes ont été obtenues précocement au 20ème siècle mais les autres caractéristiques agronomiques étaient faibles. Les premières variétés commerciales monogermes ne furent disponibles qu'au début des années 1960 en raison de la complexité des schémas de sélection (Orlovskii, 1957 ; Savitsky, 1952).
  - ✓ La généralisation des hybrides simples
  - ✓ Le développement de variétés résistantes à la rhizomanie, avec recherche aujourd'hui de variétés résistantes aux races très agressives (Pavli et *al.,* 2011)
  - ✓ Le développement de variétés résistantes aux semis précoces, donc adaptées à une levée en conditions plus fraîches et ne présentant pas ensuite de risque de montée en cours de végétation. Au cours des 35 années considérées sur cette figure, les dates de semis ont été avancées de 3 semaines environ.
  - ✓ Le changement climatique. La betterave bénéficie pleinement de la tendance au réchauffement climatique permettant d'exploiter au mieux les potentialités agronomiques des régions de culture. La cohérence entre l'évolution des variétés, de la technologie de la semence et des pratiques culturales a permis cela.
- Des semis de plus en plus précoces. Ceci permet aux cultures de betterave d'avoir un cycle cultural plus long, valorisant ainsi les conditions de température et de lumière au cours du printemps.
- Une technologie de la semence très évoluée, combinant le priming et l'enrobage, favorisant des levées plus rapides et plus homogènes.
- Une modernisation des techniques et équipements de récolte, permettant de réduire la tare terre, ce qui facilite le travail en usine et limite les pénalités faites aux agriculteurs. Aujourd'hui, la tare terre n'excède pas 10 % alors qu'elle dépassait fréquemment 20 % à la fin des années 1990.

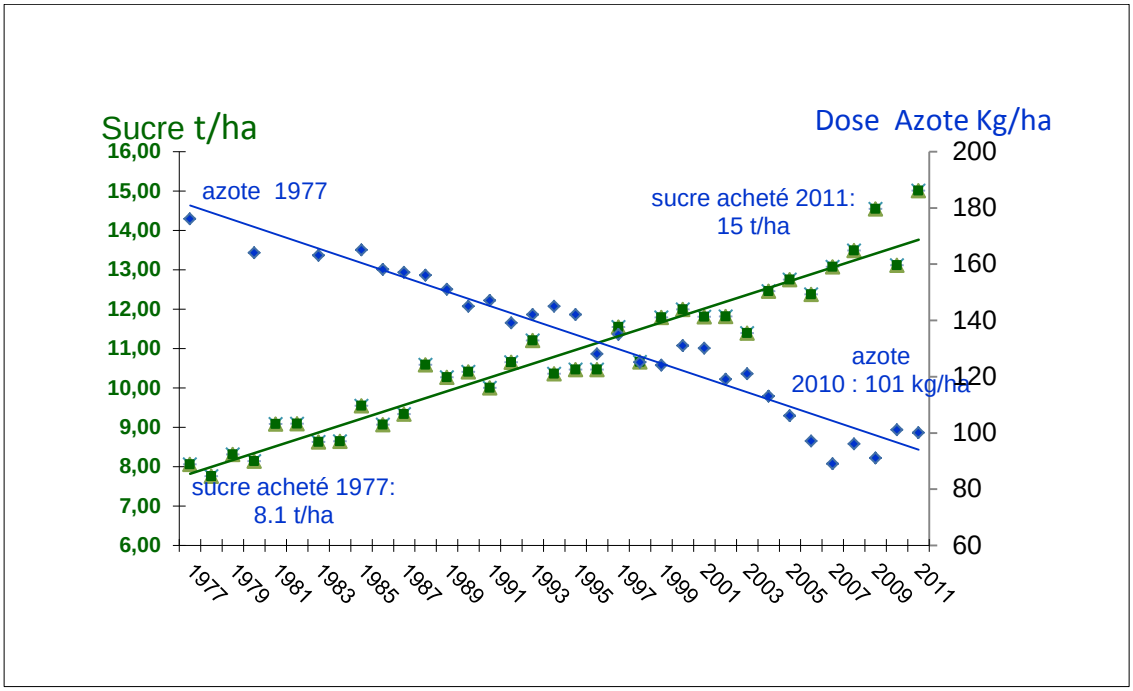


Figure D4 *: Evolution des apports minéraux azotés et des rendements sucre depuis 1977 ; Source : CBG (1977-1996) et ITB (1996-2011)*

L'analyse de la Figure D4 montre aussi que l'augmentation de la production s'est faite avec une réduction continue de la fertilisation azotée, qui est passée de 176 kg/ha en 1977 à 100 kg en 2011. Le niveau atteint aujourd'hui semble marquer un seuil sous lequel il semble difficile de descendre.

Cette réduction est liée à la prise de conscience de l'inutilité des fortes fertilisations azotées sur la production, voire même du rôle négatif de l'azote excessif dans le traitement des racines et un pilotage plus fin de la fertilisation. Pour la fertilisation phospho-potassique, qui est plus critique pour la betterave, un outil d'aide à la décision spécifique, Fertibet, a été développé.

La betterave sucrière est implantée dans des bassins de grande culture dont les successions culturales se sont nettement simplifiées pour s'organiser autour du blé tendre d'hiver et du colza d'hiver. Ainsi, la betterave peut y apparaître comme une culture de diversification. Dans tous les cas, étant une culture de printemps, sarclée, elle offre des options pour gérer les adventices et les maladies des autres cultures de la rotation. Elle y est très appréciée à ce titre.

D3.2 – Augmentation de la durée de fonctionnement des usines et amélioration de la collecte des racines

L'augmentation des rendements sucre s'est accompagnée d'une rationalisation de l'utilisation des usines avec recherche d'un allongement de la durée de fonctionnement des sucreries et une augmentation des rayons de collecte.

La rationalisation a consisté en la modernisation des sites industriels en fermant les usines les plus anciennes et en concentrant l'outil en un nombre plus limité de sites de grandes tailles. Ceci suppose alors que le rayon d'approvisionnement augmente, ce qui ne manque pas de générer des contraintes logistiques. On comprend alors que, dans ce contexte, l'apparition de maladies telluriques comme la rhizomanie ou le rhizoctone susceptibles de rendre certaines zones impropres à la culture mobilise largement les opérateurs de la filière.

Les industriels ont obtenu une augmentation du tonnage des camions, afin d'améliorer le fonctionnement de l'enlèvement des tas de betterave. Toujours dans la même optique de rationalisation, il est impératif de réduire la tare terre, cette tare générant un coût de transport inutile et limitant le fonctionnement des usines en induisant des besoins de nettoyage et une gestion des produits résiduaires.

Enfin, dans ce contexte, il est impératif de pouvoir conserver en extérieur des tas de betterave sans que leur qualité se dégrade. Aux USA, la betterave est cultivée dans le nord du Midwest. Dans cet environnement, l'arrivée des gelées rapidement en début d'hiver permet de conserver des tas de betteraves congelées en extérieur et d'alimenter régulièrement les usines avec ce type de produit. Ceci est inenvisageable en France. Il faut donc envisager une protection des tas pour éviter un échauffement et des fermentations inutiles.

La durée moyenne d'utilisation des usines dépasse aujourd'hui 100 jours à peine. Ceci est nettement plus court que la situation en Grande-Bretagne et en Allemagne.

Le Syndicat National des Fabricants de Sucre (SNFS) regroupe l'ensemble des entreprises sucrières et porte leur vision dans les différentes instances nationales et internationales.

D3.3 – Diversifier les utilisations de la betterave

La betterave sucrière fait partie de ce petit groupe d'espèces avec un seul usage possible et où l'ensemble des produits de récolte doit passer au travers d'une filière de récolte et de traitement industriel. Ceci impose une réflexion et des travaux en vue de la diversification des usages possibles de la racine.

En raison de sa très forte teneur naturelle en sucres de la racine, de la forte productivité par unité de surface et de la simplicité du traitement technologique pour transformer le sucre en éthanol, la filière de production-transformation de betterave s'est rapidement orientée vers la production de bioéthanol dès que des processus simples et fiables ont été mis en point.

Cette filière de production de bioéthanol ou plus largement de bio carburant est encore émergente, mais avec de réelles réussites technologiques et industrielles. Elle est toutefois largement dépendante économique des soutiens publics pour avoir au marché des produits pétroliers au même titre que le colza pour la production de diester.

Havlik et al., (2011) rappellent les enjeux des filières de biocarburant de première et seconde générations et l'importance de prendre en compte les changements directs et indirects d'allocation des sols pour mesurer les conséquences et les bénéfices environnementaux de ces productions.

L'optimisation continue des processus de production de bioéthanol constitue un enjeu pour les industries du sucre en vue de pouvoir maintenir des positions fortes sur le marché, même en situation d'abaissement des aides publiques.

Cette obligation de compétitivité des filières industrielles conduit les industriels du secteur à demander de favoriser la sélection de variétés ayant des teneurs accrues en sucre, ceci étant une source de tensions au sein de la filière. Toutefois, les analyses rétroactives montrent que la recherche d'une teneur accrue en sucre se fera au détriment du progrès génétique sur la productivité de sucres par unité de surface, une telle augmentation étant plus rapidement obtenue par une augmentation de la biomasse totale de racines sans modifier la teneur en sucres.

D4 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental

D4.1 - Amélioration génétique

La poursuite de l'amélioration génétique est un enjeu essentiel pour combler le gap de compétitivité. Pour cela, un projet Investissement d'Avenir, consacré à la betterave sucrière a été lancé. Il s'agit du programme Aker. L'objectif est de doubler grâce à la génétique le rythme actuel d'augmentation du rendement. Ceci sera obtenu par une exploitation de la diversité génétique disponible au sein de l'espèce cultivée et de ses apparentés, en particulier *Beta maritima*. Un large programme de génotypage et de phénotypage est prévu. Ce phénotypage portera sur la plante en croissance mais aussi sur la germination et la mise en place des cellules productrices et accumulatrices de sucre dès le stade plantule. De même, grâce à des technologies *in situ*, un phénotypage de la racine adulte avec suivi de l'accumulation de sucre sera déployé.

L'évaluation multi-locale permettra la prise en compte des conditions pédo-climatiques et l'élaboration d'une démarche originale de sélection génomique.

L'amélioration génétique, à la fois pour l'augmentation du rendement en biomasse totale (la teneur en sucres étant peu variable) et de la résistance aux maladies, constitue la priorité pour les producteurs et plus largement pour l'ensemble de la filière. Cette amélioration de la compétitivité permet de sécuriser la place de la betterave dans des systèmes de grande culture, où de façon surprenante, la betterave apparaît assez fréquemment comme une culture de diversification dans des rotations courtes.

D4.2 - Gestion de la fertilisation

L'azote reste un thème majeur, avec plusieurs sous thèmes :

- Améliorer l'ajustement des doses par le développement du conseil à la parcelle et l'accroissement des surfaces bénéficiant d'un calcul de dose. Il s'agit en priorité de caler et de développer l'outil « reliquat virtuel », en s'appuyant sur une meilleure connaissance des pratiques actuelles et du mode d'établissement des doses par les agriculteurs pour l'ensemble de leurs parcelles.
- Améliorer le conseil poste par poste, en explorant les possibilités d'amélioration du conseil par la segmentation dans le temps des besoins en azote de la culture.
- Etablir des références sur les pertes gazeuses liées à la culture de la betterave (fertilisation et pratiques culturales) (pour N2O surtout et NH3 dans une moindre mesure) et proposer des pratiques susceptibles de les limiter.
- Inscrire la betterave dans des modèles génériques type Stics et Syst'N pour mieux évaluer les atouts de la betterave dans les systèmes grandes cultures.

Le conseil de fertilisation phosphatée est sans doute à une période charnière, avec une évolution attendue des bases de conseil et la perspective de nouveaux outils.

Les potentialités des plantes de couverture doivent être explorées. Les conduites de couverts avec légumineuses doivent être améliorées pour obtenir des résultats plus réguliers. Des solutions doivent être proposées selon les contextes pédoclimatiques. Ceci conduit à devoir réfléchir la place de la betterave dans les systèmes de culture des grandes plaines céréalières fertiles.

D4.3 - Gestion des bioagresseurs

D4.3.a - Désherbage

La maîtrise du désherbage est essentielle à l'obtention de rendements élevés. Plusieurs voies sont en cours d'exploration.

En raison de l'importance économique de cette espèce, il y a une offre régulière de nouvelles molécules et de nouvelles formulations homologuées. Il existe aussi une offre émergente de variétés tolérantes aux ALS. Cependant, comme la betterave s'insère dans des rotations dominées par les céréales où c'est le désherbant majeur et le colza où des variétés tolérantes à la même classe d'herbicides, il faut toutefois rester prudent, même si le fait que la betterave soit une culture de printemps réduit le risque de spécialisation de la flore adventice.

Il faut dans le même temps favoriser une réflexion globale à l'échelle du système de cultures et ceci peut s'appuyer sur 4 dimensions :

- La profession betteravière ayant développé depuis de nombreuses années un système d'information nommé Vigibet et enregistrant toutes les cultures et expérimentations, il faut exploiter ces données pour proposer de nouvelles règles de décision pour l'utilisation des herbicides, des nouvelles méthodes de conseil plus adaptées. Il faut aussi étendre cette réflexion à l'échelle de tout le système de culture
- En raison des grands écartements de cette culture sarclée, il faut explorer les possibilités de désherbage mécanique combiné, en s'appuyant en particulier sur les techniques d'autoguidage.
- Il est enfin nécessaire de mieux évaluer l'impact sur les populations de mauvaises herbes des évolutions des techniques culturales, en particulier la mise en place de cultures intermédiaires

D4.3.b - Ravageurs et protection insecticide

L'objectif est d'avoir une connaissance plus fine des risques "ravageurs" et d'explorer des voies nouvelles de contrôle.

Au-delà de l'exploitation du système d'informations susmentionné pour explorer la possibilité de réduire les apports, et en particulier via le traitement de semences, il faut porter une attention particulière à la teigne, ou encore explorer les voies de biocontrôle, qui ne sont pas mises en œuvre aujourd'hui.

D4.3.c - Nématode

- *Nématodes du collet*

Des essais de longue durée ont été entrepris depuis près de 10 ans avec les semenciers et l'Inra de Rennes sur la gestion durable des gènes de résistance/tolérance à ce parasite tellurique. Le nématode du collet, *Ditylenchus dipsaci,* présente une occurrence croissante alors qu'il était peu présent avant la fin des années 1990.

- *Meloidogyne chitwoodi*

Ce nématode, ravageur de quarantaine, a été repéré dans des zones de cultures légumières qui sont aussi des zones de culture de betterave. Des actions sont à mettre en place pour étudier le devenir du nématode dans la sucrerie et vérifier sa survie selon les conditions de gestion des effluents. Les possibilités de gestion au champ devront faire l'objet d'expérimentations en partenariat avec tous les acteurs concernés et en particulier l'ANSES pour explorer en particulier les effets de cultures intermédiaires. La résistance variétale devra être analysée de variétés.

D4.3.d - Maladies cryptogamiques et virales du feuillage et des racines

La betterave présente des dommages potentiels liés à différentes maladies cryptogamiques ou virales du feuillage ou de la racine. Les principales maladies et les moyens mis en œuvre pour en réduire l'impact sont listés ci-dessous :

- Maladies du feuillage et en particulier la cercosporiose : la protection intégrée utilisant la prévision des risques et la combinaison des solutions génétiques aux interventions fongicides La modélisation des épidémies de cercosporiose constitue un verrou à leve .

- Rhizomanie : l'action à long terme entreprise au sud de Paris (Loiret…) par l'ITB, avec les semenciers et l'Université catholique de Louvain la Neuve comprend un suivi de parcelles entrepris en 2009 et prévu jusqu'en 2018. Il permettra d'observer les effets des types variétaux sur l'évolution des virus variants.
- Jaunisse : cette maladie à virus, dont les vecteurs pucerons sont actuellement parfaitement contrôlés par le traitement insecticide des semences (Néonicotinoïdes), pourrait poser de nouveaux des difficultés importantes si ces insecticides se voyaient retirer leur autorisation d'emploi. Des solutions alternatives sont à rechercher, génétiques ou chimiques.
- Rhizoctone brun : les travaux sur la "biofumigation" devront être maintenus pour permettre aux secteurs de production d'Auvergne et d'Alsace de maintenir une production durable dans un contexte de systèmes de culture défavorables. Il existe des possibilités de lutte avec des fongicides strobilurines. Un travail de recherche collaboratif associant tous les opérateurs français de la sélection français et européen et de la production sera entrepris dès la fin de 2013.
- Rhizoctone violet : c'est une maladie "orpheline" sur laquelle très peu de travaux sont réalisés du fait des difficultés inhérentes à l'étude de ce champignon.

D4.4 - Agro-équipement

La recherche de performances économiques et environnementales ouvre des possibilités importantes de mobilisation des agro-équipements en production betteravière. C'est en particulier le cas pour le développement de la géolocalisation GPS avec la précision RTK qui pourra avoir diverses utilisations pour cette culture : semis des inter-rangs à des distances équivalentes, coupure des tronçons automatiques dans les pointes ou les fourrières, géolocalisation des betteraves, guidage des bineuses.

D4.4.a - Semis

Des constructeurs vont proposer dans les prochaines années de nouveaux semoirs permettant de semer différents types de cultures (céréales, colza, betterave…) à des vitesses de travail plus rapides. Il sera nécessaire de contrôler le travail de ces nouveaux matériels afin de les adapter à la culture de la betterave qui est plus sensible que les autres cultures à un mauvais placement de la graine. Des adaptations seront à réaliser sur les semoirs pour les différentes conditions de non-labour. La technique du « Strip Till » va se développer pour les agriculteurs pratiquant le non labour avec arrivée de nouveaux constructeurs sur ce marché et de nouvelles machines.

D4.4.b - Binage

Les constructeurs de bineuses ont peu ou pas travaillé le développement de leurs machines au cours des 20 dernières années. Mais en réponse aux demandes d'évolution de la part des agriculteurs, de nouveaux dispositifs apparaissent. De nouveaux constructeurs se positionnent sur ce marché d'avenir. Les largeurs seront également augmentées avec des dispositifs de guidage améliorés et plus fiables, ces deux derniers paramètres permettant d'améliorer la performance de chantier.

Grâce à la géolocalisation, il deviendra possible de semer les graines de betteraves en "planche" ou en "quinquonce" d'un rang à l'autre. Ceci pourra apporter de nouvelles perspectives de binage dans les deux directions orthogonales, et l'optimisation du peuplement.

D4.4.c - Récolte

La filière réfléchit aujourd'hui à un changement des conditions d'achat des betteraves intégrant le collet, qui se voit aujourd'hui affecté d'un pourcentage constant. Ceci aura de fortes incidences dans le développement des effeuilleuses.

La géolocalisation permettra également l'élargissement de la largeur de récolte des machines à 8 ou 9 rangs, dont il conviendra d'améliorer la qualité de la récolte. Le développement des machines de récolte "intégrales" (l'arracheuse comporte une grande trémie de stockage) va continuer, et va conduire à une préoccupation croissante sur les risques de tassement du sol à la récolte.

Sur ces problématiques, il est important de :

- Développer et paramétrer des modèles pour mieux appréhender le risque de tassement en fonction du type de sol, des conditions climatiques et de l'historique de la parcelle.
- Développer des outils d'aide à la décision dans le choix des chantiers de récolte de betteraves en matière de tassement et de contraintes au sol exercées par les machines. Ceci doit prendre en compte l'impact des chantiers de récolte de betteraves sur les cultures suivantes.
- L'organisation des chantiers de récolte qui sont réalisées avec un petit nombre de machines très performantes, l'optimisation des plannings de récolte constitue un enjeu pour cette filière. Des travaux sont prévus pour la construction d'un simulateur de récolte permettant d'optimiser la performance des chantiers, sur une parcelle seule, puis sur plusieurs parcelles identifiées par image Google Map afin de calculer les trajets optimums et garantir la meilleure performance d'un chantier du point de vue du plan de charge de la machine.

D4.4.d - Conservation

Avec l'allongement des durées de campagne de fonctionnement des usines, ce thème est stratégique. La France a des durées d'utilisation des sucreries qui est beaucoup plus court qu'en Grande-Bretagne. Il conviendra de :

- Développer un outil d'aide en ligne pour calculer la date de récolte en fonction de sa date d'enlèvement pour limiter les problèmes de conservation.
- Développer et expérimenter des solutions prophylactiques ou curatives quand les problèmes de conservation apparaissent ou risquent de se développer après la récolte (chaulage du silo, traitements fongiques du silo, protection contre le gel, isolant contre la chaleur).
- Evaluer la résistance aux chocs des variétés : une évaluation de la casse est déjà réalisée dans les essais variétés mais il faudra évaluer les différences d'absorption de l'énergie lors d'un choc, et la déformation de la betterave pour mieux comprendre la résistance variétale aux pourritures de conservation.
- Optimiser les enlèvements de silos. Au-delà du caractère pondéreux de la matière première, la présence de terre constitue une préoccupation et il est essentiel de réduire au maximum la tare terre et de la rendre aussi constante que possible pour optimiser le fonctionnement des usines. Les déterreurs au moment du chargement sont de plus en plus fréquents et le développement d'avaleurs. Les équipements les plus récents sont des déterreurs-avaleurs disponibles depuis 2009 qui permettent le chargement direct des camions.

D4.5 - La valorisation des produits de récolte et des co-produits

D4.5.a. - Bioéthanol

La valorisation de la betterave pour la production de bio-éthanol offre des perspectives techniques et économiques intéressantes. Au-delà de la valorisation des sucres en C6, le process industriel pourrait aussi valoriser certains sucres en C5. Les rendements agronomiques de la betterave et technologiques du process industriel mettent la betterave sucrière en bonne position pour la performance environnementale de cette production, tout en intégrant les changements d'allocation des sols. Des investissements industriels importants ont été faits dans ce domaine avec des obligations de fonctionnement pour assurer la couverture des amortissements. Les évolutions réglementaires et fiscales, en France et en Europe, constituent des sources d'interrogation pour la filière.

D4.5.b. - Qualité et valorisation de la pulpe

L'extraction du sucre conduit à avoir un reliquat, la pulpe, et en quantité beaucoup plus faible la mélasse. L'utilisation de la mélasse ne pose aucune difficulté en alimentation animale, en tant qu'ingrédient dans des aliments composés. La valorisation économique de la pulpe contribue à la compétitivité de la filière et il est donc nécessaire de rechercher une valorisation maximale. La valorisation est dépendante d'un marché dont le prix est très corrélé à celui des céréales à paille, et des coûts de production (surpressage et déshydratation). La pulpe constitue un aliment remarquable pour

l'élevage de ruminants, avec une valeur UF forte de 1.0 UF/kg pour une teneur en PDIN et PDIE de 63 et 106 g/kg respectivement. De nombreux travaux expérimentaux ont été conduits pour évaluer l'utilisation des pulpes déshydratées ou surpressées en alimentation des herbivores. Il n'y a qu'en alimentation des équins que des difficultés ont été rencontrées.

E - Repenser les systèmes de production de grandes cultures, clé pour la durabilité

Après avoir présenté les spécificités -forces, faiblesses, leviers techniques et organisationnels- propres à chacune des cultures, il nous a semblé essentiel de les réunifier selon une approche systémique qui les associent dans un contexte spatial et temporel élargi. Les leviers mobilisables pour aller vers des systèmes de production doublement performants sur les plans économiques et environnementaux peuvent se penser à trois échelles emboitées : à l'échelle du système de culture, à l'échelle du système d'exploitation et à l'échelle des territoires. Suivant les contextes économiques, pédoclimatiques et sociotechniques, une ou plusieurs de ces échelles doivent être mobilisées.

Nous présentons ici quelques exemples de leviers importants qui peuvent être mis en œuvre à chacune de ces échelles. Il est entendu que parmi la diversité des situations rencontrées, il n'y a pas un seul système de production optimal mais une palette de possibilités dont la diversité est gage de durabilité. Leur mise en œuvre nécessite de combiner des éléments d'innovation biotechnique à une bonne coordination des acteurs de filières avec les décideurs et les consommateurs (cf. Partie F du présent chapitre).

E1 - Leviers à l'échelle des systèmes de culture

Les innovations techniques (fertilisation industrielle, sélection variétale, homologation des pesticides, etc.) et la disponibilité d'intrants majeurs (énergies fossiles et eau) ont favorisé le développement de systèmes de culture simplifiés. Les systèmes de cultures actuels sont conçus avec des objectifs de production élevés sur quelques espèces dominantes et rentables : blé, orge, colza, betterave, maïs. Les rotations courtes et peu diversifiées (type rotation colza-blé-orge dans une large zone centrale, ou la monoculture de maïs dans les Landes et en Alsace) sont devenues le modèle spécialisé dominant.

Ces systèmes, avec forte interdépendance des acteurs (agriculteurs, conseillers, organismes de collecte, industries phytosanitaires, etc.) sont économiquement performants dans le contexte des prix actuels, mais les impasses techniques augmentent (notamment pour la gestion de l'enherbement, des maladies et des ravageurs). Leurs performances environnementales et de façon plus générale leur durabilité sont également fortement remises en question. En effet, compte-tenu des surfaces concernées, les impacts négatifs de ces systèmes de production spécialisés et intensifs à base de céréales (pollutions liées aux apports d'azote et de produits phytosanitaires, émissions de gaz à effet de serre (GES) et réduction de la biodiversité) sont importants, même si l'augmentation du rendement à l'hectare atténue certains impacts environnementaux à la tonne produite. L'atténuation des externalités négatives de ces systèmes passe principalement par la diminution des quantités d'intrants apportés (eau, azote et produits phytosanitaires), une augmentation de leur efficience et un rééquilibrage entre objectifs de productivité et de durabilité.

Concevoir des systèmes de culture économes en intrants et productifs implique de repenser l'ensemble du système pour éviter ou contourner les bioagresseurs, favoriser les régulations

naturelles, limiter le recours à l'irrigation et favoriser l'usage des engrais organiques et des biopesticides. La conception de systèmes de culture doublement performants peut se penser à l'échelle annuelle sur l'itinéraire technique en modifiant tout ou partie des techniques mises en œuvre sur une culture, à l'échelle pluriannuelle en modifiant les successions culturales ou en repensant l'ensemble des éléments du système (combinaisons entre succession culturales et techniques mises en œuvre). Quelle que soit la voie choisie, il s'agit de valoriser au mieux le potentiel génétique des espèces, de jouer sur la complémentarité entre espèces et de s'appuyer sur des outils de pilotage des interventions performants.

E1.1 - S'appuyer sur les ressources génétiques et la sélection pour développer des systèmes de culture doublement performants

L'utilisation de variétés résistantes aux principaux bioagresseurs (champignons, virus, insectes), seules ou en association, permet de limiter le recours aux produits phytosanitaires. De même, l'utilisation de variétés plus efficientes pour l'absorption des intrants tels que l'eau ou l'azote permet d'améliorer leur valorisation et de réduire les quantités apportées au cours du cycle de culture. Certaines variétés sont d'ores et déjà disponibles (variétés de blé et colza résistantes à certains pathogènes), d'autres sont en cours de construction et de développement (variétés valorisant mieux l'azote (blé) et l'eau (maïs), variétés de pois tolérantes à l'aphanomyces et à l'ascochytose

En plus des aspects de résistance vis-à-vis des bioagresseurs, la recherche de variétés plus efficientes pour l'utilisation de l'azote représente une cible importante de la recherche variétale de ces dix dernières années. Sur les oléagineux et le blé (Oury et Godin, 2007 ; Bogard et *al*., 2010), ces travaux portent principalement sur les déterminants génétiques (i) des mécanismes d'absorption pendant la phase végétative et (ii) de remobilisation de l'azote des partie végétatives vers les grains. Depuis 2007, les lignées de blé s'écartant significativement et positivement de la relation négative entre rendement et teneur en protéines reçoivent un bonus lors des expérimentations pour l'inscription au catalogue CTPS.

De leur côté, les protéagineux étant sélectionnés en absence de fertilisation azotée, les progrès génétiques réalisés sur le rendement[25], s'appuient à la fois sur la capacité de la plante à acquérir et stocker l'azote d'origine symbiotique, à maintenir une teneur élevée en protéines dans les graines, mais aussi à tolérer les stress. Une option génétique de long terme consisterait à transférer l'aptitude à l'activité symbiotique fixatrice d'azote des légumineuses vers des espèces non légumineuses. Cette voie imaginée depuis longtemps n'a jamais abouti jusqu'alors[26].

Un des enjeux qui se pose aujourd'hui à la sélection variétale est la production de variétés adaptées aux nouveaux systèmes de culture : variétés adaptées aux associations d'espèces ou aux associations variétales, variétés à cycles courts ou longs pour des positionnements variés dans les successions, variétés tolérantes aux stress abiotiques ou résistantes à des bioagresseurs, etc. Ces nouveaux idéotypes variétaux (Encadré E1) combinant les caractères d'intérêt peuvent être constitués d'un ou plusieurs génotypes. Le développement des idéotypes nécessite alors de prendre en compte les caractéristiques attendues par les différents acteurs - et donc de les associant plus étroitement aux démarches de sélection génétique -, de favoriser leur spécificité au stade de l'inscription au CTPS par une adaptation du règlement technique et de faciliter leur diffusion.

[25] Le rendement et son irrégularité constituant aujourd'hui un frein essentiel au développement de cette culture.

[26] La fondation Bill & Melinda Gates vient de financer un projet pour rendre possible les premières phases de la reconnaissance bactérie symbiotiques – maïs (Engineering Nitrogen Symbiosis for Africa, www.ensa.ac.uk).

Encadré E1 :

Produire et tester de nouveaux idéotypes

Un front de recherche est en train de se mettre en place sur la conception d'idéotypes en faisant interagir plusieurs disciplines (génétique, écophysiologie, agronomie, pathologie, entomologie). Le concept d'idéotype a été proposé par Donald (1968) qui définit l'idéotype comme « un modèle biologique dont on attend qu'il se comporte d'une manière prédictible dans un environnement défini ». L'école chercheur Inra-Cirad « Conception d'idéotypes de plantes pour une agriculture durable » propose de définir un idéotype de plante comme « une combinaison optimale de caractères morphologiques et physiologiques ou de leurs déterminants génétiques, conférant à un matériel végétal une adéquation satisfaisante à un environnement, à un mode de production et d'utilisation donnés ». Au sein GIS GCHP2E, GIS fruits et du réseau IGEC de l'Inra, une démarche de conception d'idéotype a été formalisée en trois étapes (Fig. 1) : étape 1 de définition d'un ou plusieurs cahiers des charges (cadre Objectifs) ; étape 2 de conception puis construction (cadre Conception) ; étape 3 d'évaluation des idéotypes construits (cadre Evaluation). Le processus n'est pas linéaire et les étapes de construction-évaluation donnent lieu à des boucles de progrès, les idéotypes pouvant évoluer selon les résultats de leur évaluation.

Définition des cahiers des charges

Toute démarche de conception/évaluation d'idéotypes sera fortement marquée par les acteurs qui participent à cette démarche et le contexte dans lequel elle se construit. Il leur appartient en premier lieu de définir le contexte d'utilisation de leurs nouvelles variétés (cadre contexte). Il s'agit notamment de définir :

Le contexte environnemental et agronomique : Quelle zone géographique est ciblée (région, pays, continent…) ? Quelles sont les conditions biotiques et pédoclimatiques dans lesquelles seront cultivées ces variétés (gammes plus ou moins larges) ? Quelle est la variabilité spatiale et temporelle de ces conditions environnementales ? Quels sont les systèmes de production ciblés (conventionnels, biologiques, intégrés…) ?

Le contexte économique : Quels sont les débouchés ? Quels sont les filières et les acteurs économiques ciblés (agriculteurs, coopératives, industriels, consommateurs…) ? Quel est le contexte économique dans ces filières ? Quelles sont les propriétés technologiques attendues par les filières ?

Le contexte écologique : Quel est le niveau « d'intensification écologique » recherché, fondé sur quels critères ?

Le contexte social, politique et réglementaire : Quelles sont les réglementations en vigueur dans la zone géographique et pour le type d'utilisation pressentie ? Y-a-t-il une pression sociale et/ou des orientations politiques particulières à prendre en compte ?

L'étape suivante, consiste, pour le groupe d'acteurs formé, à préciser dans le contexte préalablement défini, leurs contraintes (techniques, humaines, calendaires…) et leurs motivations (maximiser les revenus, stabiliser la production, améliorer la qualité du produit, limiter les intrants…).

Conception d'idéotypes de plantes

Pour chacun des cahiers des charges produits, la conception d'idéotypes se fait ensuite selon trois grandes étapes :

Dans un premier temps, est élaborée une représentation conceptuelle de la plante/du couvert que l'on cherche à obtenir. Cette représentation s'apparente à un ensemble hiérarchisé de stratégies permettant de répondre aux différents éléments du cahier des charges. Par exemple, avancer la date de floraison ou de maturité pour éviter des stress hydriques de fin de cycle sur colza ; incorporer la résistance au gel et aux principales maladies dans des pois d'hiver réactifs à la photopériode, pour les introduire comme culture d'hiver dans les rotations ; augmenter la ramification des plantes et ainsi réduire la densité de peuplement , pour augmenter le rendement et compenser l'effet d'attaques tardives d'insectes ; augmenter les ressources de pollen et de nectar pour favoriser l'attractivité des auxiliaires des cultures pendant le floraison ; travailler sur les dates de floraison et certains composés volatils glucosinolates émis par la plante de colza pour piéger des insectes au printemps .

Une fois cette représentation conceptuelle établie, l'étape de construction de l'idéotype commence. L'ensemble des caractères cibles potentiels qui permettraient de mettre en œuvre les stratégies établies à l'étape précédente sont identifiés (vitesse de croissance, port de la plante, phénologie, mécanismes de résistance aux stress biotiques et abiotiques…). La possibilité d'agir sur chaque caractère d'intérêt sera évaluée. Deux grands types de leviers sont envisagés pour agir sur les caractères d'intérêt :

- les leviers techniques issus de la conduite culturale (application d'un régulateur de croissance, date et densité de semis, taille…) ou des processus de transformation industrielle (process de panification…) qui pourront être évalués selon leur faisabilité, leur opérationnalité et leur efficacité ;
- les leviers génétiques mis en œuvre par la sélection sur les caractères d'intérêt (morphologies et phénologies variées, les tolérances à différents stress biotiques et abiotiques…). Les corrélations génétiques favorables ou défavorables entre caractères seront alors révélées. Une sélection multi-caractères sera ensuite engagée, qui pourra être facilitée par une connaissance génomique et une sélection assistée par marqueurs.

Cette étape de conception et particulièrement de construction des idéotypes fait appel à des connaissances variées notamment en génétique, en agronomie, en écophysiologie, en entomologie et en pathologie, souvent issues de l'expérimentation et qui peuvent être formalisées grâce à des outils de modélisation (mécaniste, statistique,

décisionnelle…). Cette étape permettra souvent d'identifier des verrous de connaissances qui pourront donner lieu à de nouvelles études.

Evaluation de l'idéotype et redéfinition éventuelle de l'idéotype
Une fois les idéotypes conçus, leur capacité à répondre aux objectifs spécifiés dans les cahiers des charges doit être évaluée. Pour chaque cahier des charges, des critères d'évaluation seront définis et hiérarchisés. Il s'agira d'établir des indicateurs permettant de juger du niveau de satisfaction de chacun des objectifs du cahier des charges. Cette grille d'évaluation servira à évaluer les idéotypes produits et à ne conserver que ceux qui présentent un niveau de satisfaction global du cahier des charges acceptable. Eventuellement, une redéfinition de l'idéotype pourra alors être produite (Figure E1).

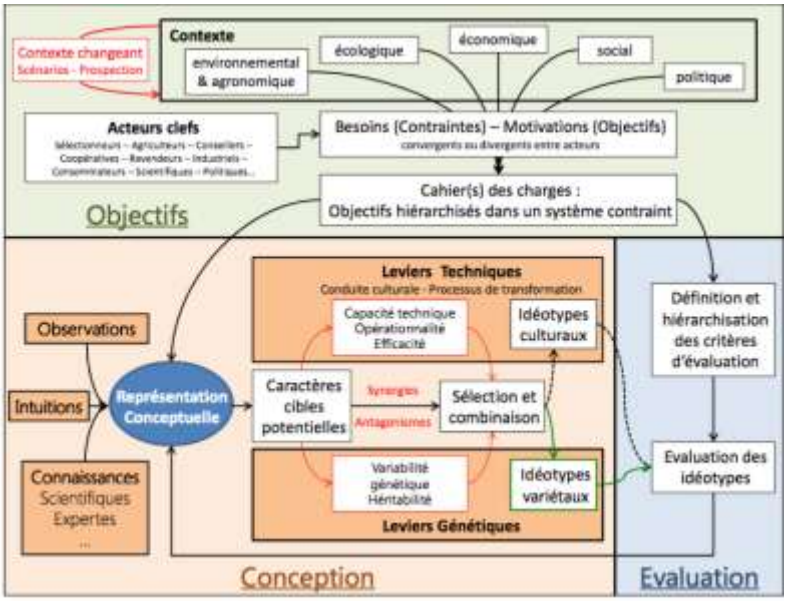


***Figure E1** : Démarche de conception/évaluation d'idéotypes ; Source : Durel et Gauffreteau (2012)*

E1.2 - S'appuyer sur les complémentarités entre espèces pour réduire la dépendance aux engrais azotés, aux produits phytosanitaires et leurs impacts environnementaux négatifs

Afin d'aller vers des systèmes de culture doublement performants, un des leviers consiste à s'appuyer sur une diversité d'espèces récoltées ou non (cultures intermédiaires et couverts associés aux cultures de rente) et de raisonner leur association dans le temps et l'espace

La diversification des espèces dans le temps et l'espace ne peut cependant pas répondre à elle seule aux enjeux environnementaux dont les bénéfices seront de plus très dépendants des espèces considérées : certaines cultures de diversification sont exigeantes en traitements phytosanitaires (par exemple pomme de terre, betterave et féverole destinée à l'alimentation humaine) ; des successions mal raisonnées peuvent aggraver des problèmes parasitaires ou favoriser certaines espèces d'adventices.

La garantie du succès de la diversification des cultures repose sur un certain nombre de conditions, comme l'alternance des cycles culturaux (printemps/hiver) et avec elle les périodes de travail du sol qui permettent la gestion d'une grande diversité d'adventices ; le positionnement réfléchi des plantes fixatrices d'azote par rapport à celles plus gourmandes en azote et l'introduction de plantes cultivées en dérobées, ou intermédiaires.

Trois pistes de changements dans les systèmes de culture sont proposées ici, avec notamment un accent sur les flux azotés, mais de nombreuses autres peuvent être envisagées, par exemple le travail du sol, les mélanges variétaux, l'agroforesterie… quels que soient les leviers mobilisés, ils devront être réfléchis en fonction des contraintes pédoclimatiques, des objectifs identifiés à l'échelle de l'exploitation agricole et des débouchés.

E1.2.a - Améliorer le bilan azoté et phytosanitaire en intégrant les espèces légumineuses dans les rotations

La fumure azotée est un facteur majeur des impacts environnementaux négatifs des productions végétales. En amont, la production industrielle des engrais azotés mobilise un procédé industriel utilisant une grande quantité d'énergie fossile (9785 MJ pour 180kgN) et est associée à une production non négligeable de gaz à effet de serre (GES) (955 kg eq. CO2 pour 180kgN). Au champ, d'autres impacts s'ajoutent pendant et après l'épandage des engrais azotés par l'agriculteur, sous l'effet des rhizodépôts, des résidus de culture et des excès de fertilisation.

Bien qu'elles présentent un bilan azoté environnemental plus performants que les cultures de céréales ou le colza (moindres émissions directes de N2O et moindres émissions indirectes de NH3, NO et nitrate), les espèces légumineuses sont actuellement très peu présentes dans les assolements en grandes cultures (< 2.5% des surfaces arables). Les effets positifs de leur insertion dans les rotations, sur la qualité des productions et le bilan azoté sont aujourd'hui bien renseignés (moindre consommation d'énergies fossiles et la réduction d'émissions de GES (Hayer et *al*., 2012 ; Carrouée et *al.,* 2012 ; Petit et al., 2012 ; Jeuffroy et *al*., 2012) (Encadré E2). Par exemple, un précédent protéagineux introduit dans une rotation a un effet précédent positif sur le rendement de la culture de blé ou de colza qui lui succède (Carrouée et *al*., 2012).

Outre un effet des reliquats azotés, une meilleure qualité sanitaire contribue à cet effet positif qui permet à l'échelle du système de culture de réduire la consommation de fertilisants azotés et de certains pesticides (notamment herbicides) en favorisant l'alternance des dates de travail du sol (printemps et automne).

Encadré E2 : Bilans environnementaux d'une rotation avec ou sans protéagineux

Synthèse d'analyse de cycle de vie de 30 systèmes de culture à forte proportion de céréales, conventionnels et intégrés, dans trois régions : Bourgogne, Moselle et Beauce dunoise irriguée (d'après Hayer et al. 2012).

	Nb rotations dans la moyenne	Kg N	Energie non renouvelable fossile et nucléaire en éq. MJ	Effet de serre (IPCC 07) en kg eq CO_2	Formation d'ozone, NOx élevé POCP, kg éq ethylène	Eutrophi-sation potentielle combinée, kgN	Acidifica-tion, kg éq SO_2 (EDIP97)	Toxicité aquatiq 100 ans (CML), kg éq. 1.4-DCB
Témoin sans pois	3(Beauc) 2(Bourg.) 5(Mosell)	100% Be : 169 Bo : 167 Mo : 164	100% Be : 28939 Bo : 21784 Mo : 22967	100% Be : 3357 Bo : 3132 Mo : 2993	100% Be : 0.75 Bo : 0.62 Mo : 0.69	100% Be : 73 Bo : 96 Mo : 89	100% Be : 43 Bo : 40 Mo : 43	100% Be : 756 Bo : 2035 Mo : 679
A_pois Beauce (22% pois)	10	77%	87%	84%	90%	87%	78%	90%
A_pois Bourgogne (14% pois)	8	83%	92%	90%	96%	92%	85%	104%
A_pois Moselle (13% pois)	9	85%	93%	92%	96%	87%	88%	83%

Introduire des protéagineux dans les assolements permet une réduction significative des impacts environnementaux des systèmes de culture, en particulier une moindre consommation d'énergie fossile et des émissions réduites de gaz à effet de serre : en moyenne, de 10 % (13000 MJ d'économisés en cinq ans) et de 14 % (2.2 t eq CO2 d'économisées en 5 ans) en insérant un pois entre deux blés (Colza-Blé-Pois-Blé-Orge); 8 % et 10 % en insérant un pois devant le colza dans la rotation (Pois-Colza-Blé-Orge) (Hayer et Nemecek 2012). En effet, à la culture, comparé à un blé ou un colza (recevant 190 et 160 kg d'engrais azotés respectivement), le pois permet une réduction de près de 50 % de l'énergie fossile consommée, de 70 % des GES et de 85 % des gaz acidifiants (de la production de ses intrants à la sortie du champ).

Cet ensemble de données encourage à une plus forte insertion des protéagineux et plus généralement des légumineuses dans les rotations, mais requiert des performances agronomiques et économiques de ces cultures attractives et stabilisées chez les agriculteurs. Ces freins à leur insertion nécessite de retravailler le matériel génétique à disposition des agriculteurs et de favoriser l'émergence d'une filière rémunératrice et stable dans le temps (cf. Partie F). De plus, les bénéfices de l'insertion des légumineuses dans la rotation ne seront acquis que si les flux azotés sont bien gérés au sein de la succession culturale et si les agriculteurs acquièrent les compétences et les outils de pilotage adaptés à ce type particulier d'entrée d'azote dans les systèmes (notamment bon fonctionnement de la fixation symbiotique et bonne synchronisation avec le recyclage de l'azote minéral disponible issu de cette fixation.[27]

[27] D'après le panel d'experts sur les légumineuses, adossé au Comité NPC en charge d'un ouvrage de référence à venir « Les légumineuses dans les systèmes de production agricole – Etat des connaissances et impacts agronomiques, environnementaux et économiques ».

E1.2.b - Améliorer les bilans azotés et phytosanitaires en développant les associations d'espèces récoltées de légumineuses et non-légumineuses

Les systèmes associant sur une même parcelle et pendant un même cycle de culture une légumineuse et une non-légumineuse (souvent une céréale) récoltées en graines permettent d'accroître l'efficience des intrants azotés, de réduire la fertilisation azotée et le recours aux produits phytosanitaires (Hauggaard-Nielsen et *al*., 2001). Les associations pois-blé, féverole-blé ou -triticale sont fréquemment mobilisées dans les systèmes de production biologique ou dans les systèmes de polyculture élevage. Dans ces associations, comme l'azote minéral du sol est surtout absorbé par la céréale, la légumineuse utilise la fixation symbiotique de N2 de façon prépondérante pour sa nutrition azotée. Cette complémentarité des deux espèces pour l'acquisition des ressources permet d'optimiser l'usage de l'azote minéral disponible, en réduisant les intrants et les fuites azotées. Ces associations sont aussi un levier mobilisable en production céréalière pour augmenter la teneur en protéines des grains des céréales produites dans des systèmes à faibles intrants azotés (Bedoussac et Justes, 2009 ; Naudin et *al*., 2010 ; Hellou, 2013).
Un travail important de recherches est néanmoins à conduire pour améliorer les performances des associations. Il s'agit notamment de définitir des idéotypes adaptés à ces conduites, des itinéraires techniques performants suivant les types de milieux dans lesquelles sont conduites ces associations et enfin de réaliser des progrès technologiques sur les méthodes de tri des graines et de valorisation des produits de récolte.

E1.2.c - Améliorer les bilans azotés et phytosanitaires à l'aide des cultures intermédiaires et des couverts associés

Dans le cadre de systèmes de culture doublement performants, l'introduction de cultures intermédiaires et l'utilisation des couverts associés sont deux leviers mobilisables pour réduire les pertes d'azote à l'interculture et limiter le recours aux produits phytosanitaires et aux engrais azotés.

L'essentiel du nitrate contaminant les nappes phréatiques est issu des agrosystèmes. Il provient des excès de fertilisation azotée mais aussi de la production naturelle de nitrate par minéralisation des matières organiques du sol. Ce nitrate est susceptible d'être entrainé en profondeur, hors de la zone explorée par les racines des plantes, suite au drainage des eaux de pluie à travers le sol. La période où le drainage est le plus important (automne-hiver) correspond également en France métropolitaine, à une période où le sol peut se retrouver sans culture (sol nu)[28]. La quantité de nitrate présente dans le sol durant cette période d'interculture[29] dépend des pratiques de fertilisation des agriculteurs, mais aussi des caractéristiques du sol et des conditions climatiques de l'année.

Une culture intermédiaire peut être implantée entre deux cultures principales afin de limiter ces phénomènes. Ces cultures ne sont pas destinées à être récoltées et sont détruites (ou leur croissance est stoppée) avant l'implantation de la culture principale suivante. Les objectifs poursuivis lors de l'implantation d'une culture intermédiaire peuvent être multiples : réduire les pertes de nitrates (culture intermédiaires piège à nitrate : CIPAN[30]), fournir de l'azote (engrais vert), limiter le processus érosif en zone de ruissellement (culture de couverture ou culture intercalaire), améliorer la structure du sol ou constituer un couvert pour la faune (Hecken Benner et Pont Briand, 2011). Il s'agit donc d'implanter une culture qui n'a pas de vocation productrice, ce qui constitue en soi un certain bouleversement de la notion même de culture (Thareau et *al*., 2008).

Les cultures intermédiaires sont le plus communément semées après la récolte de la culture principale précédente, bien qu'elles puissent aussi être semées sous couvert de cette culture principale. En post-

[28] Aujourd'hui, plus du quart des superficies de grandes cultures reste nu pendant l'hiver (Agreste, 2010)
[29] L'interculture est la période, dans la rotation culturale, qui se situe entre la récolte d'une culture principale et le semis de la suivante. Sa durée varie selon les dates de récolte et de semis des cultures principales, de quelques jours dans le cas d'une récolte tardive du précédent suivie d'une culture d'hiver (cas des successions betterave-blé par exemple), à plusieurs mois (jusqu'à 9 mois) dans le cas d'une succession culture de printemps - culture de printemps par exemple. Durant cette période, un sol laissé "nu" (sans plantes), en particulier dans le cas d'interculture longue, peut fortement augmenter le risque de lixiviation (Thareau et *al*., 2008).
[30] CIPAN : Culture Intermédiaire Piège A Nitrate

récolte, ces cultures intermédiaires sont généralement semées de fin juillet à début septembre, pour une destruction allant de novembre à février de l'année calendaire suivante. Leur durée de végétation varie donc de 2 à 6 mois, selon les successions culturales et les régions. L'implantation se fait généralement après un travail du sol superficiel (déchaumage) ou par semis direct, sous la culture (avant récolte) ou sur les chaumes (exemples présentés ici pour la région Poitou-Charentes) (Encadré E3, Tableau E1). Leur destruction peut se faire naturellement par le gel, mécaniquement (broyage, labour, déchaumage, roulage) ou chimiquement par application d'un herbicide foliaire systémique (glyphosate ou 2,4D par exemple). Les dates d'implantation et de destruction, ainsi que les modes de destruction dépendent de l'espèce, de la maturité du couvert végétal, mais aussi de la réglementation en vigueur.

Sur l'échantillon de l'enquête Pratiques Culturales du SCEES (2006), ce sont 7,8 % des parcelles qui ont été implantés avec une CIPAN et 20% qui portent des repousses du précédent cultural (les repousses de colza étant autorisées en couverture du sol par la réglementation, car reconnu piège à nitrate). Ces cultures intermédiaires suivent très majoritairement des céréales à paille (13 % des parcelles en blé, 10 % des parcelles d'orge et 11% des parcelles en autres céréales portent une culture intermédiaire) et dans une moindre mesure la culture du maïs fourrage (6% des parcelles de maïs). Elles précédent dans 48% des cas des betteraves, dans 37 % des cas des pommes de terre, dans 21 % des cas des pois de printemps et 14% des cas des maïs (Justes et *al*., 2012).

Encadré E3 : Quelle conduite et choix d'espèce pour une culture intermédiaire ?

Tableau E1 *: Modes d'implantation des cultures intermédiaires en région Poitou-Charentes : avantages et inconvénients ; Source : Chambre d'agriculture Centre, Projet IBIS.*

Techniques	Avantages	Inconvénients
Semis direct avant ou pendant la récolte	Aucun problème avec débris végétaux, cailloux Faible coût d'implantation Efficace pour certaines espèces (sorgho, colza) Culture intermédiaire profitant de l'humidité de fin de cycle de la culture précédente.	Pas adapté à toutes les espèces Développement du couvert souvent hétérogène (mauvaise répartition ou levée, ravageurs) Déchaumage post-récolte impossible (gestion adventices, ravageurs)
Semis à la volée	Aucun problème avec débris végétaux, cailloux Vitesse de chantier rapide Faible coût d'implantation	Pas adapté à toutes les espèces Problème de réglage de matériel (centrifuge) et couvert parfois non homogène
Semis en ligne classique	Bonne profondeur de semis Couvert homogène, densité correcte	Vitesse d'avancement faible et largeur de travail limitée Problème de bourrage avec résidus du précédent cultural Usure du matériel agricole « double emploi »
Semis direct	Bonne profondeur de semis Couvert homogène, densité correcte Semis «assez » rapide (un seul passage)	Abandon du déchaumage (problème limace et adventice) Largeur de travail limité (3 à 4 m) Problème de bourrage avec résidus du précédent cultural Usure du matériel agricole

L'efficacité des « cultures intermédiaires piège à nitrate » (CIPAN) dépend de nombreux facteurs pédoclimatiques. Suivant le contexte, l'implantation d'une CIPAN permet de réduire de 20 à 90 % les phénomènes de transfert d'azote nitrique en comparaison d'un sol nu (Justes et *al.,* 2012). C'est le développement du couvert avant la date de destruction qui détermine l'efficacité du piégeage d'azote. Ce sont donc les conditions d'implantation et de

destruction de la culture intermédiaire, qui vont en déterminer l'efficacité. Ces conditions sont à adapter selon les conditions locales et les systèmes de culture pratiqués et peuvent poser des problèmes techniques ou d'organisation du travail. Les travaux réalisés par Thareau et *al*., (2008) en Pays de Loire ont montré que la perception des cultures intermédiaires par les agriculteurs avait évoluée d'une obligation règlementaire à un intérêt environnemental, voire agronomique. Néanmoins, l'implantation systématique de cultures intermédiaires se heurte à des difficultés ayant trait au temps disponible sur l'exploitation (main d'œuvre), à la concurrence éventuelle entre chantiers aux périodes d'intervention sur la culture intermédiaire et à des difficultés d'implantation et de destruction sur certains types de sols (argileux notamment).

L'espèce de culture intermédiaire utilisée a également une grande importance vis-à-vis de l'efficacité de piégeage et la restitution de l'azote à la culture suivante, en interaction avec les conditions pédoclimatiques (Tableau E2).

Si les effets positifs des cultures intermédiaires sont indéniables, la présence d'un couvert en continu sur la parcelle peut néanmoins favoriser la présence de bio-agresseurs tels que les limaces et les pucerons. C'est une des raisons du succès de la moutarde blanche, espèces présentant des propriétés anti-nématodes. Lorsque le couvert est de la même famille que les espèces cultivées, il peut augmenter certains risques parasitaires (par exemple pour éviter un développement de pouvoir infectieux des sols par aphanomyces, le pois et certaines variétés de vesce sensibles sont à proscrire). Certaines espèces peuvent également avoir un effet dépressif sur la culture suivante (graminée pérenne et radis sur les cultures de printemps notamment). Enfin, la couverture du sol au cours de la période d'interculture limite les possibilités de gestion des adventices par les faux-semis.

Tableau E2 : *Restitution d'azote à la culture suivante pour différentes espèces de culture intermédiaire ; Source : Perspectives agricoles n° 357, 2009*

	Niveau de croissance du couvert	Fourniture azotée (kg N/ha) à la culture suivante			
		Céréales de printemps, betterave…		Maïs, pomme de terre…	
		Destruction précoce [1]	Destruction tardive [2]	Destruction précoce [1]	Destruction tardive [2]
Crucifère (moutarde, navette, radis…)	Faible ou moyen	10	15	0	10
	Elevé	15	20	5	15
Graminées[3]	Faible ou moyen	0	5	0	5
	Elevé	10	10	5	10
Ray grass italien	Faible ou moyen	10	15	5	10
	Elevé	15	20	10	15
Composées (tournesol, nyger…) Hydrophylacées (phacélie…)	Faible ou moyen	0	5	0	5
	Elevé	10	10	5	10
Légumineuses	Faible ou moyen	25	30	20	25
	Elevé	30	30	30	30
Mélanges Graminées + légumineuses Crucifères + légumineuses	Faible ou moyen	15	20	10	15
	Elevé	20	20	20	20

1 Destruction précoce : de novembre à décembre - 2 : destruction tardive : janvier et au-delà – 3 : sauf ray-grass italien

Les couverts associés[31] (communément appelés plantes compagnes ou plantes de service) constituent une forme d'association d'espèces. Il s'agit de jouer sur la complémentarité des espèces entre elles, en

[31] Ce sont des plantes à usage non marchand. La finalité première du couvert associé est la prestation d'un service éco-systémique dit « de support » ou « de régulation ». *Exemples : féverole + colza ; trèfle + carotte porte-graines ; colza d'hiver + sarrasin ; colza d'hiver + lin.*

associant une culture de rente et une espèce non récoltée. Les couverts associés sont semés en en même temps que la culture de rente ou en techniques de semis sous couvert, l'objectif de cette association étant de réduire le recours au pesticides (herbicides et insecticides principalement) et de limiter les pertes d'azote par une couverture du sol lorsque la culture n'est pas encore développée. Contrairement aux cultures associées, les couverts associés ne sont pas récoltés. Il s'agit alors que leur développement ne concurrence pas celui de la culture de rente.

Le choix des espèces à associer s'appuie sur leur sensibilité au gel, la destruction mécanique ou chimique de ce couvert en cours de culture étant impossible. Après destruction, les couverts associés se décomposent pour servir d'engrais vert à la culture de rente.

La majorité des travaux réalisés sur les couverts associés portent sur des couples colza/couvert associé. Les couverts associés sont généralement semées en fin d'été avec le colza (souvent des espèces fourragères ou des légumineuses) afin d'étouffer les adventices, de restituer de l'azote au colza et de perturber les insectes ravageurs du colza à l'automne.

De très récentes expérimentations sur des associations colza avec des plantes légumineuses dites de service (non récoltées) ont été réalisées dans le cadre de deux projets Casdar depuis 2009 : Picoblé et Redusol. Les résultats des essais montrent des effets positifs de ce type d'associations (Valantin-Morison et Pinochet, 2010 ; Palleau, 2012 ; Chambres d'Agriculture de Poitou-Charentes et de Vendée, 2012 ; Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or, 2010), le choix de l'espèce compagne étant néanmoins à adapter en fonction des conditions locales.

Ces expérimentations ont mis en évidence :

- Un effet positif de ce type d'association sur la réduction de la pression liée aux adventices. Néanmoins, les effets bénéfiques de ces couverts sur la couverture du sol (lutte contre les adventices) sont très dépendants du type de milieu dans lequel ces associations sont implantées. Dans des sols riches en azote et des milieux climatiques favorisant la croissance des plantes (Pays de la Loire, Bretagne, Picardie), la couverture du sol par le colza est aussi efficace que les espèces associées (Valantin-Morison et Pinochet, 2010). Dans certaines conditions, une concurrence pour l'eau et l'azote des espèces associées vis-à-vis du colza a également été observée.
- Un effet bénéfique des associations colza-légumineuse dans la fourniture en azote du colza au printemps. Sur les sols plus superficiels, moins riches en azote, la croissance du colza en automne et au printemps était très souvent accentuée lorsqu'il était associé avec un couvert de légumineuse (lentille, féverole, sarrasin, trèfle d'Alexandrie). L'association d'espèces pendant l'automne apporte également un bénéfice sur l'utilisation de l'azote au printemps. Sur sols pauvres en azote, ce bénéfice est beaucoup plus net et significatif que sur les sols plus riches (Palleau, 2012).
- Enfin, concernant, les attaques d'insectes à l'automne, des résultats encourageants ont été observées en station Cetiom à Surgères, avec une réduction des attaques d'altises, mais ces résultats doivent être confirmés.

Il existe aujourd'hui sur le marché des mélanges d'espèces pour couverts associés « prêts à l'emploi ». Néanmoins, malgré l'engouement et la popularité de cette innovation parmi les agriculteurs ou les responsables du développement, les résultats sur les effets positifs des associations colza-couverts associés sont souvent encore partiels dans leurs explications des mécanismes mis en jeu dans l'obtention des services, ou manquent de généricité quant aux déterminants du choix des espèces, des variétés et de la conduite à adopter en fonction du contexte pédoclimatique. C'est pourquoi, des travaux sont à en cours à l'Inra et au Cetiom pour mieux analyser les conditions de réussite d'une telle association et pour identifier les leviers pour mieux la piloter.

E1.3 - S'appuyer sur les outils de pilotage pour améliorer la performance des intrants azotés

Une bonne gestion de l'azote consiste à équilibrer au mieux les besoins de la culture et les différentes formes d'azote dont elle peut bénéficier à chaque phase de son développement. Le surplus azoté (excédent de fertilisation par rapport aux sorties) est estimé entre 10 et 77 kgN/ha de SAU en fonction des cultures (CGDD, 2010). Les réformes règlementaires ont incité au développement d'outils de raisonnement de la fertilisation azotée sur de nombreuses cultures.

Les outils d'aide à la décision s'intéressent à la définition d'une stratégie prévisionnelle de conduite des cultures et au pilotage des interventions en cours de culture. Ces outils sont basés sur des modèles prédictifs, associés à des techniques de détection de l'état nutritionnel ou sanitaire du couvert et à des règles de décision agronomiques. Si la méthode du bilan prévisionnel de l'azote est pratiquée depuis très longtemps, de nombreux outils de pilotage à la parcelle ont été développés au cours de ces vingt dernières années (méthode du bilan, réglette azote sur colza®, HélioTest®, Farmstar®, JUBIL®…). Ces outils ont conduit au fractionnement des doses pour limiter les apports aux périodes de faible efficience pour la culture et ont permis de réduire progressivement les doses totales d'azote apportées sur les céréales à paille. Ils sont aujourd'hui largement utilisés, 71 % des moyennes et grandes exploitations déclarant utiliser un outil de pilotage de la fertilisation azotée.

Des enquêtes récentes ont cependant montré qu'il existe encore de fréquentes sur-fertilisations derrière un pois par une mauvaise prise en compte du précédent légumineuses et que des améliorations peuvent encore être réalisées pour la réduction des doses d'azote sur les cultures suivant une légumineuse.

E2 - Leviers à l'échelle des exploitations

La mise en œuvre de systèmes de culture s'appuyant sur un ou plusieurs leviers présentés précédemment est contingente d'une réflexion au niveau de l'exploitation agricole (système de production) : les « innovations techniques » peuvent-elles s'insérer dans le fonctionnement de l'exploitation (disponibilité en main d'œuvre, concurrence entre chantiers…) ? ; sont-elle adaptées aux contraintes pédoclimatiques du parcellaire ? ; l'évolution du système de culture permet-il la valorisation des productions sur les marchés existants ou de nouvelles filières locales ?

Par exemple, l'utilisation de mélanges variétaux intra-espèce au sein d'une parcelle ont fait l'objet de nombreuses analyses et évaluations, et leur intérêt pour le contrôle des maladies a été abondamment documenté (Wolfe, 1985). La possibilité d'assembler des variétés de céréales possédant différentes résistances (quantitatives et qualitatives) permet de combiner rapidement des résistances au cortège parasitaire, tout en limitant le développement épidémique et les capacités d'adaptation d'un agent pathogène (De Vallavieille-Pope, 2004). Ces mélanges, bien qu'ils présentent un intérêt agronomique certain (Smithson et Lenne, 1996 ; Mille et al., 2006 ; Tooker et Frank, 2012), trouvent difficilement un débouché à l'étape de collecte-stockage pour une valorisation dans des filières de panification conventionnelles où l'allottement se fait sur la variété compte-tenu des contraintes technologiques en aval. Lever ce frein à l'intégration des mélanges variétaux au sein des exploitations agricoles nécessiterait dans un premier temps d'améliorer notre compréhension du fonctionnement d'un couvert génétiquement hétérogène et du mélange variétal récolté et d'explorer d'autres voies de valorisation de ces produits récoltés, voire de faire évoluer les process technologiques pour intégrer ce type de mélange dans les filières traditionnelles.

La réflexion portée au sein du système de production pour aller vers des systèmes performants économiquement et environnementalement peut également conduire à une évolution du type de système de production vers des systèmes associant au sein d'une même structure des ateliers animaux et céréaliers. Bien que ces systèmes de « polyculture-élevage » se raréfient (12,5 % des 3120 moyennes et grandes exploitations recensées en 2010, source Agreste), le développement d'ateliers de production de

volailles ou de porcs au sein d'exploitations céréalières permet de diversifier les sources de revenu et de valoriser les productions mobilisant des systèmes de cultures innovants qui seraient difficilement valorisées sur les marchés (mélanges d'espèces ou de variétés par exemple). Néanmoins, ces éléments de diversification ne sont envisageables que si la main d'œuvre disponible sur l'exploitation le permet (insertion du conjoint dans l'activité agricole par exemple), si les débouchés sur les marchés locaux permettent une compétitivité de ce nouvel atelier en regard de la production céréalière initiale et si un partenariat resserré avec les fabricants d'aliments et avec le secteur aval peut être mis en place lorsque cet atelier animal prend de l'ampleur (Petit et *al*., 2012).

Cette réflexion sur les objectifs et contraintes organisationnelles à l'échelle de l'exploitation s'accompagne de la nécessité d'acquérir, voire de réacquérir, des compétences techniques sur des espèces mineures, le pilotage d'associations d'espèces pour lesquelles les références techniques sont peu ou pas disponibles… Au-delà de la seule exploitation agricole, il est fondamental de modifier le contexte dans lequel celle-ci s'insère pour intégrer facilement ces nouvelles compétences : parc matériel, outils de pilotage, logiciel de collecte et de gestion des données ; d'accompagner la production de connaissances agro-écologiques nécessaires pour de nouvelles espèces ou innovations du système. A ce titre, l'exemple de l'azote est flagrant. Le pilotage de l'azote symbiotique (associé aux espèces légumineuses) demande une approche très différente de celle déployée par exemple dans la cadre de la maîtrise du troisième apport du fractionnement de l'engrais azoté sur blé.
De nombreux agriculteurs ont déjà mis en œuvre des systèmes de culture en rupture avec le système dominant et qui se rapprochent des systèmes raisonnés ou intégrés. Cerf et *al*. (2010) mettent en avant que l'évolution des exploitations vers des systèmes économes en intrants est un processus long, dans lequel l'apprentissage est un passage obligé. Cet apprentissage s'opère via des modalités d'information très variées (voisin, presse, conseiller technique…) et passe par la prise en main des techniques. Il s'agit de réussir à s'adresser au plus grand nombre d'agriculteurs par la mise au point de jeux de solutions couvrant une large gamme de contraintes et objectifs, plutôt que de définir des itinéraires ou systèmes de culture clés en main. L'approche consiste à dépasser le discours militant, en faveur de tel ou tel système de culture, pour se concentrer sur une offre étoffée de moyens de maîtrise de l'azote, de l'eau et des bio-agresseurs et de leurs combinaisons (Verjux, 2011).

La diversité des systèmes de production existants est encore mal renseignée, ce qui rend partielles les évaluations des performances agro-environnementales des systèmes d'aujourd'hui, ce qui sous-estime aussi sûrement les systèmes de production déjà durables présents dans certaines exploitations. De nombreuses solutions existent pour limiter le recours aux intrants sans mettre en péril l'équilibre économique des exploitations. Pour partie ces solutions sont déjà à l'œuvre sous leur forme initiale ou réappropriées au sein d'exploitations agricoles de grandes cultures innovantes. Elles relèvent de la combinaison du potentiel génétique existant, des outils d'aide à la décision et des connaissances agronomiques relevant du système de culture. Les systèmes de production dans lesquels sont mis en œuvre ces systèmes de culture ont suivi des trajectoires différentes dans lesquelles les processus d'apprentissage sont centraux. Les principaux verrous à la mise en œuvre de systèmes de cultures performants sur le plan économique et environnemental n'étant pas uniquement techniques, la perception du risque de contre-performance, la méconnaissance dès la formation initiale de l'existence de solutions innovantes et de méthodes de conception de systèmes de production durables, l'apprentissage et la faible diffusion de nouvelles techniques, le poids de la filière et des stratégies d'approvisionnement des opérateurs pèsent sans aucun doute beaucoup plus lourd.

E3 - Leviers à l'échelle du territoire

Cette échelle d'analyse est la plus englobante. Les leviers mobilisables à ce niveau relèvent des stratégies mises en œuvre par les acteurs présents sur ce territoire, dont les contours relèvent directement de l'enjeu environnemental et économique poursuivi.

Nous présentons ici quelques pistes de réflexion sur l'intérêt de la prise en compte de ce niveau organisationnel pour repenser les systèmes de production à travers trois exemples : la gestion des résistances variétales, la nécessité de mieux comprendre le fonctionnement des agroécosystèmes pour développer des systèmes de culture s'appuyant sur les services éco-systémiques et la complémentarité entre systèmes de production pour limiter les impacts environnementaux.

E3.1 - S'appuyer sur la diversité génétique pour réguler les populations de bio-agresseurs

Ce qui peut être observé à l'échelle d'une parcelle et d'un parcellaire d'exploitation est également observé à l'échelle d'un petit territoire. La diversification des espèces et des variétés dans l'espace et dans le temps est un levier qui permettrait de réduire la pression des bio-agresseurs en leur opposant une diversité d'hôtes, de milieux et de dates de cycles de culture. Dans ce cadre, l'utilisation de variétés résistantes aux principaux bio-agresseurs (champignons, virus, insectes), seules ou en association, permet de limiter le recours aux produits phytosanitaires. Cependant, ces variétés ne sont pertinentes que si les résistances qu'elles portent ne sont pas contournées. La survie des bio-agresseurs en intersaison et leur capacité de dispersion impose de raisonner le système plante/bio-agresseur à l'échelle pluriannuelle et supra-parcellaire. La durée d'efficacité des résistances peut être favorisée par un déploiement spatiotemporel raisonné des variétés résistantes et des pratiques associées (Hossard et *al*., 2010 ; Mulumba et *al*., 2012). Du fait de ces échelles, la modélisation du risque épidémiologique s'impose comme un moyen de concevoir et d'évaluer ces stratégies de déploiement de diversité variétale au sein d'une exploitation ou d'un territoire à l'échelle spatiale et temporelle (Hossard et *al*., 2010, programme ANR « Gester » et méta programme SMaCH en cours[32])

E3.2 - Mieux comprendre le fonctionnement des agroécosystèmes pour valoriser les services éco-systémiques dans des systèmes de culture doublements performants

Développer des systèmes de cultures qui valorisent les processus de régulation biologique en substitution ou complément aux autres modes de gestion des bio-agresseurs implique d'intégrer les ressources et les processus de régulation naturelle au sein des activités de production (Ferron et Deguine, 2005). Il s'agit alors de maximiser l'impact des ennemis naturels des bio-agresseurs en adoptant des pratiques agricoles et des gestions d'habitats semi-naturels qui favorisent le développement des populations d'auxiliaires.

Les travaux réalisés par Rusch (2010) sur l'impact des pratiques agricoles et des éléments semi-naturels sur la régulation des populations de méligèthes (*Meligethes aeneus* Fabr.) et les dégâts occasionnés par ce ravageur sur le colza ont mis en évidence que la densité et les dégâts de méligèthes étaient positivement corrélés à la complexité du paysage. Ils notent particulièrement le rôle majeur joué par les forêts sur l'hivernation des méligèthes. Ces travaux ont également mis en évidence que l'organisation spatiale des pratiques avait une influence sur le taux de parasitisme des larves de méligèthes par un parasitoïde naturel, alors considéré comme auxiliaire de culture.

L'objectif est donc d'arriver à optimiser le système en maximisant les capacités de régulations naturelles et de résilience de l'agroécosystème pour gérer durablement les populations de ravageurs. Cette optimisation devant prendre en compte l'organisation spatiale et temporelle des activités agricoles au sein du territoire.

[32] Projet ANR Agrobiosphère Gester, Gestion territoriale des résistances aux maladies en réponse aux nouvelles contraintes d'utilisation des pesticides en grande culture (2012-2015). Dans ce projet, sur le cas de deux maladies importantes (la rouille du blé et le phoma du colza), l'objectif est de produire des scénarios d'allocation des variétés résistantes à l'échelle des paysages cultivés qui permettront de limiter le développement des maladies tout en préservant durablement l'efficacité des résistances génétiques. Les scénarios produits seront évalués pour leurs performances organisationnelles, en fonction des pratiques des acteurs concernés. Dans le métaprogramme SMaCH, une étude porte sur l'impact de la diversité variétale à l'échelle régionale sur une maladie du blé, afin de développer par une approche de modélisation des stratégies de gestion des variétés résistantes (thèse de D. Blanchard).

Peu de travaux permettent aujourd'hui de quantifier l'efficacité des processus de régulation dans la gestion des bio-agresseurs en grandes cultures et de nombreux travaux de recherche doivent être menés afin de quantifier ces phénomènes de régulation et les conditions de leur réussite.

E3.3 Développer l'autonomie protéique et favoriser le lien entre les productions animales et les productions végétales à l'échelle des territoires

La France est large productrice de protéines végétales à destination de l'alimentation humaine dont près de la moitié est exportée, mais elle est aussi grande importatrice de protéines pour l'alimentation animale.

La production des protéines sur les surfaces de grandes cultures est estimée à 9 Mt en 2011. Cette production représente un équivalent azote proche de 1,4 Mt[33]. Les céréales contribuent pour près de 75 % à la production des protéines issues des grandes cultures, suivies des oléagineux pour environ 20 %, et seulement 5 % des protéines sont issues des légumineuses. Une part importante de ces protéines, sont utilisées pour l'alimentation humaine (proportion estimée à 70 % pour le blé) avec une répartition presque égale entre utilisations humaines nationales et celles à l'export. L'alimentation animale utilise 30 à 35 % des protéines de céréales et plus de 80 % de celles des protéines d'oléagineux et protéagineux produites en France. Les tourteaux d'oléagineux et les protéagineux contribuent respectivement pour environ 40 % et 1,5 % aux 3.4 Mt (0,5 Mt d'équivalent N) des matières riches en protéines (MRP[34]) utilisées en France en alimentation animale. Le pays importe environ 1,7 Mt de protéines essentiellement issues de soja (équivalent azote de 0,3 Mt) pour contribuer à ces protéines de MRP destinées aux élevages. Si la France est dépendante à 40-50 % d'importation de protéines de MRP pour la complémentation des rations en alimentation animale, l'Europe l'est à 70 % par l'importation de 20-25 Mt de tourteaux et 15 Mt de graines de soja (stat. 2009/2010, source UNIP).

L'échelle territoriale est propice à l'organisation de débouchés valorisant pour les protéines végétales du fait du rôle important joué par les collecteurs dans les bassins de production et de collecte pour l'organisation de la production d'amont et des marchés d'aval (y compris à l'export), mais aussi pour réduire les coûts environnementaux des production et faciliter la traçabilité.

L'intensification et la spécialisation des systèmes d'élevage se sont accompagnées d'une séparation géographique avec les territoires de grandes cultures et d'un rapprochement avec les fabricants d'aliments composés (FAC).

Les pratiques de formulation des FAC ont renforcé la concurrence entre les différentes matières premières substituables en nutrition animale (blé, soja, coproduits des autres agro-industries), et l'échelle industrielle de leur production a privilégié des approvisionnements de masse. De nouvelles formes de proximité territoriale et organisationnelle entre les systèmes d'élevage et les grandes cultures pourraient favoriser l'autonomie protéique, réduire les impacts économiques et environnementaux du transport des aliments, faciliter la gestion des effluents d'élevage et le contrôle de la traçabilité des produits.

L'autonomie protéique à l'échelle des territoires peut être favorisée en développant la part de protéines issues des protéagineux à destination de l'alimentation animale. En circuits longs, les élevages ont besoin de volumes conséquents et d'une régularité de la disponibilité de la matière première (frein aujourd'hui pour les protéagineux), qui s'accompagne d'un besoin tout aussi important de rentabilité des infrastructures logistiques de collecte, stockage et transformation des aliments. Les transactions sont dans une logique de marché spot, à grande échelle, où de multiples achats peuvent se succéder entre coopératives, courtiers et industriels. La démultiplication du nombre d'intermédiaires réduit d'autant le partage de la valeur ajoutée. Des circuits plus courts, à l'inverse, peuvent réduire cette « dispersion » du partage de la valeur ajoutée, qui, de plus, est généralement plus élevée car ces circuits sont souvent

[33] Masse protéique = N x 6,25
[34] MRP = matières premières agricoles dont la MAT [Matière Azotée Totale] est supérieure à 15 %.

associés à des signes de qualité (officiels tels que AOC, AB, etc. ou privés) qui s'appuient sur des coordinations contractuelles. Ces contrats sont tout particulièrement importants pour soutenir la production des espèces de diversification, car à défaut d'existence de marchés à terme qui définissent des prix de référence, les contrats donnent plus de lisibilité et d'incitations économiques aux producteurs, en définissant des seuils de volumes et de prix. De plus, ces contrats s'associent généralement à une co-construction aval-amont des cahiers des charges définissant les qualités exigées et limitant les éventuels surcoûts de production (par exemple, les contrats liant l'industriel d'alimentation animale aux coopératives, puis ceux entre coopératives et agriculteurs pour la production de lin oléagineux, sont régis dans la filière par l'association Bleu-Blanc-Cœur qui fédère l'ensemble des maillons ; cf. Partie F).

Il y a un grand besoin d'actions conjointes professionnels-Pouvoirs publics (sur le foncier, les transports, le développement socio-économique) pour reconnecter animal-végétal, améliorer les flux des ressources, des produits et des services écosystémiques au sein des éléments du territoire.

E4 - Conclusion

Une stabilisation de la performance des systèmes, et le partage du risque entre les différents acteurs de la filière sont nécessaires. Les systèmes à favoriser doivent être raisonnés en fonction des objectifs de production et du milieu, des réglementations environnementales, ainsi que de la capacité des filières à assurer les débouchés traditionnels ou innovants des produits et co-produits. Des services environnementaux tels qu'une réduction des résidus polluants, ou la plus grande biodiversité de certains compartiments écologiques (faune pollinisatrice, microflore du sol par exemple) pourraient devenir des produits « services » à condition de disposer de références techniques, des règlementations et de l'appui des décideurs et des acteurs privés pour leur conférer une juste rémunération. Le véritable défi est de réussir à s'adresser au plus grand nombre d'agriculteurs et d'acteurs territoriaux par la mise au point de jeux de solutions couvrant une large gamme de contraintes et objectifs, avec une R&D renforcée qui permettra des productions en volumes et qualités conformes aux attentes du marché et de la société et rémunérées par les filières.

F - Leviers organisationnels à l'échelle des filières et des acteurs

La révolution agricole de l'après-guerre a conduit, entre les décennies 1950 et 80, à une intensification importante de l'agriculture française, grâce au développement de la mécanisation et à un usage croissant d'intrants de synthèse. Cette intensification a conduit à une forte spécialisation des systèmes de culture (rotations plus courtes), favorisant les espèces cultivées assurant la meilleure profitabilité à court terme. Sur cette période, si les investissements orientés en faveur des céréales ont largement favorisé ces productions (dont les rendements ont doublé), et plus récemment en faveur des oléagineux, d'autres cultures ont alors progressivement été relégués, abandonnant les services écosystémiques qu'elles pouvaient rendre, comme les chapitres précédents ont pu l'exposer. Ainsi les légumineuses, malgré les avantages agronomiques et environnementaux de leur insertion, représentent aujourd'hui moins de 2 % de la sole grandes cultures contre 10 % à 25 % en Amérique du Nord ou en Asie, comme rappelé dans la partie « Protéagineux »[35].

Pour autant, la prise de conscience croissante des enjeux sociétaux en termes d'environnement, mais également de santé, amène les acteurs des grandes cultures à une reconception des systèmes. Tout

[35] Nous ne revenons pas ici sur les raisons historiques initiales liées aux accords de Blair House, au lendemain de la seconde guerre mondiale, qui ont renforcé les initiaux productifs en faveur des céréales au détriment des oleo-protéagineux.

particulièrement, face aux externalités négatives de l'intensification des systèmes de grandes cultures par un recours aux intrants de synthèse (pollutions des milieux, émissions de gaz à effet de serre, perte de biodiversité...) la re-diversification des systèmes de culture est mise en avant pour répondre aux objectifs d'une agriculture plus durable (e.g. Altieri 1999). Une plus grande diversité cultivée peut permettre de réduire significativement l'usage des intrants de synthèse et les pressions sur l'eau, de préserver la biodiversité, comme différentes études citées au fil de document le montrent. Néanmoins, et comme cela a été analysé dans une récente étude Inra (Meynard et *al.,* 2013), cette diversification des cultures se heurte à un système agro-industriel « verrouillé » : la structuration progressive des acteurs, des technologies, des infrastructures, des institutions, des normes, etc. au fil des dernières décennies, a conduit à un système très cohérent autour d'un paradigme fondé sur l'intensification productive par l'agrochimie et des critères de sélection génétique associés. Pour comprendre quels peuvent être des leviers d'action susceptibles de favoriser un changement du système en place (i.e. un déverrouillage du système conventionnel) en redonnant une place plus significative aux cultures de diversification, telles que les légumineuses, nous proposons de mobiliser un cadre d'analyse heuristique fondé sur analyse multi-niveaux (1) qui met l'accent sur le rôle des débouchés, et plus particulièrement des niches (2) ; la capacité de ces niches à dépasser les mécanismes qui ont renforcé le système conventionnel peut permettre une transformation progressive du système vers plus de durabilité (3). *In fine*, cette analyse interpelle tout particulièrement les dispositifs de coordination des acteurs professionnels, publics et privés, pour la reconception de systèmes soutenant une plus grande durabilité (4).

F1 - Du verrouillage au déverrouillage du système conventionnel : proposition d'un cadre d'analyse heuristique

Une plus grande diversité cultivée en grandes cultures pourrait contribuer à une agriculture plus durable. Mais cette diversification se heurte à une organisation très structurée des acteurs des filières en faveur d'un paradigme « génétique » (Vanlocqueren et Baret, 2009) qui a délaissé les voies de recherche sur une meilleure valorisation des régulations bio-écologiques entre espèces, et qui a concentré les investissements (tant à l'amont qu'à l'aval) sur quelques espèces dominantes, telles que les céréales (Meynard et *al.,* 2013). La transition vers une agriculture favorisant une plus grande diversité pour plus de durabilité ne s'initie donc pas facilement, et ce malgré les préconisations avancées par de nombreuses études (Aubertot et *al.,* 2005 ; Grenelle de l'Environnement ; Rapport Tuot 2007 ; Plan Ecophyto 2018…).

Au regard de la théorie économique, cette situation peut s'expliquer par un verrouillage technologique (« lock-in ») du système de production agricole qui, en reposant sur un usage intensif d'intrants combiné à une recherche génétique adaptée, a favorisé une réduction de la diversité cultivée, tout en contribuant à une très forte consommation d'énergie et à une perte de biodiversité. Une situation de verrouillage peut s'expliquer par un ensemble de facteurs d'auto-renforcement (« self-reinforcement »)[36] rappelés dans l'Encadré F1 ci-dessous. Différents auteurs de la littérature nationale et internationale mettent en avant une telle situation de verrouillage pour l'agriculture contemporaine[37], permettant de comprendre les difficultés rencontrées pour la faire transiter vers des pratiques plus durables (Cowan et Gunby 1996, Labarthe 2010, Lamine et *al.,* 2011, Fares et *al.,* 2012, Meynard et *al*., 2013)

[36] « auto-renforcement » est la traduction française du terme anglo-saxon « self-reinforcement »utilisé par cette littérature. Cette notion vise à mettre en avant comment certains processus contribuer à renforcer la valeur d'une technologie (i.e. d'une « façon » de produire) contribuant par là-même à élargir son usage, comme par exemple la recherche d'une rentabilité plus grande par une logique d'économie d'échelle.

[37] Citons, par exemple, Roep et Wiskerske (2012, page 208) : « the modernization of agriculture and the agri-food system since the WWII is a well-elaborated example of such a lock-in and the institutionnalized incapacity to deal with in-built unsustainability ».

Encadré F1

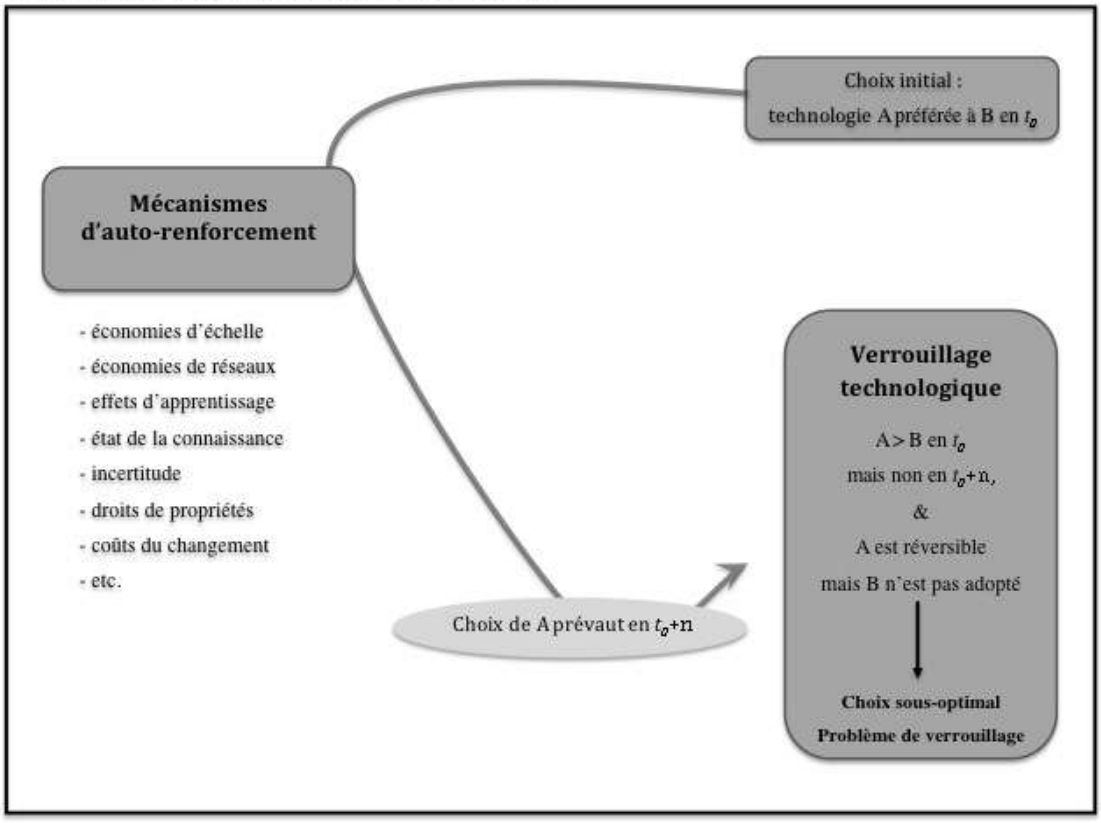
Verrouillage technologique et dépendance du chemin

Le verrouillage technologique (« lock-in ») désigne une situation où bien qu'une technologie jugée plus efficace existe, la technologie initiale reste la norme ; elle est devenue un tel standard pour la société qu'il semble difficile d'en changer. Le terme de « technologie » renvoie à une définition large : le verrouillage peut s'appliquer à un choix de technique de production, de produit, de norme, etc. qui font référence. L'exemple du clavier QWERTY illustre ce concept de verrouillage. Ce clavier, dont l'ordonnancement des lettres a été pensé pour réduire les conflits de frappe des machines à écrire de la fin du 19ème siècle, reste la norme alors que d'autres claviers plus ergonomiques et efficaces, rendus possible par l'informatique, ont été proposés (clavier DVORAK, par exemple).

Cette théorie du verrouillage a identifié différents mécanismes permettant de comprendre pourquoi le choix initial d'une technologie conduit à se renforcer dans le temps (mécanismes dits d'auto-renforcement), créant un processus de dépendance au chemin tracé par la technologie choisie (« path dependency »). Le verrouillage d'un système de production conduit finalement à un tri entre les pratiques et les innovations : celles qui sont totalement compatibles avec la technologie standard ont une chance de se développer, alors que celles qui remettent en cause soit celle-ci, soit les relations entre acteurs telles qu'elles se sont organisées autour du standard, ont beaucoup moins de chances de se développer.

Parmi ces mécanismes d'auto-renforcement, la recherche d'économies d'échelle apparaît comme un déterminant majeur de la spécialisation des bassins de production. Comme cela a été rappelé, la spécialisation en faveur des grandes cultures céréalières est très marquée pour la France qui assure un quart de la production européenne. Les céréales comme le blé tendre, l'orge, le blé dur et le maïs occupent environ 60 % des terres arables de l'hexagone. Cette spécialisation est encore plus marquée dans les régions céréalières. Cette recherche d'économie d'échelle de l'agriculture conventionnelle a donc contribué à une simplification des systèmes de culture qui se traduit par des rotations plus courtes (Schott et al. 2010, Fuzeau et *al.,* 2012) et par une marginalisation de systèmes agricoles diversifiés comme, par exemple, les cultures associées (Magrini et *al*., 2013). Cette simplification des systèmes s'est renforcée dans le temps par son étroite dépendance à l'organisation des systèmes productifs industriels et des marchés interagissant avec le monde agricole qui, eux aussi, ont privilégié la recherche d'économies d'échelle, nous reviendrons sur ce déterminant plus loin.

Verrouillage technologique et dépendance du chemin



Pour comprendre quelles peuvent être les voies d'un déverrouillage de ce système productif vers plus de diversité en grandes cultures, la théorie des transitions, développée dans l'approche multi-niveaux des systèmes socio-techniques (e.g. Geels 2011)38, s'intéresse à deux niveaux d'action complémentaires présentés dans l'Encadré F2 :

i) la construction de niches d'innovation porteuses de nouvelles pratiques productives et qui peuvent être valorisées dans des marchés de niche (comme par exemple l'AB) les « protégeant » pour leur permettre de se développer. Leur développement peut alors s'accompagner d'une diffusion d'apprentissages et de connaissances qui sont susceptibles de faire évoluer (ie. transiter) le régime dominant ;

ii) des modifications du contexte réglementaire qui ouvrent des fenêtres d'opportunités et des incitations permettant à ces niches d'émerger et de se développer.

Dans cette analyse, les « niches » jouent un rôle de catalyseur d'innovations susceptibles de faire évoluer le régime standard vers un nouveau mode de production fondé sur de nouvelles normes et standards39. Ce cadre d'analyse met aussi en exergue le rôle déterminant joué par les débouchés aval qui peuvent soutenir l'émergence de niches d'innovation en re-orientant les choix productifs amont40. Cette analyse semble d'autant plus pertinente que dans un contexte de déréglementation des politiques agricoles, les Etats affichent la volonté de s'appuyer sur plus de régulations par les marchés. Comme l'expose la récente étude « Freins et Leviers à la diversification des espèces cultivées » (Meynard et al., 2013) « même si elle doit, pour s'initier, être soutenue par les pouvoirs publics, la diversification ne perdurera sur le long terme que si l'action des Pouvoirs publics est relayée par les mécanismes du marché » (page 50 de la synthèse). La recherche de nouveaux débouchés en aval apparaît donc crucial pour favoriser une plus grande diversification de la sole cultivée française en amont, qui permette une réduction significative de l'usage d'intrants chimiques (2). Pour autant ces nouveaux débouchés qu'offrent ces filières de niches doivent dépasser les mécanismes d'auto-renforcement du système conventionnel pour enclencher à leur tour des rendements croissants d'adoption (3). La coordination des acteurs apparaît alors comme déterminante pour soutenir l'émergence et le développement de cultures de diversification (4).

Encadré F2.

L'approche multi-niveaux des transitions

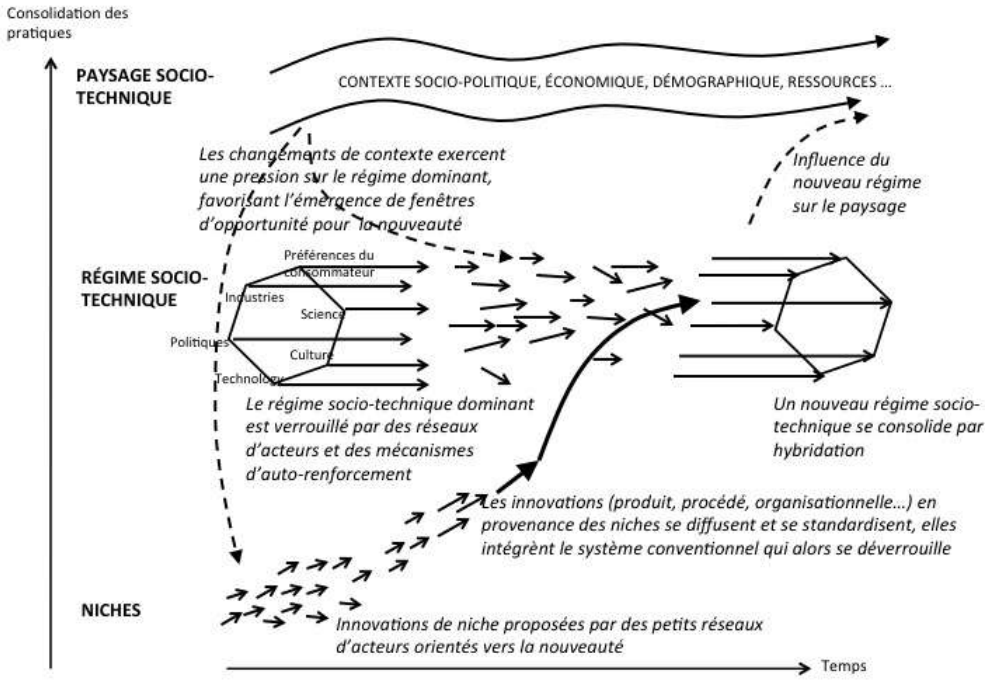
L'approche multi-niveaux de la théorie des transitions[41] (Geels 2011) constitue un cadre d'analyse heuristique qui permet d'expliquer comment l'impact des inflexions contemporaines peut se traduire par l'émergence de nouvelles niches de production et de consommation, à partir desquelles le système de production conventionnel peut s'hybrider et transiter vers un nouveau système (i.e. vers un nouveau régime socio-technique). La conception de ces niches ouvre une perspective de déverrouillage des systèmes de production via une forme de transition, qui s'apparente à un mécanisme de diffusion progressive de l'innovation au sein du système conventionnel. Cette théorie est fondée sur une approche à trois niveaux, illustrée par la figure suivante.

[38] Développée par plusieurs autres auteurs dont Kemp, Rip, Schot, Smith, Unruh…

[39] « In the first [the regime] change is more incremental to the vested agri-food system gradually improving its sustainability performance, introducing improved techniques. In the latter [the niches], change is more radical in nature, challenging the prevailing regime although novel, unusual techniques or novelties are developed in niches driven by the continuous articulation and eventual institutionalization of alternative norms, values and rules. In this case novelty production provokes a regime shift, clearing the path for fundamental changes in the agri-food system. Novelties are then the seeds of transition… » (Roep and Wiskerke, 2012, page 208).

[40] Comme le rappelle D. Bousseau de la coopérative Terrena, les agriculteurs *« produisent avant tout pour un débouché »* (2009, page 130).

[41] Cette approche multi-niveaux a été développée par plusieurs auteurs comme le rappelle Geels dans cet article, tels que Kemp, Rip, Schot, Smith, Unruh.



L'approche multi-niveaux des transitions, adapté de Geels (2011)

Au centre, le régime socio-technique (niveau central), « ensemble de règles définies dans un complexe de produits, de qualifications et de procédures […] imbriqués dans des institutions et des infrastructures » (Rip et Kemp, 1998), combine des dimensions technologiques, scientifiques, industrielles, politiques, économiques, sociales et culturelles. L'analyse met l'accent sur l'importance des routines et des apprentissages dans la stabilité du régime socio-technique, qui génèrent des rigidités autour de procédures institutionnalisées, limitant la capacité des acteurs à innover et à changer de technologie. Des effets de verrouillage du régime socio-technique ont été mis en évidence dans les secteurs de l'énergie (Cowan, 1990), du transport (Puffert, 2000) et de l'agriculture (Cowan et Gunby, 1996), par un ensemble de mécanismes d'auto-renforcement (Arthur, 1994) de la technologie initialement choisie.

Pour autant, les interactions que le régime socio-technique peut avoir avec les deux autres niveaux sont susceptibles de le faire évoluer, en créant des fenêtres d'opportunité en faveur de la nouveauté. Il existe donc des voies possibles au déverrouillage du système. L'ouverture de ces fenêtres provient essentiellement de pressions exercées par le « paysage socio-technique » (niveau supérieur), caractérisé par le contexte démographique, social, politique, économique, environnemental. Ce niveau supérieur évolue sur le long terme (échelle pluri-décennale) et exerce une pression sur le régime socio-technique, dont les normes (i.e. standards) de production (liées à un ensemble de connaissances, routines, infrastructures, etc.) peuvent se trouver en tension par rapport aux nouvelles tendances sociétales, dont certaines peuvent se traduire par de nouvelles mesures réglementaires, telles que les mesures du verdissement de la PAC pour répondre aux attentes environnementales croissantes.

La nouveauté émerge d'innovations de « niches » (niveau inférieur), proposées par de petits réseaux d'acteurs attentifs aux inflexions contemporaines, qui présentent des innovations d'ordre radical répondant aux attentes sociétales. Les acteurs des niches ne sont pas verrouillés par les routines et standards des acteurs du régime dominant en se situant souvent en dehors ou à la marge du régime dominant (« outsiders »), ce qui leur permet d'innover de manière plus radicale en ne mobilisant pas les mêmes socles de connaissances et compétences. La gamme des innovations est large : elles peuvent être d'ordre purement technologique, mais également concerner de nouvelles procédures, organisations, normes, nouveaux produits, etc. Certaines innovations en provenance de niches peuvent se diffuser progressivement au système conventionnel, qui alors se déverrouille, via une étape de transition. Toutefois, l'émergence de niches au sein d'une économie de marché concurrentielle est conditionnée à l'existence d'une valeur ajoutée spécifique et pérenne pour en assurer la diffusion. Si toutes les niches n'ont pas vocation à se développer, ni même à survivre, certaines peuvent donc constituer des « ressorts » pour amorcer des transitions par hybridation avec le conventionnel (i.e. le régime socio-technique dominant). Ces transitions conduisent à la production de technologies, produits, normes, etc. qui ne seront plus celles du système en place, ni celles proposées par les niches, mais constituent les bases du nouveau régime (*e.i.* hybride). A titre d'exemple, la niche de l'agriculture biologique a véhiculé l'idée selon laquelle la diminution de l'utilisation des produits de synthèse en faveur de produits naturels est bénéfique, pensée qui amène aujourd'hui les industriels de la transformation au développement de stratégies dite de naturalité (ou de « clean label ») qui adoptent les mêmes principes que

l'agriculture biologique dans l'étape de transformation, en remplaçant les conservateurs et colorants de synthèse par des produits dérivés naturels, sans qu'il y ait encore pour l'instant un affichage clair de cette démarche par un label officiel.

D'autres niches de la production agricole exposées dans ce chapitre sont susceptibles de présenter des méthodes productives favorisant la durabilité environnementale et leur diffusion peut aider l'agriculture conventionnelle à changer ses pratiques. Mais la pertinence économique de l'émergence, puis de la diffusion des innovations de niche suppose des incitations économiques suffisantes pour tous maillons des filières concernées. Par exemple, l'adoption de nouvelles cultures de production par les agriculteurs, telles que les légumineuses, suppose l'existence d'une rémunération suffisante pour l'agriculteur et pour les autres maillons de la filière dans leur usage. En d'autres termes, leur adoption est liée à l'existence de débouchés économiquement viables. Les politiques publiques peuvent alors être interpellées pour soutenir l'émergence et la structuration de nouvelles filières.

F2 - Repérer des filières de niches favorisant la diversification

L'analyse de la situation des filières de grandes cultures - céréalières, oléagineuses, protéagineuses – (parties précédentes) montre qu'un des enjeux de la diversification actuelle des systèmes réside dans les légumineuses, dont la place est de plus en plus congrue dans la sole française. Nous ne reviendrons donc pas sur les débouchés qui ont favorisé plus récemment les oléagineux (à savoir les agro-carburants et les co-produits dont les tourteaux pour l'alimentation animale). Nous avons choisi de nous intéresser ici à quelques niches dans l'alimentation animale (i) et l'alimentation humaine (ii), qui favoriseraient un plus grand usage d'espèces de diversification, et tout particulièrement de légumineuses à graines, à l'aval et à l'amont des filières. D'autres niches de production et de marché existent, le choix de ces exemples n'a qu'une visée illustrative.

F2.1 - Niches de l'alimentation animale

Au regard du marché de la nutrition animale (secteur qui mobilise plus de moitié de la SAU), nous pouvons prendre l'exemple du développement d'une filière de qualité qui, depuis les années 2000, à partir d'un nouveau procédé technologique – la thermo-extrusion – cherche à valoriser les graines entières des oléo-protéagineux en augmentant leur digestibilité. Ce procédé technologique, breveté en 2006 par Valorex, se différencie des techniques habituellement utilisées par les FAC (Fabricants d'Aliments Composés) qui sont fondées sur des processus de concassage, broyage ou fractionnement des graines afin d'en utiliser les nutriments recherchés. Il en découle par là-même des logiques de formulation différentes pour les élevages. Les formules de nutrition proposées par cette filière accordent en effet une place plus importante aux graines oléo-protéagineuses françaises en complément des ratios plus conventionnels. La valorisation de la graine de lin oléagineuse reste l'activité principale de cette filière (50 000t utilisées en 2010) car sa propriété nutritionnelle spécifique, liée à sa richesse en oméga3, permet d'améliorer le profil lipidique des produits issus d'animaux nourris à base de graines de lin. Les autres graines protéagineuses telles que la féverole (9 000t en 2010) et le lupin (7000 t en 2010) sont aussi valorisées par cet industriel. Au-delà de la qualité nutritionnelle spécifique liée aux omega3, cette niche agro-industrielle vise également une valorisation environnementale des systèmes d'élevage ayant choisi ces formules d'alimentation. En effet, l'industriel cherche : d'une part, à augmenter ses approvisionnements locaux en graines pour réduire le recours aux importations, contribuant à un bilan environnemental plus avantageux en favorisant une plus grande place aux graines oléo-protéagineuses françaises dans la sole dont les intérêts agronomiques ont été rappelés dans les parties précédentes (tout particulièrement pour le lin oléagineux et les protéagineux) ; et d'autre part, l'amélioration de la digestibilité de la graine par le procédé de thermo-extrusion conduirait à réduction des GES. Pour parvenir à satisfaire ses approvisionnements, Valorex a développé une démarche de contractualisation forte pour inciter les agriculteurs à cultiver ces espèces de diversification : par exemple, les contrats à prix « tunnel » permettent de garantir un prix minimum à la culture du lin qui lui assure une marge équivalente à la culture dominante de la sole de l'agriculteur. La création d'une association BBC (Bleu-Blanc-Cœur) fédérant tous les acteurs le long de cette filière a contribué à fortement coordonner les maillons de la

filière, illustrant les dispositifs de type réseaux d'acteurs que l'on rencontre dans des niches technologiques. Enfin, l'affichage d'un label de reconnaissance auprès du consommateur, appuyé par le Programme National Nutrition Santé (PNNS), permet de garantir auprès du consommateur une amélioration nutritionnelle des produits animaux (viande, lait, œufs) par rapport aux produits standards. L'affichage d'un label auprès du consommateur final apparaît comme un outil de communication stratégique pour faire reconnaître la différenciation de ces produits, liés notamment à de nouvelles pratiques. Cette stratégie de labélisation est déterminante pour différencier les produits issus de pratiques plus « vertueuses » que les pratiques standards. Nous pouvons citer aussi d'autres exemples liés à des coopératives engagées dans des démarches d'agro-écologie, comme par exemple Terrena à travers son nouveau logo « NA » pour « Nouvelle Agriculture » fondée sur des pratiques à bas niveau d'intrants.

A travers l'exemple BBC, on peut constater que deux formes d'inflexion contemporaines dans les attentes du consommateur sont susceptibles de renforcer ce type de niches : d'une part, l'amélioration nutritionnelle des produits agro-alimentaires face aux enjeux de santé, d'autre part, une contribution à la réduction des impacts environnementaux des élevages liés à leurs choix d'alimentation. Ces deux inflexions sont en effet susceptibles d'entraîner une modification dans les choix de formulation de l'alimentation animale, et *in fine* dans les choix d'espèces cultivées en grandes cultures en ré-orientant les choix de production vers des espèces qui contribueraient à réduire le recours aux intrants de synthèse en grandes cultures, tout en étant associés à des débouchés rémunérateurs.

Une autre niche de l'alimentation animale cherchant à se développer est celle d'une filière de produits animaux dont la nourriture est garantie sans OGM, face à l'attente de certains consommateurs. Cette stratégie peut conduire à privilégier de manière plus importante le recours aux graines oléo-protéagineuses françaises, face aux difficultés rencontrées pour trouver du soja non OGM, comme c'est le cas pour les filières en bio. Pour autant, les difficultés d'approvisionnement et d'organisation productive (séparation des silos de stockage et chaîne de production des aliments) freinent cette démarche de par l'importance aujourd'hui des tourteaux de soja dans les usines de fabrication des aliments pour animaux.

F2.2 - Niches de l'alimentation humaine

Face aux difficultés de valorisation de la production des légumineuses sur le marché de l'alimentation animale, à défaut notamment d'une plus grande massification pérenne de l'approvisionnement auprès des FAC (développé plus loin), nombre de coopératives affichent récemment le marché de l'alimentation humaine comme une nouvelle priorité commerciale. A ce titre sur les deux dernières campagnes, près de 50 % de la production de pois française était à destination de ce marché. L'émergence de nouveaux débouchés à plus haute valeur ajoutée en alimentation humaine ouvre des opportunités intéressantes pour ces cultures de diversification (Géhin et *al*., 2010, Guéguen et *al.,* 2008). Deux grands segments de marché se distinguent : la consommation directe des graines (a), l'usage des graines comme ingrédient fonctionnel en ayant recours à des processus de fractionnement (b).

a) La consommation directe des graines désigne les marchés traditionnels des légumes secs (lentilles, haricots, pois cassés, pois chiche…) dont un tiers est sous un signe officiel de qualité à la fin des années 2000, auxquels s'ajoutent une multiplication de labels privés, valorisant l'ancrage territorial de ces productions pour faire face à la concurrence des importations très importantes sur ce marché (50 % des légumes secs consommés en France sont importés d'après la FNLS[42]). La faiblesse des volumes produits et la forte présence de labels publics ou privés conduisent à caractériser ces marchés de niche[43]. Au sein de ces niches semblent se distinguer deux stratégies de commercialisation. i) La valeur ajoutée des graines commercialisées directement par les coopératives agricoles repose essentiellement sur la garantie du respect d'une qualité spécifique relative au label, sans innovation de procédé. ii) Les grands groupes agro-

[42] FNLS : Fédération Nationale du Légume Sec

[43] Par exemple, l'IGP de la lentille verte du Berry et l'AOP de la lentille verte Du Puy totalisent à elles deux une production de moins de 5000t par an, ce qui représente le plus gros volume de production d'une espèce de légumes secs sous label. Les autres productions (Haricot Tarbais, Mogette de Vendée, Pois chiche du Lauragais, etc. dépassent rarement les 1000t annuelle pour chacune. Mais ces productions régionales contribuent localement à diversifier les systèmes de culture.

industriels qui ont investi ce marché, comme le groupe Soufflet ou le groupe Tipiak, cherchent plus à commercialiser des produits innovants tels que ceux permettant de réduire les temps de cuisson ou de préparation, sans s'appuyer spécifiquement sur des signes officiels de la qualité et de l'origine (leurs volumes de production nécessitent en effet le recours aux importations du fait de la faible production française)[44]. Pour autant ce marché souffre d'une image désuète auprès du consommateur. De nouveaux efforts d'innovation sont donc nécessaires pour conférer à ces graines (pois, lentilles...) une image plus attractive, en les rendant notamment plus pratiques à cuisiner et en valorisant la complémentarité nutritionnelle céréales-légumineuses. De tels efforts d'innovation (pré-cuisson, extrusion, farines mix) ont été couronnés de succès dans le cas des produits céréaliers. On peut imaginer que des transferts technologiques entre secteurs de l'agro-alimentaire puissent favoriser la mise au point de nouveaux produits de grande consommation.

En effet, la mise au point de nouvelles techniques de pré-cuisson des grains de céréales (chauffage ohmique, traitement par micro-ondes, à la vapeur, sous vide…) ont permis de proposer de nouvelles gammes de produits sous forme de grains à temps de réhydratation rapide. Le blé dur a été le premier à bénéficier de ces technologies dites HTST (High Temperature Short Time) avec la mise au point d'Ebly. Cette innovation a notamment permis de conforter la production de blé dur autour du bassin de Chateaudun, lors de la réforme de la PAC de 92 qui avait supprimé l'aide au blé dur dans cette région. Cependant, c'est le riz qui a été le principal bénéficiaire de ces innovations. Son temps de préparation a été réduit à moins de 5 minutes, voire encore moins avec les produits préparés sous sachet micro-ondable ou les produits dits « à poêler ». L'application de ces techniques aux légumineuses permettrait à la fois de diminuer, mais aussi d'uniformiser les temps de réhydratation quelle que soit la taille et la structure des graines. Cela ouvrirait la voie à de nouvelles gammes de produits (mélanges de grains et graines) faciles à préparer (puisque de temps de préparation identique) et d'un intérêt certain d'un point de vue nutritionnel. En effet, légumineuses et céréales forment la principale source de glucides complexes dans notre alimentation et leurs compositions protéiques sont complémentaires. Alternativement, le mélange de farine de légumineuses à des farines de céréales à raison de 25-30 % permet d'obtenir des produits alimentaires, notamment des pâtes alimentaires, à faible indice glycémique[45]. Cependant, les protéines de légumineuses n'ont pas d'aptitude à se structurer sous forme de réseau tridimensionnel ce qui limite les possibilités de les incorporer dans des aliments sous forme de pâtes[46]. Des recherches à long terme visant à améliorer les propriétés fonctionnelles des protéines des légumineuses pourraient assurer une plus large diversification des usages de ces produits. La diversité des produits céréaliers tient aussi du développement de la notion de « bioraffinerie » qui permet, à partir du fractionnement des grains, de délivrer une large gamme de produits aux usages variés (pour l'alimentation humaine, animale, la pharmacie et la chimie verte). Une application des procédés de fractionnement par voie sèche et par voie humide aux différentes graines de légumineuses autoriserait le développement de nouveaux ingrédients végétaux et de mieux les intégrer dans les étapes ultérieures de formulation comme exposé plus loin (voir b). Aujourd'hui en France aucun opérateur industriel ne maîtrise ces procédés pour les graines de légumineuses, à la différence des pays anglo-saxons.

Ces innovations technologiques permettraient donc au consommateur d'accéder à de nouveaux produits d'intérêt nutritionnel certain. Une communication plus forte sur ces produits permettrait au consommateur de mieux connaître les complémentarités nutritionnelles des différentes sources de protéines végétales pouvant déclencher l'acte d'achat. En ce sens des démarches de soutien à ces filières via le PNNS (Plan National Nutrition Santé) et le PNA (Plan National pour l'Alimentation) pourraient être apportées, comme cela a été fait dans la filière BBC exposée plus haut.

[44] Notons ici qu'une difficulté de commercialisation de ces légumes secs réside dans les obligations imposées par la grande distribution de garantir la disponibilité du produit tout au long de l'année. La faiblesse des volumes produits conduits les coopératives agricoles à choisir des circuits de distribution autres (magasins et épiceries spécialisées, comptoirs régionaux…) réduisant l'impact auprès du consommateur.

[45] Recherches financées dans le cadre d'un projet ANR « PastaLeg » associant l'Inra et Panzani, http://www4.inra.fr/cepia-eng/You-are-looking-for/Projects/France/pastaleg

[46] Si ces produits sont déjà présents sur le marché américain (par exemple de la gamme « Barilla Multi-Grain Plus » récemment développée aux Etats-Unis), ils sont pour l'instant peu investis par les pastiers du marché français.

C'est donc un marché sur lequel il existe un fort potentiel pour des innovations technologiques qui pourraient être plus soutenues dans la perspective d'une plus forte consommation de protéines végétales. Mais actuellement, à défaut d'un marché intérieur innovant, ce sont les exportations « brutes » qui semblent le plus tirer la production. La France exporte ainsi plus de 150 000t de pois et plus de 200 000t de féverole vers des pays où la consommation de ces graines est plus courante (Inde, Egypte notamment). Mais la faiblesse des volumes exportables pour la France pénalise son positionnement sur les marchés internationaux, bien que ces productions françaises soient jugées par les courtiers français comme de très bonne qualité. Il s'agit donc ici d'un choix de politique économique différent d'autres pays plus proactifs sur la valorisation de ces graines, comme le Canada : en misant sur des innovations technologiques, de nouvelles activités agro-industrielles ont été créées afin d'exporter des produits agro-alimentaires avec un supplément de valeur ajoutée (« price premium ») au regard d'une production agricole brute[47]. Notons également que les guides alimentaires officiels canadiens recommandent bien plus la consommation de protéines végétales issues de légumineuses à graines par rapport aux guides français.

b) A cette consommation directe s'ajoute une consommation plus indirecte issue de leur incorporation comme ingrédients nutritionnels et/ou fonctionnels dans l'industrie agro-alimentaire, au même titre que diverses protéines animales. Ce sont des ingrédients issus du fractionnement de ces matières premières, soit sous forme de farines, de concentrés ou d'isolés protéiques, texturés ou non, désigné sous le terme commun de matière protéique végétale (MPV). Le marché des MPV connaît globalement depuis une trentaine d'année une croissance régulière liée à des innovations de produits constituant autant de niches de marché (Guéguen et *al*., 2013). Nous pouvons citer ici quelques exemples comme le développement de la filière « Lup'Ingrédient » chez Terrena (avec brevet) ; le lupin présentant des propriétés technologiques intéressantes pour le secteur de la pâtisserie. Néanmoins, son caractère allergène est susceptible de ralentir la place de cet ingrédient dans les formules. La farine de féverole présente aussi des propriétés intéressantes pour la panification (éclaircissement de la mie) et pourrait contribuer à l'amélioration du profil nutritionnel des pains par la richesse en fibres. Certains produits visent le marché « sans gluten » avec des pâtes purement légumineuses (par exemple, le brevet Céréatelles 2010). L'industriel Roquette augmente régulièrement ses approvisionnements (80 000t pois par an) pour fabriquer de la protéine de pois (brevet) destinée à enrichir d'autres aliments et l'amidon de pois comme gélifiant (brevet aussi) : cet industriel représente aujourd'hui l'un des plus importants transformateurs français de graines de légumineuses, avec un taux de croissance régulier. D'autres industriels valorisant ces MPV existent, ils sont généralement adhérents du GEPV (Groupe d'Etude et de Promotion des Protéines Végétales)[48]. Cette instance, soutenue par l'Unip et l'Onidol, conduit des analyses visant à mettre en avant les intérêts d'utilisation des protéines végétales en alimentation humaine. Elle réalise, tous les deux ans, le bilan de référencement des produits alimentaires contenant des matières protéiques végétales en France. Si le nombre de références augmente régulièrement, et plus fortement ces dernières années, la majorité de ces produits reste fondée sur les protéines issues du blé, 62 % des produits en 2011, contre 19 % pour le soja, 10 % pour la fève, 6 % pour le pois et moins de 2 % pour le lupin.

Insistons sur le fait que la croissance démographique mondiale, associée à une convergence des revenus et des modes de vie à l'occidentale avec une forte consommation des produits carnés, remet en question la capacité de l'agriculture à répondre aux besoins alimentaires des 9 milliards d'individus que comptera la planète à l'horizon 2050. Pour répondre à cette demande croissante dans le cadre d'un développement durable des systèmes agricoles et alimentaires, l'un des scénarii privilégiés par la prospective Agrimonde 2050 (Paillard et *al*., 2011) propose une substitution croissante des protéines animales par des protéines végétales, à la fois à pour des usages nutritionnels et fonctionnels. D'autant que nos régimes occidentaux souffrent d'un excès de calories animales (Esnouf et *al*., 2011). Il existe donc de fortes potentialités pour le développement de ces espèces à destination de l'alimentation humaine courante, mais également pour

[47] Le ministre de l'Agriculture canadien a annoncé au cours de l'été 2013 l'octroi d'une contribution de 15 millions de dollars pour l'organisation d'une grappe de recherche constituée d'experts du secteur, de scientifiques du gouvernement et d'universitaires pour améliorer la position concurrentielle de l'industrie et accroître la demande de légumineuses canadiennes.

[48] http://www.gepv.asso.fr

répondre à des besoins de réponse importants pour des marchés spécifiques (concentrés protéiques pour les seniors, les sportifs…), pour le développement de la restauration hors-foyer (restauration collective, plats préparés, snack food…), ainsi que pour répondre aux attentes croissantes d'amélioration du profil nutritionnel des produits alimentaires en conformité avec le PNNS. L'ensemble de ces considérations sont susceptibles d'offrir aux légumineuses un renouveau de production, avec de nouvelles innovations technologiques pour l'industrie agro-alimentaire créatrices d'activités, et à l'amont une incitation économique plus forte pour introduire ces espèces dans la sole cultivée. Il est ainsi important de considérer que la transition vers une agriculture plus durable nécessite d'être accompagnée d'une transition de nos régimes alimentaires : une diversité cultivée plus grande au champ peut se traduire par une diversité plus grande dans nos assiettes.

F3 - De l'émergence à la structuration de nouveaux débouchés

Si l'existence actuelle de différentes filières de niches, tout particulièrement dans le domaine des protéines végétales liées aux légumineuses, montre que des acteurs ont su se saisir d'opportunités de marché pour ouvrir de nouveaux débouchés, leur structuration et leur développement pour faire évoluer l'ensemble du système agricole nécessitent de dépasser les mécanismes « d'auto-renforcement » (Encadré F1) qui ont contribué à établir le système agricole conventionnel. Nous proposons ici de revenir sur ces principaux mécanismes d'auto-renforcement identifiés dans la littérature – que sont les économies d'échelle et les rendements croissants d'adoption, la compatibilité technologique, l'état de la connaissance et la structure organisationnelle des acteurs – afin de comprendre quels peuvent être les leviers d'action pour renforcer des filières de niche favorisant la diversité cultivée, et afin que les innovations qu'elles portent puissent se développer et contribuer à la transition du système agricole vers plus de durabilité.

F3.1 - Economie d'échelle et rendements croissants d'adoption

Pour les économistes, la spécialisation de l'agriculture française en faveur de quelques espèces dominantes (blé tendre, orge, maïs, colza totalisent près de 70 % de la SCOP[49]) s'expliquent en grande partie par la recherche d'économies d'échelle à l'amont et à l'aval du système agro-industriel. A l'amont, la R&D étant généralement spécifique par espèce végétale en termes de variétés et de produits phytosanitaires, les investissements ont été entrepris sur des perspectives de volumes de production conséquents pour les rentabiliser. Du côté des exploitations agricoles, le processus de spécialisation s'explique par la plus grande facilité d'acquérir la maîtrise technique, d'amortir le matériel agricole et d'organiser le travail à partir de quelques productions dans lesquelles on se spécialise. A l'aval, les outils de stockage, de transformation et de commercialisation ont suivi la même logique : la spécialisation des activités sur quelques espèces dominantes conduit à la réalisation d'économies d'échelle réduisant le coût marginal d'usage d'une espèce végétale donnée.

Cette spécialisation amont semble avoir moins impacté les légumineuses de par notamment le maintien d'activité de recherche publique importante conduite par l'Unip et l'Inra. En revanche, les logiques d'économies d'échelle des industriels de la transformation semblent avoir eu une répercussion prépondérante sur la production. Le débouché traditionnel des légumineuses est le marché de l'alimentation animale au sein duquel le pois protéagineux a occupé une place importante dans le passé. Or durant ces dernières décennies, le très fort développement du marché des aliments composés en France (de l'ordre de 20 millions de tonnes produits sur les dernières années, 2ème rang européen derrière l'Allemagne) a eu de fortes répercussions sur la place des protéagineux dans les formules. Les stratégies d'approvisionnement des FAC (Fabricants d'Aliments Composés) ont en effet fortement renforcé l'organisation de type spot du marché des matières premières, comme le souligne la récente étude de l'Inra sur les freins et leviers à la diversification des espèces cultivées (Meynard et *al*., 2013). Parmi les différents facteurs explicatifs avancés dans cette étude, citons trois raisons majeures qui ont détourné les

[49] SCOP : Surfaces en Céréales et Oléo-Protéagineux.

FAC des protéagineux, dont le pois protéagineux. D'abord, la très forte substituabilité des matières premières au regard des nutriments recherchés permet aux FAC d'ajuster à court terme leurs formules au regard des prix du marché des matières premières (Lapierre et Pressenda, 2002 ; Lapierre, 2004 ; Lapierre, 2005). Au regard du profil nutritionnel intermédiaire du pois pour sa teneur en protéines et ne présentant pas de qualité spécifique recherchée, son intérêt d'incorporation dépend donc avant tout de son rapport de prix avec le blé et le soja qui sont les deux matières premières les plus utilisées dans les formules. Or ces ratios de prix ont été défavorables au pois ces dernières années. De plus, le développement important des autres agro-industries (huiles, agro-carburants…) fournit auprès des FAC des volumes importants de co-produits (tourteaux et drèches) dont les prix d'intérêt au regard de leurs propriétés nutritionnelles et de leurs cours de marché sont plus attractifs[50]. Ensuite, la recherche d'économie d'échelle pour réduire les coûts marginaux de fabrication des aliments conduisent les FAC à privilégier les matières premières dont les volumes de production sont suffisamment importants pour les incorporer dans plusieurs formules, sachant que 80 % des FAC sont polyvalents (ie. proposent des aliments pour différents élevages porcins, volailles, ruminants…). Or l'organisation actuelle des approvisionnements en pois ne permet pas une disponibilité continue, de par la faiblesse des volumes. L'offre de pois étant dispersée sur le territoire français, son approvisionnement est plus coûteux (coûts de transaction[51] démultipliés). L'organisation logistique de l'offre en pois et son incapacité à « massifier » des offres dispersées apparaît ainsi comme déterminante.

La combinaison de ces facteurs conduit le pois protéagineux, tout comme la plupart des graines protéagineuses, à occuper une place éloignée dans la hiérarchie des matières premières. Les légumineuses ne sont ainsi considérées que comme des matières premières d'ajustement (ie. d'opportunité) pour les FAC. L'exemple du pois illustre ici parfaitement le mécanisme de verrouillage et d'auto-renforcement d'une situation initiale : le défaut de compétitivité du pois a réduit sa demande auprès des FAC, incitant en retour les agriculteurs à moins produire de pois[52], ce qui a renforcé la faiblesse des volumes produits, perçu comme un désavantage supplémentaire pour les FAC qui raisonnent avant tout en termes d'économies d'échelle. De cette analyse, nous pouvons comprendre pourquoi les politiques publiques de soutien ponctuel au prix de production du pois (les plans protéines) n'ont pas permis de soutenir le redéploiement de cette production dans le temps. Cette analyse met aussi en avant le rôle crucial de la logistique qui assure l'interface entre l'offre et la demande agricole. Des investissements dans de nouvelles infrastructures de stockage des organismes agricoles apparaissent nécessaires pour soutenir la transition agricole et peuvent être l'occasion d'une redéfinition du maillage territorial des OS en lien avec les politiques publiques d'aménagement de l'espace.

Cette recherche d'économie d'échelle a été renforcée par les rendements croissants d'adoption. Les rendements croissants d'adoption renvoient à deux types d'effets interdépendants : les effets de réseaux et d'apprentissage. Les effets de réseaux contribuent à renforcer la valeur d'usage d'un produit ou d'une technologie en lien avec l'augmentation du nombre d'utilisateurs. Ainsi, l'augmentation du nombre d'agriculteurs en système spécialisé et intensif en intrants a favorisé l'affinement des connaissances sur les cultures dominantes, au détriment des connaissances sur les autres espèces. Ces connaissances peuvent se situer à l'amont agricole, par exemple sur les itinéraires techniques, ou plus en aval en termes de transformation et d'usage des espèces. Ainsi, par exemple, sur le marché de la nutrition animale, les pratiques de formulation s'étant largement standardisées en défaveur des légumineuses, on a assisté à une perte de connaissances sur les propriétés nutritionnelles et technologiques de ces espèces, de moins en moins cultivées et valorisées industriellement, et au contraire à un renforcement des apprentissages en faveur des espèces dominantes, dont la valeur d'usage a augmenté par les progrès technologiques orientés en leur faveur (Meynard et *al.,* 2013).

[50] Et expliquant ainsi le plus faible taux de dépendance protéique de la France (50 %) par rapport à l'Europe (70 %).

[51] Par coût de transaction on entend l'ensemble « des coûts de recherche et d'information, des coûts de négociation et de décision, des coûts de surveillance et d'exécution » (Coase 2005, pages 23-24).

[52] Ces derniers étant d'autant plus incités à produire d'autres espèces plus rentables, telles que les céréales, puis plus récemment les oléagineux.

Pour autant, si des économies d'échelle visent à réduire le coût unitaire d'un bien (pour en réduire son prix) en augmentant son volume de production[53], à partir d'un certain palier de production des économies d'échelle peuvent apparaître. Des coûts additifs de gestion liés à des dysfonctionnements, entraînant notamment des pertes plus importantes, peuvent survenir et ré-augmenter le coût unitaire du bien. Mais surtout, certains paliers de production peuvent entraîner des externalités négatives de production dont la prise en compte peut augmenter le coût unitaire. L'agriculture conventionnelle qui a favorisé une forte spécialisation des grandes cultures semble avoir atteint ce palier d'économies externes d'échelle. La reconnaissance de ces économies externes d'échelle pourrait inciter les acteurs du monde agricole et agro-industriel à s'orienter vers la recherche d'économies de gamme (désignées également comme économies d'envergure). L'objectif est alors de réaliser des gains en regroupant sur un même bassin de production plusieurs biens agricoles complémentaires ; ces gains, qui sont liés à ce que les économistes désignent par des effets de synergie ou de sous-additivité en industrie, s'apparentent ici aux effets des services écosystémiques. La logique qui sous-tend les économies de gamme est de raisonner sur le rapport bénéfice-coût global alors que les économies d'échelle raisonnent plus sur le coût unitaire.

Favoriser la diversification agricole c'est donc aussi développer de nouvelles complémentarités agro-industrielles. De nouvelles complémentarités à l'échelle des territoires pourraient être trouvées, par exemple, entre filières animales et végétales par une reconception des formules d'alimentation favorisant des espèces végétales produites à proximité (Moraine et *al.,* 2012). Au regard de l'analyse faite plus haut sur les enjeux d'innovations technologiques pour l'industrie agro-alimentaire dans la valorisation d'une gamme plus large d'espèces du végétal, on peut également suggérer qu'une évolution stratégique du métier des FAC vers celui de « fractionneur » ou « bioraffineur » pourrait combiner des logiques d'économies d'échelle et de gamme en valorisant leur offre, à la fois pour l'industrie agro-alimentaire (visant des nutriments « premium »), pour les élevages (visant les coproduits associés) et autres industries intéressées par d'autres propriétés fonctionnelles.

A l'échelle de l'exploitation agricole, les économies de gamme supposent aussi que la diversification des cultures favorise *in fine* une efficience technique globale permettant de réduire les charges de travail, qui est probablement liée à la taille des exploitations. Il existe très peu d'études appliquées au mode agricole pour étayer ce point de gestion d'économies d'échelle/de gamme. Quelques études statistiques permettent seulement de constater, de manière paradoxale, que si la diversification de l'assolement tend à augmenter avec la taille de la sole cultivée dans l'exploitation (Fuzeau et *al.,* 2012), en terme de rotation, ce sont parfois dans les exploitations de grande taille que les rotations courtes sont le plus souvent fréquentes (Agreste 2010).

La capacité des coopératives agricoles et des transformateurs à gérer différentes filières de production, notamment céréalières et protéagineuses, peut être étroitement corrélée aux standards technologiques mis en place (2) mais également aux systèmes d'information et de connaissances mis à disposition des acteurs pour évaluer ces gains (3).

F3.2 - Compatibilités technologiques et standards productifs

Plus une technologie est répandue, plus des technologies complémentaires se développent, renforçant sa position dominante. L'une des sources du déclin des légumineuses dans la seconde moitié du XXème siècle a été le développement de la fertilisation azotée minérale. Le recours à la fertilisation minérale pour satisfaire les besoins azotés des cultures est en effet une technique plus fiable que le développement de légumineuses dans la rotation pour assurer aux céréales une alimentation soutenue, nécessaire à l'atteinte de hauts rendements. Mais aujourd'hui, alors que l'augmentation du coût de l'énergie et le souci de réduire les pollutions de l'air et des eaux imposent une réduction des engrais azotés, on assiste au développement d'innovations incrémentales de la technologie conventionnelle, comme la recherche d'un ajustement plus précis des doses et dates d'apport aux besoins des cultures (ex: le dispositif Farmstar, Labarthe 2010), plus qu'à une reconception du système de culture insérant des légumineuses

[53] Réduisant ainsi la part des charges fixes et des charges semi-variables pour chaque unité produite.

dans la rotation. De plus, les rotations céréalières courtes qui dominent les régions de grandes cultures ne seraient pas possibles sans l'emploi intensif de pesticides, car elles contribuent à aggraver les problèmes de parasitisme, et rendent difficile la maîtrise des populations d'adventices (Schott et *al.,* 2010). Du fait du rôle clef des pesticides dans la logique des systèmes de culture, les entreprises qui commercialisent ces intrants sont devenues la principale source de conseil aux agriculteurs. Pour lutter contre les bio-agresseurs, ce conseil privilégie le plus souvent les solutions chimiques, simples et d'efficacité « spectaculaire » plutôt que les méthodes agronomiques préventives, telles que l'allongement de la rotation, plus complexes à mettre en œuvre et d'efficacité moins directe (Butault et *al.,* 2010).

Partant de là, des standards technologiques plus en aval se sont également imposés favorisant des systèmes productifs intensifs, comme par exemple de fortes exigences pour les taux de protéines du blé (tant pour le blé tendre en panification que pour le blé dur en pasterie).

Le développement de pratiques culturales innovantes intégrant plus de légumineuses, telles que les cultures associées, peuvent aussi poser des problèmes d'adaptation technico-organisationnelle pour les autres opérateurs de la filière. Ces cultures associées céréales-légumineuses qui permettent des gains de rendements et de qualité intéressants, pourraient être plus facilement adoptées si les coopératives disposaient de machines de tri adaptées au triage de ces espèces et au principe de séparation en trois lots (la céréale, la légumineuse, les déchets) et de structures de stockage permettant de gérer une plus grande diversité dans la collecte (Magrini et *al.,* 2013). Dans un récent projet Casdar, l'évaluation du coût supplémentaire induit pour le tri avec du matériel standard a été évalué autour de 20euros/t, mais avec du matériel plus adapté et une nouvelle organisation du travail, on peut penser que ce surcoût puisse fortement diminuer (Bousseau 2009, Perfcom 2012). La recherche de nouvelles technologies aux différents maillons des filières compatibles avec de nouvelles pratiques de production amont contribue fortement à la transition vers une agriculture durable.

F3.3 - L'état de la connaissance[54] : un déterminant majeur pour la transition des systèmes

F3.3.a - L'insuffisante diffusion de l'information technico-économique et des performances de durabilité auprès des agriculteurs

Les connaissances des agents jouent un rôle important dans l'auto-renforcement des pratiques, à différents niveaux. D'abord, les parcours de formation des agents, et de ceux qui assurent un service de conseil auprès d'eux, influencent fortement leur capacité à utiliser telle ou telle technologie : chacun choisit celle qui lui semble la "meilleure'' compte tenu de ce qu'il sait. Cela a conduit, par exemple, les agriculteurs et les conseillers agricoles à orienter les choix productifs en ayant recours à la fertilisation minérale étroitement associé au paradigme de l'agriculture conventionnelle. Le cœur de compétences des agriculteurs et/ou des entreprises agro-industrielles peut ainsi générer des rigidités qui limiteront leurs capacités à innover et à changer de technologie. Ensuite, le conseil technique aux agriculteurs est aussi inséré dans des rapports de force institutionnalisés qui verrouillent la capacité d'évolution des connaissances vers des systèmes alternatifs (Labarthe, 2010). Enfin, le manque de connaissances pratiques d'une technologie alternative réduit sa probabilité d'adoption (Meynard, 2010). A ce titre l'étude Inra (Meynard et al., 2013) souligne le peu de références technico-économiques à l'échelle pluri-annuelle mises à disposition des agriculteurs alors que les études montrent que l'insertion de légumineuses dans la rotation conduit à un bénéfice économique non négligeable (Schneider et al., 2010). Le rôle de la connaissance est donc étroitement dépendant des supports institutionnels qui la diffusent[55].

[54] Nous situons le propos essentiellement au regard du système agro-industriel. Mais le manque de connaissances par le consommateur final peut aussi expliquer le peu d'intérêt pour ces espèces. Par exemple, la construction des savoirs nutritionnels constituent en effet également un mécanisme d'auto-renforcement, à savoir que les légumes secs sont classés en tant que féculents et non en tant que protéines, et les bénéfices nutritionnels associés à leur consommation sont peu mis en avant, tels qu'en témoigne la différence de conception des guides alimentaires canadien et français par exemple.

[55] Au-delà des connaissances technico-économiques agricoles, il serait intéressant de s'interroger sur les connaissances qu'ont les acteurs des filières sur les débouchés potentiels pour ces espèces, tout particulièrement pour l'alimentation humaine. Mais également sur les méconnaissances des consommateurs sur les bénéfices nutritionnels associés la

En l'occurrence, le défaut d'adoption d'une comptabilité analytique par les centres de gestion et d'autres organismes professionnels agricoles peut expliquer en partie leur incapacité à proposer aux agriculteurs des évaluations pluriannuelles plus fines au regard de la réduction des charges opérationnelles apportées par une diversification des espèces dans la rotation. Ces évaluations contribueraient à concevoir de nouveaux systèmes de production aux objectifs renouvelés, à adapter les pratiques pour plus de durabilité environnementale et économique.

Mais à défaut d'autres connaissances, les effets cumulatifs des facteurs d'auto-renforcement augmentent la valeur d'adoption des espèces « majeures ». Ceci interpelle donc les pouvoirs publics dans la mise en œuvre de nouveaux systèmes d'information et de partage des connaissances, tout particulièrement pour les agriculteurs et conseillers.

F3.3.b - Mettre en place des systèmes d'information partagés pour développer les compétences

Dans les parties précédentes, ont été identifiés des solutions biotechniques existantes aujourd'hui, parfois encore en cours d'exploration, ainsi que différents leviers organisationnels pour accompagner les filières et les acteurs dans l'adoption de ces nouvelles solutions. Parmi ces leviers, les informations et connaissances accessibles aux agriculteurs jouent un rôle fondamental. En effet, la transition vers des systèmes doublement performants et durables nécessite un changement en profondeur d'une partie des systèmes actuels (Hill et MacRae, 1996, Butault et *al.,* 2010 ; Rellier et *al.,* 2011). Or, pour faire évoluer leurs systèmes, les agriculteurs modifient rarement d'un coup et radicalement leurs systèmes. Ils adoptent progressivement de nouvelles techniques (Chantre, 2011) et les recombinent avec certaines techniques actuelles dans un nouveau système répondant à leurs nouveaux objectifs, favorisant différentes boucles d'apprentissage. Pour accompagner les agriculteurs dans le changement, les conseillers sont eux-mêmes confrontés à des ruptures par rapport à leurs pratiques antérieures qui constituent des routines. Ce changement concerne autant la modification de leurs références, que de leurs postures et identité, ou encore leur mandat et leur cadre d'action (Petit et *al.,* 2012 ; Compagnone et *al.,* 2009). Ces changements dans la profession interpellent en retour des évolutions dans les formations (initiales et continues). Elles doivent certes mieux sensibiliser les acteurs aux enjeux du développement durable, mais elles doivent être aussi en mesure de dispenser des connaissances permettant d'aller jusqu'à l'opérationnalité de systèmes doublement performants depuis la conception jusqu'à l'évaluation de leurs performances (Compagnone et *al.,* 2009). Or, le constat aujourd'hui est que les informations sur les connaissances mobilisables pour la conception, le pilotage et la mise en œuvre des systèmes de culture sont dispersées et souvent non formalisées, voire non disponibles car détenues par les praticiens (Meynard, 2010). Au-delà de la question de la création des connaissances scientifiques et des savoirs locaux, il est donc tout aussi important de considérer le besoin de partager ces connaissances, ainsi que la manière de les mobiliser pour concevoir, piloter et évaluer des systèmes de culture doublement performants (Meynard, 2012). Un enjeu fondamental est donc de repenser les systèmes d'information et de connaissances afin de permettre aux acteurs d'avoir à disposition de nouveaux systèmes de partage des connaissances.

- *Des besoins exprimés par les acteurs…*

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de s'interroger sur les besoins d'informations et de connaissances des acteurs, agriculteurs, conseillers, formateurs, expérimentateurs, chercheurs…, pour adapter leurs activités vers le développement des systèmes doublement performants.

A partir de l'analyse de Mundler et *al.,* (2006), Laurent et *al.,* (2006) sur les activités des conseillers dans l'interaction avec les agriculteurs, complétée par une enquête réalisée par Reau et al. (2010) dans le domaine de la grande culture et de la polyculture-élevage, différents besoins ont pu être identifiés et dépendent des fonctions exercées par les acteurs et de leurs engagements dans la conception, la mise en

consommation de légumes secs, liées en partie aux classifications nutritionnelles officielles qui répertorient ces produits dans la catégorie « féculents » alors que d'autres pays les classent comme « protéines » en tant qu'alternatives aux protéines animales, comme par exemple au Canada (http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/choose-choix/meat-viande/tips-trucs-fra.php#a1).

œuvre, le pilotage de systèmes doublement performants, ainsi que dans l'évaluation de leurs performances. Ces besoins sont, entre autres :

- Une nécessaire capitalisation sur les dispositifs et les données ; les dispositifs et données ne manquent pas, mais ces dernières sont disparates et restent très souvent difficilement exploitables par d'autres.
- Des références produites à partir de dispositifs expérimentaux (depuis les stations expérimentales jusqu'aux réseaux de suivi de systèmes pilotés et gérés par des agriculteurs) et relatives aux techniques, itinéraires techniques, systèmes de culture testés, systèmes d'exploitation, à leurs résultats techniques et agronomiques et à leurs performances économiques, environnementales et sociales.
- La possibilité de s'appuyer sur des personnes contacts ayant développé une expertise dans un domaine ou sur un thème donné.
- La poursuite de travaux de recherche sur les règles de décision et sur les techniques élémentaires alternatives pour faciliter l'accès à ces systèmes doublement performants
- La transparence des flux d'informations, pour limiter la dispersion des données, rendre les actions plus efficaces et permettre de capitaliser sur des expériences isolées.

De plus, au-delà des connaissances scientifiques et techniques et pour mieux accompagner les agriculteurs, conseillers et acteurs agricoles dans le développement de ces systèmes, les besoins sont également :

- Des besoins en dynamiques collectives au sein de groupes d'agriculteurs (Lamine et Bellon, 2009)
- L'échange entre collègues et autres métiers, notamment dans un contexte de compétences dispersées, d'informations ne circulant pas ou mal, de moyens limités.
- L'échange entre pairs pour favoriser le partage des connaissances au sein de réseaux de compétences permettant aux uns de réaliser l'apprentissage de ces systèmes et aux autres d'adapter les références produites aux besoins des destinataires.
- L'accompagnement par le conseil (Compagnone et *al*., 2009 ; Guillot et *al.,* à paraître)
- Le développement de compétences et le partage de méthodes et d'outils, par exemple pour la conception de systèmes plus durables (Lançon et *al*., 2008 ; Reau et *al.,* 2010), l'expérimentation système (Deytieux et *al.,* 2012 ; Petit et *al.,* 2012), le traitement de l'information et l'évaluation pluriannuelle et multicritère des systèmes (Debaeke et *al*., 2008)…

Cette analyse des besoins montre que les savoirs techniques ne suffisent pas pour concevoir, piloter, gérer et évaluer des systèmes doublement performants. Il est également nécessaire de développer d'autres savoirs, notamment des savoirs-faire liés à la capacité des acteurs d'accéder aux savoirs pertinents et de les adapter à leurs propres contextes d'action.

- *… Au développement d'un système d'information partagé*

A partir des besoins exprimés par les acteurs, le développement d'un système d'information partagé apparaît donc indispensable. Il a pour objectifs d'assurer le partage et la valorisation de l'ensemble de l'information disponible et permettre le développement de compétences sur le conseil, la formation et la gestion de systèmes de culture doublement performants en fonction de la diversité des territoires d'action sur l'espace national. Un système d'information peut être caractérisé par son objectif (défini en référence à un métier et à des acteurs concernés), par ses éléments constitutifs (les informations), par son fonctionnement (défini par l'interaction des informations via des processus et procédures de l'organisation) (Dubois, 2002). Ainsi, un système d'information peut se résumer à une base de données, support de la collecte des données d'expérimentation au sens large, combinée à un système de gestion des connaissances (Reau et *al*., 2010).

Concernant la mise en œuvre d'une base de données fédératrice au niveau national, des réflexions ont été initiés dès 2007 (Reau et *al.,* 2010) et plus récemment dans le cadre du GIS Relance agronomique (Gachie-Vinson, 2013). Les objectifs sont de permettre une capitalisation et une valorisation adaptée des

données. Ce sujet d'envergure et porteur d'enjeux a été repris aujourd'hui par le GIS Relance agronomique et le Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Forêt. Dans ce cadre, il sera important de travailler sur un tronc commun fédérateur avec des fonctions d'interopérabilité, tout en laissant la possibilité de développer des spécificités dans cette base selon la nature des informations stockées et des besoins de traitement des données, en fonction des demandes exprimées par les acteurs des filières et des territoires.

Concernant le système de gestion des connaissances, ses objectifs sont d'appuyer le développement de systèmes doublement performants et également de renforcer les réseaux d'acteurs impliqués dans le développement de systèmes doublement performants. Pour cela, l'échange et la capitalisation d'informations mises en commun sur une base volontaire sont à privilégier. Ce système est destiné aux conseillers en priorité, ainsi qu'aux acteurs de la R&D, aux agriculteurs, aux décideurs publics, à l'enseignement avec les formateurs et les apprenants. Cette capitalisation des connaissances est à enrichir en continu par les savoirs scientifiques et locaux, ce qui induit que le système de gestion des connaissances doit être évolutif et garantir la qualité des connaissances par un processus de validation adapté. Les informations de ce système de gestion de connaissances pourront être des ressources utiles au développement et à l'apprentissage de ces systèmes doublement performants et de différentes natures : des références sur les techniques, des règles de décision, des itinéraires techniques, des systèmes de culture avec leur description sous forme de schéma décisionnel et carte conceptuelle, mais aussi des témoignages d'agriculteurs.

Pour répondre à ces objectifs, un outil web collaboratif de gestion des connaissances distinguant deux espaces basés sur la théorie C-K (Concept – Knowledge) (Hatchuel et *al*., 2009 ; Soulignac, 2012) pourra être développé, par exemple à partir d'Agro-PEPS[56] outil web collaboratif d'informations techniques et d'échanges développé dans le cadre du RMT Systèmes de culture innovants, pour mettre les acteurs en position d'être force de propositions pour agir.

Plus précisément, dans l'architecture de ce système de gestion, l'espace de connaissances (K) permet de formaliser les connaissances dispersées et de différentes natures (scientifiques, techniques, expertises, résultats empiriques…) en vue de les capitaliser. Ces connaissances devront être qualifiées avec un statut de type, par exemple : « validées », « mises en débat », « collectées à valider ou invalider », etc. L'espace d'échanges (C), quant à lui, permet aux utilisateurs de partager leurs expériences, les techniques et systèmes en cours d'expérimentation, de conception, de recherche participative, et *in fine* de proposer des enrichissements de contenu de l'espace (K) par les techniques et systèmes qui auront fait leurs preuves sur le terrain. Au-delà du partage, ce système permet la confrontation des savoirs en vue de favoriser l'innovation par la conception, le pilotage et l'évaluation de systèmes doublement performants.

Le développement d'un tel système de gestion des connaissances nécessite des compétences en agronomie systémique et en animation, ainsi que des compétences en informatique pour le développement. Afin de faire vivre ce système et l'enrichir, l'animation scientifique et technique sera un élément clé, assurer de la réactivité dans l'espace d'échange, identifier les éventuels problèmes, interagir avec les utilisateurs pour recueillir leurs besoins, assurer un rôle de régulateur / modérateur pour valider l'information. Ainsi l'animation est une condition de réussite en vue de développer une communauté d'utilisateurs.

Avec ce système de gestion des connaissances, les acteurs seront mis en capacité d'élargir leurs « champs du possible » pour imaginer, tester et faire l'apprentissage de systèmes doublement performants et durables. Les modalités de coordination des acteurs dans les filières de diversification peuvent aussi être déterminantes pour favoriser ce partage de connaissances et créer des incitations économiques nouvelles.

[56] Agro-PEPS pourrait être élargi aux domaines des systèmes légumiers et maraîchers (plein champ, sous abri), des systèmes viticoles et arboricoles, et même aux systèmes d'élevage, avec développement d'une communauté en France et élargie à l'Europe dans le cadre du Partenariat Européen Innovation Agriculture.

F3.4 - Les modalités de coordination dans les filières : de nouveaux dispositifs

La coordination des acteurs est également déterminante à l'échelle des filières dans la diffusion de la valeur ajoutée et des informations qui conditionnent les incitations perçues par les acteurs pour orienter leurs choix productifs (Fares et *al.*, 2012). Or, certaines filières protéagineuses apparaissent peu coordonnées, tout particulièrement le pois protéagineux à destination de l'alimentation animale, où l'absence de liens financiers entre les acteurs de la filière et la quasi-absence de liens contractuels renforce le risque d'adoption par l'agriculteur (et par la coopérative) de cette culture soumise à une forte concurrence des autres matières premières qui lui sont substituables. Cependant sur les marchés de niche, la coordination peut être plus forte.

Comme exposé dans l'approche multi-niveaux de la transition, les niches sont susceptibles d'offrir une voie au déverrouillage en organisant la production sur une technologie différenciée et en coordonnant fortement les acteurs le long de la filière, afin que les incitations économiques et les informations nécessaires remontent jusqu'à l'amont agricole pour favoriser l'adoption de modes de production différenciés, en l'occurrence ici de systèmes de production incluant plus de légumineuses dans la sole. L'exemple de la filière BBC cité précédemment illustre cette analyse, via notamment la mise en œuvre de contrats spécifiques. Le prix de vente du lin oléagineux est couramment fixé selon un « tunnel de prix », lié au cours des grandes cultures présentes dans l'assolement de l'exploitation. L'objectif est de garantir une marge à l'hectare équivalente à la marge à l'hectare du colza ou du blé pour inciter l'agriculteur à introduire cette culture dans sa sole. La fixation de ce tunnel (prix minimum et prix maximum de vente) est le fruit d'une négociation annuelle entre l'industriel et les producteurs. Ainsi, 80 % des surfaces de lin oléagineux destinées à ce FAC sont contractualisées. La contractualisation représente dans ces filières de niche un mode de coordination privilégié pour inciter les agriculteurs à adopter des espèces plus mineures.

Une question cruciale semble ainsi être la capacité que pourront avoir les acteurs aval des filières d'espèces dominantes (tout particulièrement pour les filières blé tendre et dur qui utilisent de fortes doses d'azote pour atteindre des teneurs en protéines élevées) à contractualiser la production de ces espèces dans des objectifs de production plus durable. Ceci pourrait conduire, par exemple, à inscrire dans les cahiers des charges amont des objectifs de rotation en faveur des légumineuses dont leur prix serait dépendant de celui des céréales. En d'autres termes, est-ce que les filières « dominantes » peuvent favoriser la production d'espèces plus mineures via de nouveaux contrats à visée environnementale ? Cet enjeu suppose le développement de la contractualisation pluri-annuelle qui peut passer aussi par le développement de nouveaux signes de qualité (publics ou privés) valorisant cette dimension environnementale (Fares et *al.*, 2012), notamment via la certification HVE (Haute Valeur Environnementale).

D'autres exemples offrent des pistes pour organiser de nouvelles modalités de coordination fondées sur une reconnaissance des services écosystémiques au sein d'une économie de marché, appelant différentes formes d'arrangements institutionnels. Ces arrangements peuvent s'opérer à l'échelle d'acteurs locaux, tels que des arrangements contractuels mis en place par les eaux Vittel (du groupe Nestlé) avec les agriculteurs pour réduire la pollution des eaux dans les Vosges (Déprés et *al.*, 2008, Grolleau et *al.,* à paraître). Etabli en partenariat avec l'Inra, le cahier des charges interdit ainsi l'usage des pesticides et limite les apports de nitrates pour 40 agriculteurs signataires de la charte Agrivair (représentant 10 000 ha sur 11 communes). Ces objectifs se traduisent notamment par une place plus importante des légumineuses dans leur assolement. D'autres arrangements, d'ampleur nationale peuvent aussi offrir un cadre pour soutenir la transition agroécologique, tel que le développement d'un marché carbone pour l'agriculture. Un marché carbone domestique est en cours d'expérimentation par InVivo depuis 2012 (InVivo, 2011)[57]. Les services environnementaux rendus par les légumineuses, notamment en termes de

[57] En s'appuyant sur le mécanisme de Mise en Œuvre Conjointe, la France a décidé en 2006 de lancer le dispositif des « projets domestiques ». L'objectif est de stimuler les réductions d'émissions de gaz à effet de serre dans des secteurs d'activités non couverts par le système européen de plafonnement des émissions et d'échange de quotas, sur le territoire

réduction de gaz à effet de serre[58], sont rémunérés via des URE (Unité de réduction des émissions[59].) accordés aux coopératives dont la surface en légumineuses a augmenté comparativement aux surfaces 2008-2010. Les coopératives peuvent alors vendre ces crédits carbone (sous la forme d'URE) sur le marché européen et décider de l'allocation de ce bénéfice (rétribution directe aux agriculteurs, investissements pour les filières de légumineuses, etc.). Ce projet a été agréé par la France en 2012 pour 11 coopératives pilotes du réseau In Vivo[60]

Ces différents arrangements institutionnels définissent de nouvelles modalités de coordination des acteurs au sein d'une économie de marché - cadre conventionnel de coordination des échanges - où la contractualisation occupe une place plus importante en renforçant la durabilité des liens entre les acteurs. Par ces arrangements, les choix productifs sont établis en fonction de paramètres économiquement mesurables. La quantification monétaire des services écosystémiques est donc avancée comme un moyen important pour renforcer cette prise en compte des externalités associées aux modes de production dans les contrats de production. Il s'agit d'internaliser dans les coûts de production ceux associés aux externalités négatives des modes de production conventionnels, via par exemple une quantification des coûts de réparation des pollutions engendrées (Chevassus-au-Louis et *al.,* 2009). De nouveaux dispositifs institutionnels permettant la création de valeurs de références monétaires des services écosystémiques peuvent contribuer à renforcer la valeur d'usage de certaines espèces (Millenium Ecosystem Assessment 2005). *In fine*, la valeur du service écosystémique peut venir renforcer la valeur commerciale de la culture pour faire basculer des choix productifs en leur faveur (Cavaillès, 2009).

En complément de la mise en œuvre d'un marché carbone pour l'agriculture, la reconnaissance de surfaces d'intérêt écologique peut aider à soutenir certaines productions, telles que la luzerne (Nil, 2012).

Les enjeux d'une meilleure coordination des acteurs interpellent aussi les dispositifs de recherche-développement et de formation pour soutenir la transition agricole.

F4 - Stimuler la coordination entre la recherche, le développement, la formation et les acteurs professionnels

La mise en place de cahiers des charges et la normalisation ont constitué un levier puissant de structuration des échanges au sein des filières agro-industrielles. L'adoption de normes de production au travers de critères d'évaluation standardisés ont indéniablement facilité le processus d'amélioration qualitative des matières premières utilisées pour des produits finis à haute qualité sanitaire et organoleptique. Cette démarche a ainsi conduit toutes les filières à optimiser leurs conditions de production et de transformation au regard de standards partagés. Cependant, cette codification des échanges et des pratiques a aussi eu pour effet de figer la notion de qualité et d'en délimiter son domaine d'application, voire même de conduire à une détérioration de la performance environnementale de certains systèmes. L'introduction de nouvelles contraintes aux cahiers des charges existants peut alors apparaitre comme une remise en cause des accords entre partenaires des filières sur la définition des

national. L'Etat puise dans son stock d'unités de quantité attribuée (UQA) pour délivrer des URE aux développeurs de projet, qui pourront ainsi intégrer le bénéfice des crédits carbone dans le plan de rentabilisation de leur investissement.

[58] Les émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole représentent, en 2011, 20,9 % des émissions françaises. Entre 1990 et 2011, leur réduction, due à la diminution de la fertilisation azotée, à la baisse des effectifs bovins et au fléchissement de la consommation d'énergie, a atteint environ 7,6 %. L'agriculture est le principal secteur émetteur de méthane et de protoxyde d'azote (Rapport de la Direction Générale de l'Energie et du Climat 2013, http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fr_RMS_2013__.pdf)

[59] Les URE (Unités de Réduction des Emissions Carbone) sont vendues par le dispositif des projets domestiques CO2 qui consiste à mettre en œuvre sur le territoire français (métropole et DOM) des projets permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans les secteurs économiques non couverts par le système européen d'échange des quotas de CO2 : agriculture, transport, traitement des déchets, entrepôts frigorifiques, bâtiments…

[60] Légumineuses concernées par ce projet domestique : féverole, fève, haricot, lentille, lupin, luzerne, petits pois, pois chiche, pois d'hiver, pois de printemps, soja, vesce, autres protéagineux.

standards de qualité. Ceux-ci préfèrent alors en rester au statut quo plutôt que de prendre le risque de remettre en cause des critères déjà acceptés (e.g., Busch 2011[61]). Il en résulte une forte inertie des acteurs dans leur capacité à tendre vers des pratiques plus durables qui conduiraient à réviser, même à la marge, les standards productifs en place, renforçant la situation de verrouillage du système.

Dans ces systèmes où les échanges sont désormais fixés par des cahiers des charges stricts, il est donc très difficile d'introduire des innovations. Celles-ci peuvent venir de l'amont du système (par exemple, par de l'innovation génétique) ou de l'aval (telle une innovation produit). La première qui vise à mieux satisfaire un cahier des charges existant a plus de chance d'aboutir alors que l'autre qui tend à en créer un nouveau nécessitera un processus d'innovation plus long. Mais dans les deux cas, le processus d'innovation reste un phénomène à long terme, nécessitant un temps de percolation long pour permettre l'appropriation de ces innovations par les acteurs filières.

La littérature internationale sur l'innovation met de plus en plus en avant l'importance des dynamiques de réseaux dans la construction des innovations, associant les acteurs privés et institutions publiques (e.g. Hall et Rosenberg, 2010). Dans le domaine agricole, la mobilisation simultanément de l'ensemble des acteurs d'une même filière en stimulant plus particulièrement la coordination entre les acteurs professionnels, les centres techniques, les établissements d'enseignement et la recherche académique permettrait d'explorer ensemble de nouvelles possibilités pour reconcevoir les systèmes de production et de transformation. Une telle démarche est aujourd'hui expérimentée par la filière française de blé dur (Encadré F3) ou encore, par d'autres réseaux comme celui « Blés rustiques », les Réseaux Mixtes Technologiques (RMT), des Groupements d'Intérêts Scientifiques (GIS), les projets Casdar « Innovation et partenariat »…. Ces réseaux visent à mettre les acteurs en capacité d'innover. Cette approche de l'innovation par les réseaux est fondée sur une forte coordination des acteurs publics/privés et nécessite que soient réunies plusieurs conditions :

- Un accord général de l'ensemble des parties prenantes de la recherche académique de l'enseignement des centres techniques et des partenaires socio-économiques de la filière (sélectionneurs, producteurs, organismes stockeurs et industriels de la transformation) pour explorer « sans a priori » les possibilités d'innovation tout au long d'une filière de production, en vue d'une amélioration globale de la compétitivité de la filière sur le long terme.
- L'identification commune des verrous et des leviers permettant de relever les enjeux identifiés et la définition de programmes de recherche et développement interdisciplinaires pour relever ces enjeux. On s'aperçoit alors que les questions ne se situent plus seulement aux entrées et aux sorties de la filière, mais bien au cœur du système. Dans le sens où la capacité d'innovation d'une filière est très corrélée à la dynamique d'interaction de tous les acteurs en place. La transition vers une agriculture durable interroge à la fois les itinéraires agronomiques et technologiques, dans le sens de leur reconception globale (nouvelles pratiques agronomiques, nouveau procédé de transformation), mais aussi les interfaces entre les maillons des filières qui constituent des éléments sur lesquels des accords ont été établis pour définir des standards productifs, généralement sur la base de compromis plutôt qu'à partir de données optimisées (exemple : seuil de teneur en protéines acceptable).
- Outre le partage d'objectifs à moyen-long terme, une bonne coordination et la mise en synergie des équipes de la recherche académique, des centres techniques et de l'industrie, ainsi que des dispositifs expérimentaux et plateaux techniques, apparaissent indispensables pour expérimenter et valider les résultats obtenus, et aussi pour en assurer le changement d'échelle lors de la diffusion des innovations.
- L'intégration des données et des connaissances issues de ces différents programmes dans une boucle de progrès, afin d'identifier de nouvelles questions et le développement d'outils d'aide à la décision stratégique prenant en compte l'ensemble des maillons d'une filière.

Pour inscrire l'agriculture dans la perspective de systèmes doublement performants et durable, il pourra être nécessaire de reconcevoir leur mode d'évaluation, en favorisant des postures visant les approches

[61] « standards for quality tend to rigidify production regimes. Both tend to inhibit innovations of the sort necessary for us to realize food security globally » (Busch 2011, page 3247).

multicritères. Ces approches permettent une conception des systèmes plus transversale par rapport aux enjeux du développement durable (Giampetro, 2004). Pour cela, des démarches de conception, d'ores et déjà éprouvées dans des collectifs d'agriculteurs ou d'experts de différentes origines, pourront être mobilisées (Reau et *al*., 2012 ; Meynard, 2012) à l'instar de la démarche de conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires développée dans le guide STEPHY (Attoumani-Ronceux et al., 2011) et adaptée aujourd'hui à d'autres enjeux (énergie, biodiversité, …) (Reau et *al*., 2012) et à d'autres systèmes viticoles, légumiers et arboricoles. Au-delà de la conception, les manières d'évaluer les systèmes en pluriannuel devront être renouvelées et développées largement (Debaeke et *al*., 2008 ; Craheix et al., 2012 ; Petit et *al*., 2012). Ceci passera par le développement de nouvelles compétences grâce à la formation initiale et continue (Auricoste et al., 2012), par le développement d'outils d'évaluation, et plus globalement d'une culture partagée de l'évaluation multicritère.

Aussi, au-delà d'être stimulé, les dispositifs de recherche – développement/conseil – formation devront-ils eux aussi innover dans leur forme, dans leur fonctionnement, dans leurs partenariats pour accompagner le développement de systèmes doublement performants.

Encadré F3.

Une plate-forme public-privé pour questionner les enjeux de la filière blé dur et définir de nouveaux projets : un exemple de dispositif de coordination des acteurs

Cultivé sur plus de 400 000 ha en France, le blé dur représente une filière structurée et performante : 20 000 producteurs alimentent les unités qui mettent en marché des produits – semoule, pâtes alimentaires, couscous – de haute qualité, contribuant au maintien de l'emploi, souvent en zone rurale, et répondant aux attentes des consommateurs français. Par l'exportation des 2/3 de sa production de grains, cette filière apporte ainsi une contribution significative à la balance commerciale du pays.

Pourtant aujourd'hui, la filière française de blé dur doit faire face à de nouveaux enjeux liés au changement climatique, à l'évolution des réglementations et des pratiques culturales, aux attentes qualitatives et environnementales de la société ou encore aux questions géopolitiques et économiques. Pour cela, la filière doit innover et s'adapter pour chercher à améliorer sa compétitivité internationale, ses volumes de production, la qualité de ses produits et sa durabilité.

C'est pourquoi l'ensemble des parties prenantes de la filière blé dur s'est fédérée autour d'une « Plateforme blé dur », outil nouveau qui rassemble les sélectionneurs, les producteurs, les coopératives, les industriels, FranceAgriMer, les acteurs de la recherche (Inra), de la recherche appliquée (Arvalis Institut du végétal, Actia) et de l'enseignement supérieur.

Cette plateforme unique coordonne les actions au sein d'un espace de collaboration, mettant en synergie les compétences de recherche, de développement et de formation, depuis la sélection jusqu'aux procédés industriels en passant par l'agronomie et l'économie.

Les axes de travail identifiés visent à développer une production compétitive et de qualité au travers d'une logique d'agro-écologie pour une production agricole performante, et d'éco-conception dans l'élaboration de produits répondant aux attentes des consommateurs. Cette ambition partagée s'applique aux produits finis comme les pâtes alimentaires (produit alimentaire de base le plus consommé en France), et aux grains exportés, dans la perspective d'un marché mondial en croissance, en particulier sur le pourtour méditerranéen, marché de proximité où la France entend jouer un rôle de leader.

Même si une telle démarche ne garantit pas a priori l'adoption d'innovations par l'ensemble des acteurs ou même un accord de principe pour revenir sur les cahiers des charges existants, on peut penser que ce type de dispositif peut aider les acteurs à repenser plus globalement leur système productif, à définir de nouveaux projets communs et que les résultats issus de questions de recherche co-construites au sein des filières seront plus facilement appropriables par l'ensemble des acteurs de ces filières. Cela d'autant plus que les espèces concernées sont des espèces « mineures », c'est-à-dire qui ont des volumes de production de moindre importance. Ainsi pour le secteur des légumineuses, confronté à une plus grande diversité d'espèces dont les productions respectives tendent à se marginaliser et à se disperser sur le territoire, un tel dispositif de coordination des acteurs serait susceptible de stimuler la dynamique de recherche pour ces espèces.

De manière complémentaire, l'innovation par les agriculteurs eux-mêmes est peu ou mal connue. Un des enjeux pour élargir les connaissances et faciliter les transitions réside aussi dans le repérage de systèmes innovants mis au point par des agriculteurs, seuls ou dans le cadre de collectifs (Petit et al., 2012). Cette démarche « bottom up » mériterait d'être explorée plus avant pour mieux connaître les innovations développées par les agriculteurs, décrire leurs caractéristiques et leurs contextes, les caractériser et les évaluer en vue de la capitaliser et de les mettre à disposition des autres acteurs.

Si une plateforme de recherche similaire à celle qui vient d'être montée pour la filière blé dur, se créait pour les légumineuses, différentes priorités pourraient être définies au regard des différents enjeux qui ont été rappelés au fil du document. Rappelons ici quelques-uns d'entre eux :

- Mieux cerner les pratiques et les performances territoriales à l'échelle de la culture et du système de culture, pour valoriser les innovations locales (innovations d'agriculteurs dits « satisfaits » pour l'utilisation des protéagineux dans leurs systèmes en adéquation avec leurs objectifs).
- Renforcer l'expertise et la concertation entre acteurs par plus de relations entre experts techniques et acteurs territoriaux (collecteurs, conseillers agricoles dont les chambres d'agriculture, centres de gestion, etc.). En effet, face à la relative marginalisation des cultures de protéagineux, on assiste à une perte d'expertise des agriculteurs et des conseillers sur les techniques de culture et une valorisation insuffisante des références et des innovations mises au point pour lever certains freins techniques identifiés par le passé en stabilisant les performances.
- Définir des valeurs de références sur les services écosystémiques rendus par les légumineuses en fonction de différentes modalités d'insertion.
- Rapprocher les acteurs des productions animales et des productions de légumineuses pour questionner les enjeux d'intégration de ces filières à l'échelle d'un territoire ou d'une exploitation, afin de contribuer à davantage d'autonomie protéique pour les élevages notamment, à réduire les coûts économiques et environnementaux de transport des intrants et des produits, à renforcer la traçabilité...
- Développer des liens avec l'industrie agro-alimentaire pour définir les conditions de production performantes pour l'alimentation humaine
- Contribuer à la réflexion sur les flux territoriaux des zones agricoles avec tous les acteurs, pour une optimisation des assolements selon les besoins et une gestion territoriale des collectes de matières premières agricoles, des flux azotés, des pollutions potentielles, dans une démarche d'écologie industrielle.
- Développer des synergies entre productions de légumineuses, notamment dans les rotations de culture...

Une meilleure coordination entre acteurs de tous les maillons des filières reste ainsi essentielle pour définir les priorités de recherche, de développement et de formation qui contribueront, sur la base d'une vision partagée, à une agriculture plus durable.

F5 - Conclusion

Le consensus majeur des théoriciens traitant des trajectoires technologiques (tous secteurs d'activité confondus) est que l'histoire compte (e.g. Dosi et Nelson, 2010). Nous avons en effet rappelé que les choix initiaux productifs tendent à s'auto-renforcer dans le temps par différents mécanismes socio-économiques, contribuant dans leur ensemble à définir des rendements croissants d'adoption. La technologie (ie. « façon de produire ») initialement choisie fonde le régime conventionnel autour duquel l'ensemble des maillons des filières agro-industriels se sont structurés autour de standards. Ainsi, bien que certaines plantes présentent un intérêt agro-écologique à l'échelle de la rotation ou de l'association, telles que les légumineuses, elles sont peu présentes dans les systèmes de grandes cultures conventionnels ; parce qu'initialement, ayant été défavorisées au profit d'investissements plus importants pour d'autres cultures (tant à l'amont que plus en aval des filières, notamment dans leur usage industriel), les difficultés auxquelles les agriculteurs pouvaient être confrontées dans leur culture (tels que

l'irrégularité des rendements et les problèmes sanitaires) sont perçues comme d'autant plus importantes que des améliorations spectaculaires ont été réalisées pour les autres espèces. Le système agricole conventionnel a progressivement instauré une dichotomie entre les espèces « majeures » et les espèces « mineures » qui souffrent aujourd'hui d'un problème de compétitivité majeure. Parmi ces dernières, les légumineuses qui pourraient occuper une place plus importante de par leur intérêt agro-écologique (gestion de l'azote tout particulièrement, protection des cultures) présentent actuellement une trop faible rentabilité pour l'agriculteur car : d'abord, leur non-évaluation à l'échelle de la rotation fait perdre de vue leur intérêt environnemental, le faible intérêt des filières agro-industrielles pour leur usage ne leur octroie pas une plus forte valeur ajoutée, la faiblesse de leur rendement ne compense pas suffisamment leur faible besoin en engrais. Ainsi, aujourd'hui, comme le rappelle Dequiedt (2012) leur marge brute à l'hectare est 2 à 6 fois moins importante que les cultures majeures. Un des enjeux de la transition agro-écologique est de leur redonner une place plus significative en jouant sur différentes raisons de ce manque de rentabilité. Face au désengagement progressif des politiques publiques de soutien aux prix, il est donc prioritaire de trouver de nouvelles voies de valorisation économique pour ces espèces. Cette valorisation peut provenir de bénéfices de cultures de rente par de nouveaux usages industriels, mais également par une meilleure quantification des services écosystémiques associés. Ces nouvelles valorisations nécessitent d'être accompagnées par un ensemble d'innovations d'ordre technologique, mais également organisationnelles et institutionnelles (Voisin et al. 2012) où la coordination des acteurs reste un facteur clé de réussite, tout particulièrement par un renforcement de la coordination entre acteurs de l'amont et de l'aval, via des instances de gouvernance publique (ministères, Actia, pôles de compétitivité…), et par un renforcement de l'apprentissage de leur conduite dans les systèmes de culture.

A travers le bref panorama que nous avons dressé, nous pouvons constater que des opportunités de marché récentes ont su être saisies par des petits groupes d'acteurs, formant des niches de marché très structurées (ie. coordonnées) pour valoriser des cultures de diversification (ie. espèces mineures). D'autres opportunités peuvent être saisies pour les espèces de diversification et la diffusion de ces niches au régime standard nécessitera un appui des pouvoirs publics, tout particulièrement dans : i) l'investissement en faveur de nouvelles infrastructures de stockage à l'amont, de nouvelles technologies industrielles de transformation plus en aval ; ii) la création d'un cadre institutionnel favorable pour coordonner les acteurs dans le partage de systèmes d'information et de connaissances, la définition des priorités de recherche, de nouvelles innovations, standards de production, normes de commercialisation, normes comptables, outils de diffusion de connaissances, labels de reconnaissance auprès du consommateur, etc.

Pour conclure, comme le rappelle un collègue américain, « this process will doubtless be long and fraught with conflict as it will involve considerable dislocations for many supply chain actors », mais « the sooner it begins, the more likely it will be successful » (Busch, 2011).

G - Références Bibliographiques

G1 - Références bibliographiques Partie A « Céréales »

ABECASSIS J. 2011. La filière blé : entre évolution technologique et sociétale, *Agronomie, Environnement et Société*, 1 (2), 51-57

AGPM. 2012. La monoculture de maïs, une pratique de croissance verte. Synthèse de l'étude « Freins et leviers à la diversification des cultures ». *AGPM-INFO*, 416, 2013 p.

AGRESTE PRIMEUR. 2012a. Recensement agricole 2010, Exploitations de grandes cultures en France métropolitaine. 283, 4 p.

AGRESTE PRIMEUR. 2012b. Engrais minéraux azotés : ajustement des apports. 291, 8 p.

AGRESTE. 2010. Alternance des cultures. *Les Dossiers*, 8, 13-52

AGRESTE. 2012. Indicateur de diversité de l'assolement par commune en 2010. Recensement Agricole 2010. http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/cartes-de-synthese-853/

AGROBIOSCIENCES. 2010. Document annexe et technique, Colloque « Réduction de l'emploi des pesticides », 23-24/11/2010, Paris (France), 65p.

AGROPERSPECTIVES. 2013. Les mélanges variétaux en blé : un levier intéressant pour préserver les résistances génétiques et réduire l'usage des fongicides !

ARVALIS INSTITUT DU VEGETAL. 2012. Produire plus et mieux. 53 solutions concrètes pour réduire l'impact des produits phytosanitaires. Guide pratiques. Editions Centre 2012 et Edition Nord 2012.

BERTRAND M., DORE T. 2008. Comment intégrer la maîtrise de la flore adventice dans le cadre général d'un système de production intégrée ? *Innovations Agronomiques,* 3, 1-13

BUTAULT J.P., DEDRYVER C.A., GARY C., GUICHARD L., JACQUET F., MEYNARD J.M., NICOT P., PITRAT M., REAU R., SAUPHANOR B., SAVINI I, VOLAY T. 2010**.** Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude. Inra Editeur (France). 90 p.

CERF M, OMON B., CHANTRE E., GUILLOT M.N, LE BAIL M., LAMINE C., ORLY P. 2010. Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement ? *Innovations Agronomiques*, 8, 105-119.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DU CENTRE. 2011. Diagnostic Région Centre. Filière Grandes Cultures, 63 p.

CHAN J.P. 2012. Plante partenaire : Associer une légumineuse à un blé ne favorise au mieux que la protéine. *Perspectives Agricoles, 391*, 56-60

COCHET H., DEVIENNE S. 2006. Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures*, 15 (6), 578- 583

CONFEDERATION PAYSANNE, FADEAR. 2010. Colloque « Réduction de l'emploi des pesticides ». Document annexe et technique. 65 p.

DAVID C., VIAUX P., MEYNARD J.M. 2004. Les enjeux de la production de blé tendre biologique en France. *Le Courrier de l'environnement de l'Inra*, 51, 43-53

DE VALLAVIEILLE-POPE C., BELHAJ FRAJ M., MILLE B., MEYNARD J.M. 2008. Les associations de variétés : accroître la biodiversité pour mieux maîtriser les maladies. *Dossier de l'environnement de l'Inra,* 30, 101-109

FNLON (FEDERATION NATIONALE DE LUTTE CONTRE LES ORGANISMES NUISIBLES). 2009. Inventaire des outils de Surveillance Biologique du Territoire. Dossier CASDAR, 257 p.

FRANCEAGRIMER. 2012a. Variétés des céréales à paille. Récolte 2012. Les études de FranceAgriMer, 6 p.

FRANCEAGRIMER. 2012b. Itinéraires techniques du blé tendre dans cinq départements du Grand Bassin Parisien 1995/2010. Les études de FranceAgriMer, 12 p.

GIS GCHP2E. 2010. Restitution du séminaire « Prise en compte du risque par les agriculteurs et les conséquences techniques, économiques et organisationnelles », 23/03/2010, 10 p.
http://www.agroperspectives.fr/post/melanges-varietaux-en-ble-un-levier-interessant

LAMINE C., MEYNARD J.M., BUI S., MESSEAN A. 2010. Réductions d'intrants : des changements techniques, et après ? Effets de verrouillage et voies d'évolution à l'échelle du système agri-alimentaire. *Innovations Agronomiques,* 8, 121-134

LE BOURGEOIS M. 2011. *La France Agricole.*
http://www.lafranceagricole.fr/l-agriculture/productions-vegetales-artFa/cereales-19871.html

LE BUANEC B. 2010. Evolution de la diversité génétique des variétés commercialisées chez différentes espèces de grande culture. *Le Sélectionneur Français*, 61, 7-14

MALAUSA J.C. 1999. Les risques pour l'entomofaune sauvage liés à l'utilisation d'insectes auxiliaires dans la lutte biologique contre les ravageurs des cultures. *Dossiers du Courrier de l'Environnement de l'Inra,* 19, 59-70

MEYNARD J.M., MESSEAN A., CHARLIER A., CHARRIER F., FARES M., LE BAIL M., MAGRINI M.B., SAVINI I. 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, Inra, 52 p.

MIGNOLET C., SCHOTT C., BENOIT M., MEYNARD J.M. 2010. Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. *Innovations Agronomiques,* 22 (2012), 1-16

MISCHLER P., LIEVEN J., DUMOULIN F., MENU P. 2002. Guide pratique : Itinéraires techniques intégrés du blé tendre d'hiver en Picardie. Chambre d'Agriculture de Picardie, 28 p.

RICCI P. 2010. Economiser en pesticides : contrainte ou opportunité ? *Innovations Agronomiques*, 8, 1-13

SCHUBETZER C., BASTIDE G. ET FEIX I. (coord.) 2007. Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturales Sans Labour (TCSL) en France. ADEME, 169 p.

SEBILLOTTE M. 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. **In :** COMBE L., PICARD D. Les systèmes de culture. Inra (Ed), 165-196

TROUILLIER A. 2012. Grandes Cultures : Quels enjeux, Quels outils ? *Chambres d'agriculture*, 1016, 35-38

TUOT T. 2007. Grenelle de l'environnement : Rapport général. Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, secrétariat d'Etat à l'écologie, 39 p.

VERJUX N. 2011. Plan Ecophyto 2018 en grandes cultures : un vrai défi pour la recherche. *Agronomie, Environnement et Société*, 2 (1), 121-123

VIAUX P. 2011. Les systèmes de production aujourd'hui ; comment s'y retrouver ? Académie d'Agriculture de France, Séance du 2 février 2011

G2 - Références bibliographiques Partie B « Oléagineux »

ALLINNE C. 2009. Modélisation écophysiologique et analyse génétique pour la recherche de génotypes de tournesol adaptés aux basses températures causées par des semis précoces. Thèse de Doctorat, INP Toulouse, 166 p.

ATTOUMANI-RONCEUX A., AUBERTOT J.N., GUICHARD L., JOUY L., MISCHLER P., OMON B., PETIT M.S., PLEYBER E., REAU R., SEILER A. 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires-Application aux systèmes de polyculture. MAAPRAT, 116 p.

BEDOUSSAC L., CHAMPCLOU D., TRIBOUILLOIS H., VERICEL G., LANDE N. JUSTES E. 2012. Soybean intercropped with sunflower is an efficient solution to increase global grain production in low input systems. *Legume Perpectives*, 1, 47

BOUCHARD C., VALANTIN-MORISON M., GRANDEAU G. 2011. Itinéraires techniques intégrés du colza d'hiver : comment concilier environnement et économie. *Courrier de l'environnement Inra*, 5-20

BOURRE J.M. 1996. Développement du cerveau et acides gras polyinsaturés. *OCL-Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 3, 173–178

CASADEBAIG P. 2008. Analyse et modélisation dynamique des interactions génotype-environnement-conduite de culture : application au tournesol (*Helianthus annuus L.*).Thèse de Doctorat, INP Toulouse. 195 p.

CASADEBAIG P., GUILIONI L., LECOEUR J., CHRISTOPHE A , CHAMPOLIVIER L., DEBAEKE P. 2010. SUNFLO, a model to simulate genotype-specific performance of sunflower crop in contrasting environments. *Agricultural Forest Meteorology*, 151, 163-178

CETIOM. 2009. Démarche de progrès du biodiesel. CETIOM (Ed), 4p.

CETIOM. 2010. Enquête sur les conduites du tournesol en 2009. CETIOM (Ed), 16 p.

CHATELLIER V., GAIGNE C. 2012. Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations Agronomiques*, 22, 185-203

CORRE HELLOU G., DIBET A., HAUGGAARD NIELSEN H., CROZAT Y., GOODING M., AMBUS P., DAHLMANN C., VON FRAGSTEIN P., PRISTERI A., MONTI M., JENSEN E.S. 2011. Competitive ability of pea barley intercrops against weeds and interactions with crop productivity and soil N acquisition, Field Crops Research, 122, 264-272

CORRE-HELLOU G., FUSTEC J., CROZAT Y. 2006. Interspecific competition for soil N and its interaction with N2 fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant and Soil*, 282, 195-208

CORTES-MORA F., PIVA G., JAMONT M. AND FUSTEC J. 2010. Niche separation and nitrogen transfer in Brassica-Legume intercrops. *Field Vegetable and Crop Research*, 47, 581-586

DEBAEKE P., CASADEBAIG P., HAQUIN B., MESTRIES E., PALLEAU J.P., SALVI F. 2010. Simulation de la réponse variétale du tournesol à l'environnement à l'aide du modèle SUNFLO. *OCL-Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 17 (3), 143-151

DEBAEKE P., CABELGUENNE, M., HILAIRE A., RAFFAILLAC D. 1998. Crop management systems for rainfed and irrigated sunflower (*Helianthus annuus*) in southwestern France. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 131, 171-185

DEBAEKE P., CHAMPOLIVIER L., JOUFFRET P., LECOMTE V., SALVI F., THIBIERGE J., VOGRINCIC C. 2010. A model to simulate sunflower oilseed production on the supplying area of an agricultural cooperative. Proceedings of the 11th ESA Congress, AGRO2010, Montpellier, 873-874

DEBAEKE P., ESTRAGNAT A., REAU R. 2003. Influence of crop management on sunflower stem canker (*Diaporthe helianthi*.). *Agronomie*, 23, 581-592

DEBAEKE P., ESTRAGNAT A. 2009. Crop canopy indicators for the early prediction of phomopsis stem canker (*Diaporthe helianthi*) in sunflower. *Crop Protection*, 28, 792-801

DEYTIEUX V, NEMECEK T, FREIERMUTH KNUCHEL R, GAILLARD G, MUNIER JOLAIN N. 2012. Is Integrated Weed Management efficient for reducing environmental impacts of cropping systems? A case study based on life cycle assessment. *EJA*, 36, 55-65

ELMQVIST T., FOLKE C., NYSTRÖM M., PETERSON G., BENGTSSON J., WALKER B., NORBERG J. 2003. Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1, 488-494

JOUFFRET P., LABALETTE F., THIBIERGE J. 2011. Atouts et besoins en innovations du tournesol pour une agriculture durable, *Innovations Agronomiques*, 14, 1-17

GIANINAZZI S., GOLLOTTE A., BINET M.-N., TUINEN D., REDECKER D., WIPF D. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services, *Mycorrhiza*, 20, 519-530

GURR G.M., WRATTEN S.D., LUNA J.M. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, 4 (2), 107-116

HAUGGAARD-NIELSEN H., JORNSGAARD B., KINANE J., JENSEN E. 2008. Grain-legume-cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renew. *Agr. Food Syst*, 23, 3-12

HINSINGER P., BERNARD L., BRAUMAN A., PLASSARD C., SHEN J., TANG X., ZHANG F.P. 2011. P for two, sharing a scarce resource: soil phosphorus acquisition in the rhizosphere of intercropped species. *Plant Physiology*, 2011, 156 (3), 1078-1086

HUMMEL J.D., DOSDALL L.M., CLAYTON G.W., HARKER N.K., O'DONOVAN J.T. 2010. Responses of the parasitoids of Delia radicum (*Diptera: Anthomyiidae*) to the vegetational diversity of intercrops. *Biological Control*, 55 (3), 151-158

Inra. Ecophyto R&D. 2009. Tome II. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Analyse comparative des différents systèmes en grandes cultures. Inra (Ed), 218 p.

JAMONT M. 2012. Impact de l'association culturale brassicacée-fabacée sur l'exploitation des ressources par les plantes et par le parasitoide Diaretiella rapae. Thèse Ecole Doctorale Sciences du végétal du gène à l'écosystème. Université d'Angers.

JAMONT M., CREPELLIERE S., JALOUX B. 2013. Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid Diaeretiella rapae. Biological Control. DOI. 10.1016/j.biocontrol.2013.01.010

JAMONT M., PIVA G. AND FUSTEC J. 2013. Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant and Soil*, (in press)

JEUFFROY M.H., BARANGER E., CARROUEE B., DE CHEZELLES E., GOSME M., HENAULT C., SCHNEIDER A., CELLIER P. 2012. Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea. *Biogeosciences Discussions*, 9 (7), 9289-9314

KRAUTGARTNER R., HENARD M.C., LIEBERZ S., BOSHNAKOVA M., FLACH B., WILSON J., WIDEBACK A., BETTINI O., GUERRERO M. , BENDZ K. 2011. EU-27 Oilseeds and Products Annual. Modest Rebound in EU-27 Oilseeds Production. Gain Report, E60016. 42 p.

LANDE N., SAUZET G. 2012. Associer son colza à un couvert gélif : une technique à manier avec précaution, *Perspectives Agricoles*, 390, 54-58

LANDE N., JOUFFRET P., TRIBOUILLOIS H., CRISTANTE P., ESTRAGNAT A., LECOMTE V., BEDOUSSAC L., JUSTES E. 2012. Evaluating economic and technical performances of sunflower-soybean intercrop in French farming systems, 18th Sunflower International Conference of ISA, 27/02-01/03/2012, Mar del Plata y Balcarce (Argentine)

LECOMTE V., NOLOT J.M. 2011. Place du tournesol dans le système de culture. *Innovations Agronomiques,* 14, 59-76

MALEZIEUX E., CROZAT Y., DUPRAZ C., LAURANS M., MAKOWSKI D., OZIER-LAFONTAINE H., RAPIDEL B., DE TOURDONNET S., VALANTIN-MORISON M. 2008, Mixing plant species in cropping systems : concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, e-first: DOI: 10.1051/agro2007057

MALEZIEUX E., CROZAT Y., DUPRAZ C., LAURANS M., MAKOWSKI D., OZIER-LAFONTAINE H., RAPIDEL B., DE TOURDONNET S., VALANTIN-MORISON M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development,* 29, 43-62

MASSIERA F., BARBRY P., GUESNET P., JOLY A., LUQUET S., MOREILHON-BREST C., MOHSEN-KANSON T., AMRI E.Z., AILHAUD G. 2010. A Western-like fat diet is sufficient to induce a gradual enhancement in fat mass over generations. *J. Lipid Res*., 51, 2352-2361

MEDIENE S., VALANTIN-MORISON M., SARTHOU J-P, STEPHANE DE TOURDONNET S., GOSME M., MICHEL BERTRAND, ROGER-ESTRADE J. AUBERTOT J-N, RUSCH A., MOTISI N., PELOSI C., DORE T. 2011. Agroecosystem management and biotic interactions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. DOI 10.1007/s13593-011-0009-1

MESTRIES E., SEASSAU C., DEBAEKE P., DECHAMP-GUILLAUME G. 2010. Phoma du tournesol et dessèchement précoce : un lien maintenant bien établi. *Perspectives Agricoles*, 372, 62-65

MEYNARD *ET AL.* 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Expertise Inra.

MEYNARD J.M., DORÉ T., LUCAS P. 2003. Agronomic approach: cropping systems and plant diseases, Comptes Rendus Biologies, 326, 37-46

NOLOT J.M., DEBAEKE P. 2003. Principes et outils de conception, conduite et évaluation de systèmes de culture. *Cahiers Agricultures*, 12, 387-400

PELZER E., BAZOT M., MAKOWSKI D., CORRE-HELLOU G., NAUDIN C., AL RIFAÏ M., BARANGER E., BEDOUSSAC L., BIARNES V., BOUCHENY P. CARROUEE B., DORVILLEZ D., FOISSY D., GAILLARD B., GUICHARD L., MANSARD M.C., OMON B., PRIEUR L., YVERGNIAUX M., JUSTES E., JEUFFROY M.H. 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 40, 39-53

SCHMIDT A. GUICHARD L., REAU R. 2010. Le colza dépendant des pesticides en non labour et rotations courtes. *Agreste*, Aout, 2010

SCHNEIDER A., FLÉNET F., DUMANS P., BONNIN E., DE CHEZELLES E., JEUFFROY M.H., HAYER F., NEMECEK T., CARROUÉE B. 2010. Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza – Données récentes d'expérimentations et d'études. *OCL*, 17, 5

SCHOTT C., MIGNOLET C., MEYNARD J.M. 2010. Les oléoprotéagineux dans les systèmes de culture : évolution des assolements et des successions culturales depuis les années 1970 dans le bassin de la Seine. *OCL*, 17, 1-16

SEASSAU C., DECHAMP-GUILLAUME G., MESTRIES E., DEBAEKE P. 2010. Nitrogen and water management can limit sunflower premature ripening of sunflower induced by Phoma macdonaldii. *Field Crops Research*, 115, 99-106

SEBILLOTTE M. 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cahier de l'ORSTOM, série. Biol., II" 24. 1974 : 3-G

SEBILLOTTE M. 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. **In :** COMBE L., PICARD D. (éditeurs). Les systèmes de culture. Inra (Ed), 165-196

SOURCE CETIOM : http://www.cetiom.fr

SOURCE PROLEA : http://www.prolea.com

THEUNISSEN J., CBOOIJ C.J.H., LOTZ L.A.P. 1995. « Effects of Intercropping White Cabbage with Clovers on Pest Infestation and Yield ». Entomologia Experimentalis et Applicata 74 (1), 7-16

TRENBATH B.R. 1993. Intercropping for the management of pests and diseases. *Field Crops Research*, 34 (3 4), 381-405.

VALANTIN-MORISON M., BUTIER A., BERDER J. 2011. Mixing Winter OilSeed Rape (WOSR) and legume to smoother weeds, disturb insects and reduce nitrogen use in spring : possible or not? 13th International Rapeseed Congress, 05-09/06/2009, Prague (République Tchèque).

VALANTIN-MORISON M., MEYNARD J.M. 2012. A conceptual model to design prototypes of crop management : a way to improve organic Winter Oilseed Rape performance in a survey in farmers' fields. **In** : Crop Management, ed In TECH, ISBN 978-953-307-646-1.

VALANTIN-MORISON M. 2012. Comment favoriser la régulation biologique des insectes de l'échelle de la parcelle à celle du paysage agricole pour aboutir à des stratégies de protection intégrée sur le colza d'hiver ? *OCL*, mai 2012

VALANTIN-MORISON M., MEYNARD J.M. 2008. Yield variability of Organic Winter Oil Seed Rape (WOSR) **In :** France: a diagnosis on a network of farmers fields, *Agronomy for Sustainable Development*, 28
VALANTIN-MORISON M., PINOCHET X. 2010. Concevoir des itinéraires techniques intégrés pour le colza d'hiver : les acquis et les défis de demain. *Innovations Agronomiques*, 8, 35-55

VEAR F., MULLER M.H. 2011. Progrès variétal chez le tournesol : l'apport des ressources génétiques au sein du genre Helianthus. *Innovations Agronomiques*, 14, 139-150

G3 - Références bibliographiques Partie C « Protéagineux »

AGENCE BIO. 2011. Statistiques. http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2012_Chap4_1_Prod.pdf

AEP. 2006. Grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts. AEP workshop. Association Européenne de Recherche sur les Protéagineux, 18–19/11/2004, Zurich (Suisse), 226 p.

A.N.D. pour ONIOL et partenaires. 2000. Etude sur le marché des légumes secs, Rapport final, 67 p.

BAUMGARTNER D. *ET AL.* 2008. Grain legumes, environment-friendly animal feed? *Grain Legumes,* 50, 17-20.

BAUMGARTNER D.U., DE BAAN L., NEMECEK T., PRESSENDA F., CREPON K. 2008. Life cycle assessment of feeding livestock with European grain Legumes. Proc. of the 6th Int. Conf. on LCA in the Agri-Food Sector, 12-14/11/2008, Zurich (Suisse), 352-359

BEDOUSSAC L., JUSTES E. 2011.The efficiency of a durum wheat-winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth. *Plant and Soil*, 330, 19-35

BJN. 2012. The nutritional value and health benefits of pulses for obesity, diabetes, heart disease and cancer. *British J. of Nutrition*, 108, sup 1, 165 p.

BOURION V., LAGUERRE G., DEPRET G., VOISIN A.S., SALON C., DUC G. 2007. Genetic variability of nodulation and root growth influences nitrogen fixation and accumulation in pea. *Annals of Botany*, 100, 589-598

BOURION V., RIZVI S.M.H., FOURNIER S., DE LARAMBERGUE H., GALMICHE F., MARGET P., DUC G., BURSTIN J. 2010. Genetic dissection of nitrogen nutrition in pea through a QTL approach of root, nodule, and shoot variability. *Theoretical and Applied Genetics,* 121, 71-86

CARROUÉE B., SCHNEIDER A., FLÉNET F., JEUFFROY M.H., NEMECEK T. 2012. Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales. *Innovations Agronomiques*, 25, 125-142

CASDAR-7175 Collectif. 2011. Rapport du programme « Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza et blé », 129 p.

CGDD. 2009. Commissariat Général au Développement Durable. La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ? n°15, 43 p. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/E_D15.pdf

COLBACH N., DUBY C., CAVELIER A., MEYNARD J.M. 1997. Influence of cropping systems on foot and root diseases of winter wheat. Fitting of a statistical model. *European Journal of Agronomy*, 6, 61-77

COLBACH N., GARDARIN A., GRANGER S., GUILLEMIN J.P., MUNIER-JOLAIN N. 2008. La modélisation au service de l'évaluation et de la conception des systèmes de culture intégrés. *Innovations Agronomiques*, 3, 61-73

COLBACH N., SCHNEIDER A., BALLOT R., VIVIER C. 2010. Diversifying cereal-based rotations to improve weed control. Evaluation with the ALOMYSYS model quantifying the effect of cropping systems on a grass weed. *OCL*, 17, 292-300

DUC G., MIGNOLET C., CARROUEE B., HUYGHE C. 2010. Importance économique passée et présente des légumineuses : rôle historique dans les assolements et les facteurs d'évolution. *Innovations Agronomiques*, 11, 1-24

DUC G., JEUFFROY M.H., TIVOLI B. 2011. Les légumineuses protéagineuses pour améliorer les bilans environnementaux en grandes cultures : principaux travaux de l'Inra qui ont accompagné la naissance de la filière et les perspectives. *Innovations Agronomiques*, 12, 157-180

EUROCROP EXPERTISE COLLECTIVE. 2008. Grain legumes chain-Synthesis report by the GL working group of Eurocrop (FP6-2004-SSP4-022757)-Version 2.
http://www.eurocrop.cetiom.fr/fileadmin/eurocrop/eurocrop_final_report_v2.pdf

EUROPEAN COMMISSION 3RD SCAR PROSPECTIVE. 2011. Sustainable food consumption and production in a resource-constrained world. 149 p.

GIRARDIN P., BOCKSTALLER C., VAN DER WERF H. 2000. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO ECO method. *Environment Impact Assessment Review,* 20, 227-239

GIS GC HP2E. http://www.gchp2e.fr/gchp2e/le_gis_gc_hp2e

GROUPE FILIERE PROTEAGINEUX Inra. 2012. http://www6.inra.fr/groupes-filieres/Expertises-multifilieres/Innovations-environnementales/Proteagineux

GUEGUEN J., DUC G. (coordinateurs)**, BOUTIN J.P., DRONNE Y., MUNIER-JOLAIN N., SEVE B., TIVOLI B.** 2008. La filière protéagineuse. Quels défis ? Editions Quae, 147 p.

HANOCQ E., JEUFFROY M.H., LEJEUNE-HENAUT I., MUNIER-JOLAIN N. 2009. Construire des idéotypes pour des systèmes de culture variés en pois d'hiver. *Innovations Agronomiques*, 7, 14-28

HUYGHE C., DURU M., PEYRAUD J.L., LHERM M., GENSOLLEN V., BOURNOVILLE R., COUTEAUDIER Y. 2005. Prairies et cultures fourragères: au carrefour des logiques de production et des enjeux environnementaux. Inra (Ed.), 209 p.

Inra, CIRAD. 2009. Agrimonde. Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable. http://www5.paris.inra.fr/depe/Projets/Agrimonde

JEUFFROY M.H., BARANGER E., CARROUEE B., DE CHEZELLES E., GOSME M., HENAULT C., SCHNEIDER A., CELLIER P. 2013. Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea. *Biogeosciences Discussion,* 10, 1787-1797

JUSTES E., THIEBAUD P., CATTIN G., LARBRE D., NICOLARDOT B. 2001. Libération d'azote après retournement de luzerne. Un effet sur deux campagnes. *Perspectives Agricoles*, 264, 22-28

JUSTES E., BEAUDOIN N., BERTUZZI P., CHARLES R., CONSTANTIN J., DÜRR C., HERMON C., JOANNON A., LE BAS C., MARY B., MIGNOLET C., MONTFORT F., RUIZ L., SARTHOU J.P., SOUCHERE V., TOURNEBIZE J., SAVINI I., RECHAUCHERE O. 2012. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires. Conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Etude Inra, 418 p.

LAGUERRE G., DEPRET G., BOURION V., DUC G. 2007. Rhizobium leguminosarum bv. viciae genotypes interact with pea plants in developmental responses of nodules, roots and shoots. *New Phytol.,* 176, 680-690

LECOMTE C., *ET AL.* 2013. Caractérisation et optimisation du réseau d'inscription des variétés de pois d'hiver en 2007, 2008 et *2009*. *Innovations Agronomiques*, 27, 71-88

LE MAY C., NEY B., LEMARCHAND E., SCHOENY A., TIVOLI B. 2009. Effect of pea plant architecture on the spatio-temporal epidemic development of ascochyta blight (*Mycosphaerella pinodes*) in the field. *Plant Pathology*, 58, 332-343

MAAP, CENTRE D'ETUDES ET DE PROSPECTIVES. 2009. Agricultures Energies 2030. 9 p. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/AE2030_Fiche-variable_Gestion_de_l_azote.pdf

MALEZIEUX E., CROZAT Y., DUPRAZ C., LAURANS M., MAKOWSKI D., OZIER-LAFONTAINE H., RAPIDEL B., DE TOURDONNET S., VALANTIN-MORISON M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development,* 29, 43-62

MEYNARD J.M. 2012. La reconception est en marche ! *Innovations agronomiques,* 20, 143-153

MEYNARD J.M., MESSÉAN A., CHARLIER A., CHARRIER F., FARES M., LE BAIL M., MAGRINI M.B., SAVINI I. 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, Inra, 52 p.

MOUSSART A., EVEN M.N., TIVOLI B. 2008. Reaction of genotypes from several species of grain and forage legumes to infection with a French pea isolate of the oomycete Aphanomyces euteiches. *Eur J Plant pathol*, 122, 321-333

MOUSSART A. WICKER E., LE DELLIOU B., ABÉLARD JM., ESNAULT R., LEMARCHAND E., ROUAULT F., LE GUENNOU F., PILET-MAYEL ML., BARANGER A., ROUXEL F., TIVOLI B. 2009. Spatial distribution of *Aphanomyces euteiches* inoculum in a naturally infested pea field. *European Journal of Plant Pathology*, 123, 153-158

MUNIER-JOLAIN N., DEYTIEUX V., GUILLEMIN J.P., GRANGER S., GABA S. 2008. Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures. *Innovations Agronomiques,* 3, 75-88

NIL A. 2012. Etude de faisabilité d'un projet d'organisation interprofessionnelle pour la filière luzerne. Rapport CGAAER, n° 11, 173

PELZER E., BAZOT M., MAKOWSKI D., CORRE-HELLOU G., NAUDIN C., AL RIFAÏ M., BARANGER E., BEDOUSSAC L., BIARNES V., BOUCHENY P., CARROUEE B., DORVILLEZ D., FOISSY D., GAILLARD B., GUICHARD L., MANSARD M.C., OMON B., PRIEUR L., YVERGNIAUX M., JUSTES E., JEUFFROY M.H. 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *Eur. J. Agr.*, 40, 39-53

PILET-NAYEL M.L., MUEHLBAUER F.J., MCGEE R.J., KRAFT J.M., BARANGER A., COYNE C.J. 2005. Consistent QTLs in pea for partial resistance to Aphanomyces euteiches isolates from United States and France. *Phytopathology*, 95, 1287-1293

PIVATO B., MAZURIER S., LEMANCEAU P. SIBLOT S., BERTA G., MOUGEL C., VAN TUINEN D. 2007. Medicago species affect the community composition of arbuscular mycorrhizal fungi associated with roots. *New Phytol.*, 176, 197-210

PEOPLES M., BROCKWELL J., HERRIDGE D., ROCHESTER I., ALVES B., URQUIAGA S., BODDEY R., DAKORA F., BHATTARAI S., MASKEY S., SAMPET C., RERKASEM B., KHAN D., HAUGGAARD-NIELSEN H., JENSEN E. 2009. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*, 48, 1-17

PRIOUL S., FRANKEWITZ A., DENIOT G., MORIN G., BARANGER A. 2004. Mapping of Quantitative Trait Loci for partial resistance to Mycosphaerella pinodes in pea (*Pisum sativum L.*) at the seedling and adult plant stages. *Theoretical and Applied Genetics*, 108, 1322-1334

PRESSENDA F. *ET AL.* 2008. Peas in the feed industry and the ways to increase their use. *Grain Legumes*, 50, 15-17

REAU R., FORTINO G., BINTEIN Y., BOISSET K., CONTEAU C., COULON T., DEHLINGER F., FALOYA V., PETIT M.S., PLENET D., LUSSON J.M., VERJUX N., VESCHAMBRE D., CELLIER V., BOLL R., CHANET J.P., BOULET A., CERF M., JEANNEQUIN B., WEISSENBERGER A. 2010. Conception d'un réseau d'acquisition de références et d'un réseau d'information. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Inra (Ed.), Tome IX, 100 p.

RMT-SDCI. http://www.systemesdecultureinnovants.org/moodle/course/category.php?id=2

SCHNEIDER A. *ET AL.* 2007. The dynamics controlling the grain legume sector in the EU - analysis of past trends helps to focus on future challenges. *Grain Legumes*, 50, 25-27

SCHNEIDER A., FLENET F., DUMANS P., BONNIN E., DE CHEZELLES E., JEUFFROY M.H., HAYER F., NEMECEK T., CARROUEE B. 2010. Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza –Données récentes d'expérimentations et d'études. *OCL,* 17, 292-300

SCHOENY A., MENAT J., DARSONVAL A., ROUAULT F., JUMEL S., TIVOLI B. 2008. Effect of pea canopy architecture on splash dispersal of Mycosphaerella pinodes conidia. *Plant Pathology*, 57, 1073-1085

SCHOENY A., JUMEL S., ROUAULT F., LEMARCHAND E., TIVOLI B. 2010. Effect and underlying mechanisms of pea-cereal intercropping on the epidemic development of ascochyta blight. European *Journal of Plant Pathol*., 126, 317-331

TASEI J.N. 1984. Légumineuses fourragères et protéagineuses. **In** : P. PESSON ET J. LOUVEAUX (Ed). Pollinisation et productions végétales. Inra (France), 261-308

THIEBEAU P., BADENHAUSSER I., MEISS H., BRETAGNOLLE V., CARRERE P., CHAGUE J., DECOURTYE A., MALEPLATE T., MEDIENE S., LECOMPTE P., PLANTUREUX S., VERTES F. 2010. Contribution des légumineuses à la biodiversité des paysages ruraux. *Innovations Agronomiques,* 11, 187-204

TIVOLI B., BARANGER A., AVILA CM., BANNIZA S., BARBETTI M., CHEN W., DAVIDSON D., LINDECK K., KHARRAT M., RUBIALES D., SADIKI M., SILLERO JC., SWEETINGHAM M., MUEHLBAUER FJ. 2006. Screening techniques and sources of resistance to foliar diseases caused by major necrotrophic fungi in grain legumes. *Euphytica*, 147, 223-253

THOMAS A., SCHNEIDER A., PILORGE E. 2013. Politiques et place du colza et du pois dans les assolements, conséquences sur les pratiques agronomiques. *AE&S « Politique agricole européenne : lectures et propositions agronomiques »*. 3 (2), 7

UE-GLPRO. 2006. *Grain legume*, 45, 13-22

SCHNEIDER A. *ET AL.* 2007. The dynamics controlling the grain legume sector in the EU - analysis of past trends helps to focus on future challenges. *Grain Legumes*, 50, 25-27

UNIP. http://www.unip.fr/pois/choix-de-la-parcelle.html

VALANTIN-MORISON M., GUICHARD L., JEUFFROY M.H. 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations Agronomiques*, 3, 27-41

VOISIN A.S., SALON C., MUNIER-JOLAIN N.G., NEY B. 2002. Effect of mineral nitrogen on nitrogen nutrition and biomass partitioning between the shoot and roots of pea (*Pisum sativum L.*). *Plant and Soil,* 242, 251-262

G4 - Références bibliographiques Partie D « Betterave »

HAVLIK P., SCHNEIDER U.A., SCHMID E., BOETTCHER H., FRITZ S., SKALSKY R., AOKI K., DE CARA S., KINDERMANN G., KRAXNER F., LEDUC S., MCCALLUM I., MOSNIER A., SAUER T., OBERSTEINER M. 2011. Global land-use implications of first and second generation biofuel targets. *Energy Policy,* 39, 5690-5702

ORLOVSKII N.I. 1957. Monogerm sugar beet. *Field Crop Abstr.,* 10, 221-224

PAVLI O.I., STEVANATO P., BIANCARDI E., SKARACIS G.N. 2011. Achievements and prospects in breeding for rhizomania resistance in sugar beet. *Field Crops Research,* 122, 165-172

SAVITSKY V.F. 1952. Methods and results of breeding work with monogerm beets. *Proc. Amer. Soc. of Sugar Beet Technologists.* [Vol & No inconnus], 344-350

G5 - Références bibliographiques Partie E « Repenser les systèmes de production de grandes cultures, clé pour la durabilité »

AGRESTE. 2010. Grandes cultures. *Les dossiers*, 8, 13-52

BEDOUSSAC L., JUSTES E. 2009. The efficiency of a durum wheat –winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth. *Plant Soil*, 330, 19-35

BOGARD M., ALLARD V., BRANCOURT-HULMEL M., HEUMEZ E., MACHET J.M., JEUFFROY M.H., GATE P., MARTRE P., LE GOUIS J. 2010. Deviation from the grain protein concentration – grain yield negative relationship is highly correlated to post-anthesis N uptake in winter wheat. *Journal of Experimental Botany*, 61, 4303-4312

CARROUÉE B., SCHNEIDER A., FLÉNET F., JEUFFROY M.H., NEMECEK T. 2012. Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales. *Innovations Agronomiques*, 25, 125-142

CERF M., OMON B., CHANTRE E., GUILLOT M.N., LE BAIL M., LAMINE C., ORLY P. 2010. Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement ? *Innovations Agronomiques*, 8, 105–119

CGDD. 2009. Commissariat Général au Développement Durable. La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ? 15, 43 p.
http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/E_D15.pdf

CHAMBRE REGIONALE D'AGRICULTURE CENTRE. 2009. Pratiques n°2. Cultures intermédiaires. **In** : IBIS. Espaces de biodiversité. 9-16
http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/env_fic/biodiversite/brochure_pratique_ibis.pdf

CHAMBRES D'AGRICULTURE DE POITOU-CHARENTES ET DE VENDEE. 2012. Cultiver du colza avec des plantes de service. Bilan de trois années de référence. Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes (France). 24 p.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE COTE-D'OR. 2010. Association colza-légumineuses. *Thème Vert*, Juillet 2010
http://www.cote-dor.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca21/D02_La_Chambre_d_Agriculture/D02d_Publications/Feuille_Verte/165-2010-09FeuilleVerte.pdf

DONALD. 1968. The breeding of crop ideotype. *Euphytica,* 17, 385-403

DE VALLAVIEILLE-POPE C. 2004. Management of disease resistance diversity of cultivars of a species in single fields: controlling epidemics. *Comptes rendus biologies,* 327, 611-620

FERRON P., DEGUINE J.P. 2005. Crop protection, biological control, habitat management and integrated farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development,* 25, 17-24

HAYER F., BONNIN E., CARROUÉE B., GAILLARD G., NEMECEK T., SCHNEIDER A., VIVIER C. 2012. Designing sustainable crop rotations using life cycle. Assessment of crop sequences*. LCA Food*

HAUGGAARD-NIELSEN H., AMBUS P., JENSEN E.S. 2001. Reintroducing grain legume-cereal intercropping for increased protein production in European cropping systems. 4th European conference on grain legumes. Varsovie (Pologne), Ed. AEP, 52-53

HECKENBENNER B., PONT BRIAND S. 2011. CIPAN, quand l'outil règlementaire devient un atout agronomique et faunistique. *Faune Sauvage*, 291, 19 p.

HELLOU G. 2013. Concilier productivité et services écologiques par des associations céréale-légumineuse multiservices en agricultures biologique et conventionnelle. Journée de restitution Projet Casdar 8058, 24/01/2013, Paris (France).
http://www.groupe-esa.com/medias/fichier/casdar8058-exposespdf-240113_1360167190346-pdf

HOSSARD L., LANNOU C., PAPAIX J., MONOD H., LO-PEZLER E., SOUCHERE V., JEUFFROY M.H. 2010. Quel déploiement spatio-temporel des variétés et des itinéraires techniques pour accroître la durabilité des résistances variétales ? *Innovations Agronomiques,* 8, 15-33

JEUFFROY M.H., BARANGER E., CARROUEE B., DE CHEZELLES E., GOSME M., HENAULT C., SCHNEIDER A., CELLIER P. 2012. Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea, *Biogeosciences Discussion*, 9, 9289-9314

JUSTES E., BEAUDOIN N., BERTUZZI P., CHARLES R., CONSTANTIN J., DÜRR C., HERMON C., JOANNON A., LE BAS C., MARY B., MIGNOLET C., MONTFORT F., RUIZ L., SARTHOU J.P., SOUCHERE V., TOURNEBIZE J., SAVINI I., RECHAUCHERE O. 2012. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Synthèse du rapport d'étude, Inra (France), 60 p.

MILLE B., FRAJ M., MONOD H., DE VALLAVIEILLE-POPE C. 2006. Assessing four-way mixtures of winter wheat cultivars from the performances of their two-way and individual components. *European Journal of Plant Pathology*, 114, 163–73

MULUMBA J.W., NANKYA R., ADOKORACH J., KIWUKA C., FADDA C., DE SANTIS P., JARVIS D.I. 2012. A risk-minimizing for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agriculture ecosystem of Uganda*. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 157, 70-86

NAUDIN C., CORRE-HELLOU G., PINEAU S., JEUFFROY M.H. 2010. The effect of various dynamics of N availability on winter pea-wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N_2 fixation. *Field Crops Research,* 119, 2-11

OURY F.X., GODIN C. 2007. Yield and protein concentration in bread wheat: how to use the negative relationship between the two characters to identify favourable genotypes. E*uphytica*, 157, 45–57

PAILLARD *ET AL.* 2009. Agrimonde, Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable. Note de Synthèse. Inra-Cirad (France), 34 p.

PALLEAU J.P. 2012. Conduire un colza avec un couvert associé. *Oléotech,* 2, 12 p.

PETIT M.S., CHALLAN-BELVAL C., BLOSSEVILLE N., BLANCARD S., CASTEL T., LECOMTE C., DUC G. 2012. Un exemple de gestion de systèmes de polyculture élevage à l'échelle de territoires : le cas des protéagineux et de l'élevage de monogastriques en Bourgogne. *Innovations Agronomiques*, 22, 135-157

RUSCH A. 2010. *Analyse des déterminants des attaques de Meligethes aeneus Fabr. (Coleoptera, Nitidulidae) et de sa régulation biologique à l'échelle d'un paysage agricole : Contribution à l'amélioration de la protection intégrée du colza*. Thèse de doctorat d'AgroParistech, 184 p.

SMITHSON J.B., LENNE J.M. 1996. Varietal mixtures: a viable strategy for sustainable productivity in subsistence agriculture. *Annals of Applied Biology,* 128, 127-158

THAREAU B., CONGY E., BOLO P. 2008. L'appropriation de l'obligation de couverture hivernale des sols par les agriculteurs. *Courrier de l'environnement de l'Inra*, 56, 105-118

TOOKER J.F., FRANK S.D. 2012. Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology* [Internet] [cited 2012 Sep 24]; Available from: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2012.02173.x/full

VALANTIN-MORISON M., PINOCHET X. 2010. Concevoir des itinéraires techniques intégrés pour le colza d'hiver : les acquis d'aujourd'hui et les défis de demain. *Innovations Agronomiques,* 8, 35-55

VERJUX N. 2011. Plan Ecophyto 2018 en grandes cultures : un vrai défi pour la recherche. *Agronomie, Environnement et Société*, 2, 121-123

WOLFE M.S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 23, 251–73

G6 - Références bibliographiques Partie F « Diversifier les systèmes de grandes cultures pour plus de durabilité : leviers à l'échelle des filières »

AGRESTE SYNTHESES. 2010. Le colza est très dépendant des pesticides dans les rotations courtes sans labour, n° 2010/121

ALTIERI M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 19–31

ARTHUR W. 1994. Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. University of Michigan Press.

ATTOUMANI-RONCEUX A., AUBERTOT J.N., GUICHARD L., JOUY L., MISCHLER P., OMON B., PETIT M.S., PLEYBER E., REAU R., SEILER A. 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture. Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, RMT Systèmes de culture innovants. 116 p.

AUBERTOT J. N., BARBIER J. M., CARPENTIER A., GRIL J. J., GUICHJARD L., LUCAS P., SAVARY S., VOLTZ M. 2005. Pesticides, agriculteur et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective. Inra et Cemagref (France). 64p.

AURICOSTE C. COLOMBO E., GAILLETON J. J., MORONVAL J. R., PERVANCHON F., ROBERT F., ROUSVAL S. 2012. Former pour concevoir, évaluer et mettre en œuvre des systèmes de culture innovants : état des lieux, principaux acquis et perspectives. *Innovations Agronomiques,* 20, 123-141

BOUSSEAU D. 2009. Associations céréales-légumineuses et mélanges de variétés de blé tendre : point de vue agronomique et pratique d'une coopérative. *Innovations Agronomiques*, 7, 129-137

BUSCH L. 2011. « Food standards: the cacophony of governance », *J. Exp. Bot.,* 62 (10), 3247-3250

BUTAULT J.P., DEDRYVER C.A., GARY C., GUICHARD L., JACQUET F., MEYNARD J-M., NICOT P., PITRAT M., REAU R., SAUPHANOR B., SAVINI I, VOLAY T. 2010 Ecophyto R&D, Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides. Synthèse du rapport d'étude. Inra (France) 92 p.

CHEVASSUS-AU-LOUIS B., SALLES J. M., PUJOL J. 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Rapports et Documents, avril 2009. Conseil d'analyse stratégique. 378 p.

COWAN R. 1990. Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in, *The Journal of Economic History*, 50, 541-67

CAVAILLES E. 2009. La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ? CGDD, MEEDDM (Paris), *Etudes & Document*, 15, 42 p.

CHANTRE E. 2011. Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en Grandes Cultures: Cas de la Champagne Berrichonne de l'Indre dans les années 1985-2010. Thèse de doctorat, spécialité Agronomie, AgroParisTech. 397 p.

COASE R. 2005. L'entreprise, le marché et le droit, Editions Organisations, 245 p.

COMPAGNONE C., AURICOSTE C., LEMERY B. 2009, Conseil et développement en agriculture: Quelles nouvelles pratiques ? Educagri. Editions Quae (Paris), 200 p.

COWAN R., GUNBY P. 1996. Sprayed to Death: Path Dependence, Lock-in and Pest Control Strategies, *The Economic Journal,* 106, 521-42

CRAHEIX D., ANGEVIN F., BERGEZ J.E., BOCKSTALLER C., COLOMB B., GUICHARD L., REAU R., DORE T. 2012. MASC 2.0, un outil d'évaluation multicritère pour estimer la contribution des systèmes de culture au développement durable. *Innovations Agronomiques*, 20, 35-48

DEBAEKE P., PETIT M.S., BERTRAND M., MISCHLER P., MUNIER-JOLAIN N., NOLOT J.M., REAU R., VERJUX N. 2008. Evaluation des systèmes de culture en stations et en exploitations agricoles : où en sont les méthodes ? **In**: REAU R., DORE T. (Ed) Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Editions Educagri, 149-169

DEPRES C., GROLLEAU G., MZOUGHI N. 2008. Contracting for Environmental Property Rights : The Case of Vittel. *Economica*, 75 (299), 412-434

DEQUIEDT B. 2012. Réduire les émissions de l'agriculture : l'option des légumineuses. Université Paris-Dauphine. *Les Cahiers de la Chaire Economie du Climat,* 19, 34p.

DUBOIS S. 2002. Le management de l'évolution du système d'information. Apports de l'urbanisme et des cartographies pour piloter l'évolution d'un système d'information. Thèse professionnelle, Mastère spécialisé « Management des systèmes d'information et des Technologies », HEC-Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 78p.

DEYTIEUX V., VIVIER C., MINETTE S., NOLOT J.M., PIAUD S., SCHAUB A., LANDE N., PETIT M.S., REAU R., FOURRIE L., FONTAINE L. 2012. Expérimentation de systèmes de culture innovants : avancées méthodologiques et mise en réseau opérationnelle. *Innovations agronomiques*, 20, 49-78

DOSI G., NELSON R. 2010. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. **In** : HALL B., ROSENBERG N. (editeurs). Handbook of the economics of innovation. Elsevier (Ed.)

ESNOUF C., RUSSEL M., BRICAS N. (coords). 2011. Pour une alimentation durable. Réflexion stratégique duALIne. Editions Quae, 288 p.

FARES M., MAGRINI M.B., TRIBOULET P. 2012. « Transition agro-écologique, innovation et effets de verrouillage: le rôle de la structure organisationnelle des filières. ». *Cahier d'Agricultures*, 21 (1), 34-45

FUZEAU V., DUBOIS G., THEROND O., ALLAIRE G. 2012. Diversification des cultures dans l'agriculture française, état des lieux et dispositifs d'accompagnement, Etude du Commissariat Général au Développement Durable. *Etudes & Documents,* 67

GACHIE VINSON I. 2013. Etude sur la mutualisation de l'information, GIS Relance Agronomique, Rapport final, 75 p.

GEELS F. 2011. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1 (1), 24-40

GÉHIN B., GUEGUEN J., BASSOT P., SEGER A. 2010. Répondre aux besoins spécifiques de qualité pour augmenter l'utilisation des légumineuses en transformation industrielle. *Innovations Agronomiques*, 11, 115-127

GIAMPIETRO M. 2004. Multi Scale Integrated Analysis of Agroecosystems. CRC press.

GROLLEAU G., MCCANN L. 2012. Forthcoming, Designing Watershed Programs to Pay Farmers for Water Quality Services : Case Studies of Munich and New York City, *Ecological Economics*

GUEGUEN J., ANTON M., MAGRINI M.B., MICARD V. 2013. Accroître l'acceptabilité des protéines végétales par le consommateur : un besoin d'innovation » **In :** Quelles protéines pour une alimentation saine et durable ? Rencontres de l'Inra au Salon de l'Agriculture.

GUEGUEN J., DUC G., BOUTIN J.P., DRONNE Y., MUNIER-JOLAIN N., SEVE B., TIVOLI B. 2008. La filière protéagineuse, quels defis ? Editions Quae, 160 p.

GUILLOT M.N., CERF M., PETIT M.S., OLRY P., OMON B. A paraître. Développer la capacité des conseillers à agir face à la diversité des situations de conseil en grande culture, *Economie rurale.*

HALL B.H., ROSENBERG N. (éditeurs). 2010. Handbook of The Economics of Innovation. Elsevier (Ed.), 1256 p.

HATCHUEL A., LE MASSON P., WEIL B. 2009. Design Theory and Collective Creativity: a Theoretical Framework to Evaluate KCP Process, International Conference on Engineering Design, ICED'09, 24-27/08/2009, Stanford (Etats-Unis)

HILL S.B., MACRAE R.J. 1996. Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 7 (1), 81-87

INVIVO. 2011. Méthodologie spécifique aux projets de réduction des émissions de N_2O dues à la dénitrification des sols agricoles par l'insertion de légumineuses dans les rotations agricoles. http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/110614_M%C3%A9thodologie%20l%C3%A9gumineuses_VF.pdf

KEMP R., SCHOT J., HOOGMA R. 1998. Regime Shifts to Sustainability Through Processes of Niche Formation : The Approach of Strategic Niche Management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10 (2), 175-195

LABARTHE P. 2010. Services immatériels et verrouillage technologique. Le cas du conseil technique aux agriculteurs. *Economies et Sociétés,* 44 (2), 173-96

LAMINE C., BELLON S. 2009. Transitions vers l'agriculture biologique : Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants. Editions Quae, 316 p.

LAMINE C., MEYNARD J.M., PERROT N., BELLON S. 2009. Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques: les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée. *Innovations agronomiques*, 4, 483-493

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. Global Assessment Report. Washington, DC, Island Press.

MUNDLER P., LABARTHE P., LAURENT C. 2006, Les disparités d'accès au conseil. Le cas de la région Rhône-Alpes. *Economie rurale*, 291, 26-41

LAPIERRE O., PRESSENDA F. 2002 Adaptation of high protein raw material supply strategies for European livestock feeding. *OCL-Oleagineux Corps Gras Lipides*, 9 (2-3), 86-91

LAPIERRE O. 2004. Culture et élevage: quelles relations, quelles synergies? *OCL - Oleagineux, Corps Gras, Lipides*, 11 (4/5), 261-267

LAPIERRE O. 2005. Système des acteurs et stratégie de formulation. *OCL - Oleagineux, Corps Gras, Lipides,* 12 (3), 217-223

LAURENT C., CERF M., LABARTHE P. 2006. Agricultural extension services and market regulation: learning from a comparison of six EU countries. *European Journal of Agricultural education and extension*, 12 (1), 5-16

MAGRINI M.B., TRIBOULET P., BEDOUSSAC L. 2013. Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. Une étude ex-ante sur l'acceptabilité de cultures associées blé dur-légumineuses, *Economie Rurale*, à paraître décembre.

MEYNARD J.M., MESSEAN A., CHARLIER A., CHARRIER F., FARES M., LE BAIL M., MAGRINI M.B., SAVINI I. 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, Inra, 52 p.

MEYNARD J.M. 2012. La reconception est en marche ! *Innovations agronomiques*, 20, 143-153

MEYNARD J.M. 2010. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Tome VII. Analyse des jeux d'acteurs. Inra (Ed.), 74 p.

MEYNARD J.M., AGGERI F., COULON J.N., HABIB R., TILLON J.P. 2006. Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants. Rapport du groupe de travail. Inra, Paris

MORAINE M., THEROND O., LETERME P., DURU M. 2012. Un cadre conceptuel pour l'intégration agroécologique de systèmes combinant culture et élevage. *Innovations Agronomiques*, 22, 101-115.

MUNDLER P., LABARTHE P., LAURENT C. 2006. Les disparités d'accès au conseil. Le cas de la région Rhône-Alpes. *Economie rurale,* 291, 26-41

NIL A. 2012. Etude de faisabilité d'un projet d'organisation interprofessionnelle pour la filière luzerne. Rapport CGAAER N° 11 173. MAAF, 37 p.

PAILLARD S., TREYER S., DORIN B. 2011. Agrimonde: scenarios and challenges for feeding the world in 2050. Editions Quae, 296 p.

PERFCOM. 2012. Les cultures associées céréales-légumineuses en agriculture bas intrants dans le sud de la France, http://www6.montpellier.inra.fr/systerra-perfcom/Productions-PerfCom/Salons-plaquettes.

PETIT M.S., REAU R., DEYTIEUX V., SCHAUB A., CERF M., OMON B., GUILLOT M.N., OLRY P., VIVIER C., PIAUD S., MINETTE S., NOLOT J.M. 2012, Systèmes de culture innovants : une nouvelle génération de réseau expérimental et de réseau de compétences. *Innovations Agronomiques*, 25, 99-123

PUFFERT D.J. 2000. The standardization of track gauge on North American railways, 1830-1890. *Journal of Economic History*, 60 (4), 933-960

REAU R., MISCHLER P., PETIT M.S. 2010. Evaluation au champ des performances de systèmes innovants en cultures arables et apprentissage de la protection intégrée en fermes pilotes. *Innovations Agronomiques*, 8, 83-103

REAU R., MONNOT L.A., SCHAUB A., MUNIER-JOLAIN N., PAMBOU I., BOCKSTALLER C., CARIOLLE M., CHABERT A., DUMANS P. 2012. Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques,* 20, 5-3

REAU R., FORTINO G., BINTEIN Y., BOISSET K., CONTEAU C., COULON T., DEHLINGER F., FALOYA V., PETIT M.S., PLENET D., LUSSON J.M., VERJUX N., VESCHAMBRE D., CELLIER V., BOLL R., CHANET J.-P., BOULET A., CERF M., JEANNEQUIN B., WEISSENBERGER A. 2010, Conception d'un réseau d'acquisition de références et d'un réseau d'information. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Tome IX. Inra (Ed.), 100 p.

RELLIER J.P., MARTIN-CLOUAIRE R., CIALDELLA N., JEUFFROY M.H., MEYNARD J.M. 2011, Modélisation de l'organisation du travail en systèmes de grande culture: méthode et application à l'évaluation ex ante d'innovations variétales de pois. Le travail en agriculture: son organisation et ses valeurs face à l'innovation. **In** : BEGUIN P., DEDIEU P., SABOURIN E. (éditeurs), Editions l'Harmattan, 205-221

ROEP D., WISKERKE J. 2012. Reshaping the foodscape. **In :** Spaargaren G., Oosterveer P., Loeber A. (éditeurs). Food practices in transition: changing food consumption, retail and production in the age of reflexive modernity. Routledge (Etats-Unis)

SCHNEIDER A., FLENET F., DUMANS P., BONNIN E., DE CHEZELLES E., JEUFFROY M.H., HAYER F. NEMECEK T., CARROUEE B. 2010, Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza–Données récentes d'expérimentations et d'études. *OCL*, 17, 301-311

SCHOTT C., MIGNOLET C., MEYNARD J.M. 2010. Les oléoprotéagineux dans les systèmes de culture : évolution des assolements et des successions culturales depuis les années 1970 dans le bassin de la Seine. *OCL*, 17, 1-16

SOULIGNAC V. 2012. Système informatique de capitalisation de connaissances et d'innovation pour la conception et le pilotage de systèmes de culture durables, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II. 248 p.

VANLOQUEREN G, BARET P.V. 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations, *Research Policy*, 38 (6), 971-983

VOISIN A.S., GUÉGUEN J., HUYGHE C., JEUFFROY M.H., MAGRINI M.B., MEYNARD J.M., MOUGEL C., PELLERIN S., PELZER E. 2012. Quel renouvellement des questions de recherche sur les légumineuses ? Conclusion du workshop 27-28/09/2011, Dijon, 4 p.

H - Annexe

H1 - Lexique

Culture de rente
Plante semée, cultivée et utilisée au terme de son cycle de croissance (jusqu'à la maturité physiologique) pour être valorisée économiquement : ce sont ses parties aériennes (plante entière ou graines seules, ou graines et pailles séparément) qui font l'objet d'une transaction (vente ou échange) avec des tiers ou qui sont utilisées sur place en intrants d'un autre atelier de l'exploitation agricole (fourrage ou pâture ou graines ensilées pour l'atelier animal en général).
Elle est cultivée :

- soit seule, c'est-à-dire en culture pure (peuplement mono-spécifique),
- soit dans une association de cultures, c'est-à-dire « la culture simultanée d'au moins deux espèces sur la même parcelle pendant une partie significative de leur développement » (Willey, 1979). Sont souvent associées une espèce de légumineuse avec à une graminée (exemples : pois-blé, pois-triticale, cultures fourragères de type méteil ou de type associations prairiales etc.). L'association de cultures peut être arrangée de façon aléatoire dans la parcelle, ou spatialement en bande (strip intercropping), ou en relais (relay intercropping, c'est à dire avec des cycles très décalés) (Andrews & Kassams, 1976).

La finalité première d'une culture de rente est donc un service[62] « d'approvisionnement » (alimentation), même si la plante peut aussi apporter des services « de support » et « de régulation » par ailleurs (voir terme services écosystémiques dans ce lexique).

Culture intermédiaire ou couvert intermédiaire
Implantation d'un couvert végétal pendant la période d'interculture, soit mono-espèce soit pluri-espèce (mélange d'espèces, incluant souvent une ou des espèces de légumineuses) avec l'objectif premier de couvrir et/ou enrichir le sol (ou autres services de support ou de régulation).
Le couvert est en général détruit soit naturellement sous l'effet du gel (en choisissant des plantes gélives), soit par destruction chimique ou mécanique.
En effet en général il s'agit d'une plante à usage non marchand mais parfois certaines peuvent être utilisées (vente ou méthanisation ou autre utilisation autre que celui d'apport de matière organique sur la parcelle par enfouissement).
La finalité première de ces plantes est donc d'apporter un ou plusieurs services éco-systémiques « de support » ou/et de « de régulation », le service principalement visé étant la couverture du sol pendant la période d'inter-culture, ce qui peut aussi permettre de piéger l'azote minéral du sol (et éviter la lixiviation du nitrate). Dans ce dernier cas on parle de CIPAN (« culture intermédiaire piège à nitrates ») qui font l'objet d'une réglementation spécifique dans les zones vulnérables.

Couvert associé à une culture de rente
Couvert végétal qui est semé et cultivé en étant associé à une culture de rente pendant une partie restreinte de cycle de croissance de celle-ci, mais qui n'est pas récolté.
Le couvert disparaît soit parce que c'est une plante à cycle très court pour utiliser la sénescence naturelle pour son élimination, soit parce qu'il est détruit naturellement sous l'effet du gel (en choisissant des plantes gélives), ou par destruction chimique ou mécanique.

[62] Rappel : Les services éco-systémiques sont les bienfaits les bienfaits que les hommes obtiennent des écosystèmes, d'après la définition du Millenium Ecosystem Assessment (MEA), réalisé en 2005 par les Nations Unies : « Les services que procurent les écosystèmes sont les bénéfices que les humains tirent des écosystèmes. Ceux-ci comprennent des services de prélèvement tels que la nourriture, l'eau, le bois de construction, et la fibre; des services de régulation qui affectent le climat, les inondations, la maladie, les déchets, et la qualité de l'eau; des services culturels qui procurent des bénéfices récréatifs, esthétiques, et spirituels; et des services d'auto-entretien tels que la formation des sols, la photosynthèse, et le cycle nutritif. » Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire, sous la co-présidence de Watson R.T. et Zakri A.H. http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx

Ce sont des plantes à usage non marchand. La finalité première du couvert associé est la prestation d'un service éco-systémique dit « de support » ou « de régulation ».
Exemples : Féverole + colza ; trèfle + carotte porte-graines.

Système de culture
Ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par (i) la nature des cultures et leur ordre de succession (ii) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues (Sebillotte, 1990).

Système de production
Mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitation (in Meynard et *al.,* 2006 d'après Reboul, 1976, Mode de production et systèmes de culture et d'élevage, Economie rurale, 112, 55-65). Le système de production est donc constitué (i) d'un ou plusieurs systèmes de culture et/ou d'élevage, parfois de systèmes de transformation des produits à la ferme et (ii) de leurs inter-relations, liées à la répartition entre ces systèmes, des ressources rares de l'exploitation, terre, travail (inclus compétences), capital (intrants, matériel, bâtiments…)

Résultats agronomiques
Ils sont exprimés, pour la protection des cultures, en termes de dégâts visuels, de dommages de récolte, de pertes économiques (Zadoks, 1993, 1985 ; Savary, 1991 ; repris par Attoumani-Ronceux et al., 2011)

Résultats techniques
Ils représentent le rendement en quantité et la qualité comme la teneur en protéines, le taux de mycotoxines… (Dumas et *al.,* 2012)

Performance
Capacité des résultats des systèmes de culture à répondre à différents objectifs, notamment au regard des trois piliers du développement durable, à savoir économique, environnemental et social. La performance peut être estimée par le biais d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs (Debaeke et *al*., 2008 ; Petit *et al*., 2012)

H2 - Références bibliographique du lexique

ATTOUMANI-RONCEUX A., AUBERTOT J.N., GUICHARD L., JOUY L., MISCHLER P., OMON B., PETIT M.S., PLEYBER E., REAU R., SEILER A. 2011. Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires. Application aux systèmes de polyculture. Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, RMT Systèmes de culture innovants, 116 p.

DEBAEKE P., PETIT M.S., BERTRAND M., MISCHLER P., MUNIER-JOLAIN N., NOLOT J.M., REAU R., VERJUX N. 2008. Evaluation des systèmes de culture en stations et en exploitations agricoles : où en sont les méthodes ? **In** : REAU R., DORE T. (éditeurs). Systèmes de culture innovants et durables : Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Actes du colloque du 27/03/2008, Educagri (Ed.).

DUMAS M., MORAINE M., REAU R., PETIT M.S. 2012. FERME 2010 - Produire des ressources pour l'action à partir de l'analyse de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires mis au point par les agriculteurs dans leurs exploitations, Tome I – Méthode & Résultats, 154 p.

MEYNARD J.M., AGGERI F., COULON J.N., HABIB R., TILLON J.P. 2006. Recherches sur la conception de systèmes agricoles innovants. Rapport du groupe de travail. Inra, Paris.

PETIT M.S., REAU R., DUMAS M., MORAINE M., OMON B., JOSSE S. 2012, Mise au point de systèmes de culture innovants par un réseau d'agriculteurs et production de ressources pour le conseil. *Innovations agronomique*, 20, 79-100

REBOUL C. 1976. Mode de production et systèmes de culture et d'élevage. *Economie rurale*, 112, 55-65

SEBILLOTTE M. 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. Les systèmes de culture. Inra (Ed.), 165–196

SAVARY S. 1991, Approches de la Pathologie des Cultures Tropicales. Exemple de l'Arachide en Afrique de l'Ouest. Karthala-ORSTOM (Ed.), 288 p.

ZADOKS J.C. 1985. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. *Annual Review of Phytopathology*, 23, 455-473

ZADOKS J.C. 1993. Cultural methods, Modern crop protection: developments and perspectives. Wageningen Press (Ed.), 161-170

CHAPITRE 1B
Synthèse

A - Eléments de contexte

Depuis les années 1950, la profonde mutation de l'agriculture française orientée pour partie par la PAC et les impératifs des marchés a induit une intensification des modes de production, une spécialisation des exploitations et bassins de production, une structuration forte des filières et une réduction du nombre d'exploitations agricoles. Une séparation géographique des productions animales et végétales s'est produite au cours de cette même période, appuyée par des importations croissantes de protéines végétales (surtout issues du soja) favorisant l'intensification des élevages. Cette distanciation a amplifié l'usage des engrais chimiques en grandes cultures, laissant généralement la fertilisation organique aux productions fourragères, diminuant les surfaces toujours en herbe et renforçant l'intensification fourragère (gestion intensive des prairies et utilisation du maïs dans l'alimentation du troupeau). Dans ce contexte, l'évolution des grandes cultures est marquée par une augmentation des surfaces en céréales et oléagineux qui se traduit par un raccourcissement des rotations, une simplification des assolements (40% de ceux-ci comportent au plus deux cultures) et l'abandon dans les assolements d'espèces à plus faible rentabilité à court terme.

Aujourd'hui dans l'UE 27, la France est le premier pays producteur de céréales, d'oléagineux et de protéagineux. Elle exporte 54% de sa production de blé tendre et le marché intérieur se répartit entre la meunerie (5Mt), l'alimentation animale (4.6Mt), l'amidonnerie (2.9 Mt) et l'éthanolerie (1.6 Mt). Elle exporte 48% de sa production de maïs et les principaux débouchés domestiques sont l'alimentation animale (3,6 Mt), l'amidonnerie (2,2 Mt), l'éthanolerie (0,5 Mt) et la semoulerie (0,13 Mt). Elle exporte 72% de sa production d'orge et les débouchés domestiques sont l'alimentation animale (1,3 Mt), la malterie (0,16 Mt) et l'éthanolerie (0,16 Mt). Les débouchés des huiles d'oléagineux sont traditionnellement ceux de l'alimentation humaine auxquels se sont ajoutés depuis 2007 les débouchés industriels (71% des tonnages d'huile de colza), avec un développement croissant du diester (aujourd'hui 35% des surfaces hexagonales d'oléagineux) et de la chimie verte. Les tourteaux issus de la trituration de ces graines d'oléagineux sont en volume croissant et sont utilisés par l'alimentation animale (la production est passée de 800 000 tonnes en 2000 à 2 millions de tonnes en 2011 en France). A l'inverse des autres grandes cultures, la production de protéagineux a fortement décru en France depuis 1993 (3,8 Mt en 1993, 1 Mt en 2011) alors que le pays est fortement déficitaire en protéines pour l'alimentation animale. Il s'agit d'un débouché historiquement majeur pour ces graines, mais dans lequel les matières premières sont facilement substituables. De nouveaux débouchés des protéagineux vers l'alimentation humaine ont émergé depuis 2002 (exportations et utilisation domestique), absorbant aujourd'hui de 35 à 50% de la production.
Les systèmes de production de grandes cultures sont aujourd'hui des systèmes très spécialisés. Les exploitations se sont agrandies et ont stabilisé leur niveau de charge à l'hectare ce qui leur a permis d'amortir les chocs conjoncturels. Les évolutions des systèmes de production ont également répondu aux évolutions des marchés avec comme corollaire des systèmes de culture très orientés par les débouchés et des critères de qualité fixés par les différentes filières dans lesquelles les exploitations sont insérées.

Le défi des exploitations et des filières de grandes cultures est de renforcer leur compétitivité, tout en s'adaptant au contexte à venir : adaptation aux fluctuations climatiques et économiques (volatilité des

prix des intrants et des productions), nécessité de diminuer les impacts environnementaux (préserver le potentiel agronomique pour les générations suivantes et répondre aux demandes sociétales de santé et de respect de l'environnement). Or la stagnation des rendements ne permet plus d'envisager à court terme des gains de productivité importants et les aides communautaires constituent une composante structurelle du fonctionnement des exploitations qui les rend très dépendantes de ces financements.

Pour les filières des céréales ou des oléagineux, l'enjeu plus spécifique est d'ordre environnemental en réduisant les impacts des modes de production et de transformation des produits tout au long de la filière. Pour les protéagineux, il s'agit d'augmenter leur part au sein des assolements de grandes culture afin d'augmenter leur disponibilité pour les filières d'alimentation animale ou d'exportation, et de les rendre plus compétitifs vis-à-vis des protéines importées.

B - Leviers pour des systèmes de production doublement performants sur les plans économique et environnemental

B1 - Leviers à l'échelle des systèmes de culture

Les innovations techniques (fertilisation industrielle, sélection variétale, homologation des pesticides, etc.) et la disponibilité d'intrants majeurs (énergies fossiles et eau) ont favorisé le développement de systèmes de culture simplifiés. Les systèmes de cultures actuels sont conçus avec des objectifs de production élevés sur quelques espèces dominantes et rentables : blé, orge, colza, betterave, maïs. Les rotations courtes et peu diversifiées (type rotation colza-blé-orge dans une large zone centrale, ou des monocultures de maïs dans les Landes et en Alsace) sont devenues le modèle spécialisé dominant.

Ces systèmes, avec forte interdépendance des acteurs (agriculteurs, conseillers, organismes de collecte, industries phytosanitaires, etc.) sont économiquement performants dans le contexte des prix actuels, mais les impasses techniques augmentent (notamment pour la gestion de l'enherbement, des maladies et ravageurs). Leurs performances environnementales et de façon plus générale leur durabilité sont également fortement remises en question.

Compte-tenu des surfaces concernées, les impacts négatifs de ces systèmes de production spécialisés et intensifs à base de céréales (pollutions liées aux apports d'azote et de produits phytosanitaires, émissions de gaz à effet de serre (GES) et réduction de la biodiversité) sont importants, même si l'augmentation du rendement à l'hectare atténue certains impacts environnementaux à la tonne produite. L'atténuation des externalités négatives de ces systèmes passe principalement par la diminution des quantités d'intrants apportés (eau, azote et produits phytosanitaires), une augmentation de leur efficience et un rééquilibrage entre objectifs de productivité et de durabilité.

Concevoir des systèmes de culture économes en intrants et productifs implique de repenser l'ensemble du système pour éviter ou contourner les bioagresseurs, favoriser les régulations naturelles, limiter le recours à l'irrigation et favoriser l'usage des engrais organiques et des bio-pesticides. Cette conception peut se penser à l'échelle annuelle sur l'itinéraire technique en modifiant tout ou partie des techniques mises en œuvre sur la culture, et à l'échelle pluriannuelle en repensant l'ensemble des éléments du système et les combinaisons entre successions culturales et techniques mises en œuvre.

B1.1 - Réduire le recours aux produits phytosanitaires en s'appuyant sur la diversité des cultures et la génétique

Il s'agit de limiter le recours aux produits phytosanitaire en utilisant des variétés résistantes aux principaux bioagresseurs (champignons, virus, insectes) seules ou en association, et de valoriser mieux les apports d'azote et d'eau en utilisant des variétés plus efficientes pour l'absorption de ces intrants. Certaines de ces variétés sont d'ores et déjà disponibles (variétés de blé résistantes aux principaux pathogènes), d'autres sont en cours de construction et de développement (variétés valorisant mieux d'azote (blé) et l'eau (maïs)).

La diversification des espèces et des variétés dans l'espace et dans le temps est un levier qui permettrait de réduire la pression des bioagresseurs en leur opposant une diversité d'hôtes, de milieux et de dates de cycles de culture, mais également d'optimiser l'absorption des nutriments par les plantes cultivées en exploitant leurs complémentarités. Il s'agit notamment de valoriser la complémentarité des cycles et des exigences des cultures pour exploiter les effets « précédents » de certaines cultures à court et moyen terme. Cette diversification peut inclure une diversité d'espèces récoltées ou non (cultures intermédiaires et couverts associés aux cultures de rente).

La diversification ne peut cependant pas répondre à elle seule aux enjeux environnementaux dont les bénéfices seront de plus très dépendants des espèces considérées : certaines cultures de diversification sont exigeantes en traitements phytosanitaires (pomme de terre, betterave et féveroles pour l'alimentation humaine par exemple) ; des successions mal raisonnées peuvent aggraver des problèmes parasitaires ou favoriser certaines espèces d'adventices. La garantie du succès de la diversification des cultures repose sur un certain nombre de conditions, comme l'alternance des cycles culturaux (printemps/hiver) et avec elle les périodes de travail du sol qui permettent la gestion d'une grande diversité d'adventices ; le positionnement réfléchi des plantes fixatrices d'azote par rapport à celles plus gourmandes en azote et l'introduction des plantes cultivées en dérobées, ou intermédiaires. Cette diversification peut également s'appuyer sur le choix réfléchi des espèces cultivées économes en intrants ; le choix de variétés résistantes ou peu sensibles aux maladies. Pour cette dernière condition, la sélection d'idéotypes variétaux adaptés aux nouveaux systèmes de culture constitue un levier important de l'innovation (variétés adaptées aux associations, à cycles courts ou longs pour des positionnements variés dans les successions, tolérantes aux stress abiotiques ou résistantes à des bioagresseurs, etc.). Ces nouveaux idéotypes variétaux peuvent être constitués d'un ou plusieurs génotypes. Il s'agit alors de prendre en compte leurs caractéristiques et intérêt au stade de l'inscription au CTPS par une adaptation du règlement technique.

B1.2 - Améliorer l'efficience des intrants azotés et augmenter la ressource symbiotique de fixation de l'azote de l'air pour réduire la dépendance aux engrais azotés

L'azote est l'élément de base pour la construction des protéines par le végétal. Il est surtout apporté par la fertilisation chimique, organique et la fixation symbiotique de N_2.

Les cultures de céréales et d'oléagineux françaises ont reçu 1,7 Mt d'azote sous forme d'engrais chimique, soit 74% des 2,3 Mt d'azote minéral utilisées en agriculture en 2011. Ces 1,7 Mt ont nécessité une consommation de 3 Mtep (tonnes équivalent pétrole) pour leur fabrication. A cet intrant minéral azoté s'ajoutent une fertilisation organique difficile à estimer et environ 0,14 Mt d'azote issues de la fixation symbiotique d'N_2 (protéagineux, soja, luzerne). La production industrielle des engrais azotés mobilise un procédé industriel utilisant une grande quantité d'énergie fossile (9785 MJ pour 180kgN) et est associée à une forte production de gaz à effet de serre (GES) (955 kg eq. CO2 pour 180kgN). La production végétale est responsable d'environ la moitié des émissions de GES du secteur agricole français et européen, et d'environ 75% des émissions de protoxyde d'azote (N_2O) qui sont liées au processus biologique de dénitrification, phénomène naturel des sols mais qui peut être amplifié par les techniques agricoles. Pour une culture fertilisée avec un apport azoté entre 160 et 180 kgN/ha, les engrais azotés représentent le

poste le plus impactant car il contribue pour 76 à 99% au total des besoins en énergie de la culture et pour 52 à 83% à sa production de GES.

Afin d'améliorer le bilan azoté des systèmes de grandes cultures, quatre voies peuvent être envisagées :

- L'amélioration du bilan azoté des systèmes de grandes cultures par le développement de variétés améliorées pour l'efficience d'utilisation des intrants azotés (liée aussi à un bon état sanitaire de la plante), et une amélioration de la remobilisation de l'azote vers les organes récoltés.
- La réduction des apports d'azote par une augmentation des surfaces en légumineuses et une amélioration de leurs performances (conduites et variétés). Les légumineuses sont des plantes fixatrices d'azote : elles n'ont pas besoin d'engrais azotés pour se développer grâce à la symbiose qu'elles entretiennent naturellement avec certaines bactéries présentes dans le sol qui leur permet d'utiliser directement l'azote de l'air (N_2). Dans les sols pauvres en azote minéral, avec des taux d'azote issus de la fixation souvent voisins de 80%, les légumineuses présentent un solde apport-export positif et contribuent à enrichir le stock d'azote organique des sols. Le mécanisme symbiotique n'est pas générateur de N_2O par lui-même, et les cultures de légumineuses réduisent considérablement les risques d'émissions de ce GES du fait de l'absence d'engrais azotés. Les résidus de cultures de légumineuses présentent quant à eux des risques d'émission de GES peu différents de ceux des autres cultures.
- Il existe différents types d'insertion des légumineuses dans les systèmes de grande cultures : légumineuses à graines (protéagineux ou légumes secs) implantées comme cultures de rente dans la succession ou en association avec d'autres cultures (par exemple blé-pois, féverole-triticale) ; légumineuses implantées en couvert pendant la période d'interculture, seules ou en couvert associé à une culture de rente (par exemple vesce ou féverole en association avec un colza). Les systèmes associant sur une même parcelle et pendant un même cycle de culture une légumineuse et une non-légumineuse (souvent une céréale) permettent d'accroître l'efficience des intrants azotés et de réduire la fertilisation azotée : la nutrition azotée de la légumineuse est assurée par la fixation de N_2, laissant à la non légumineuse une plus grande disponibilité d'azote minéral.
- L'amélioration du bilan azoté des systèmes de grandes cultures passe aussi par la réduction des pertes par lessivage et émissions de N_2O en gérant les successions ou les associations de cultures (espèces, variétés). Sous culture ou après culture, les rhizodépôts, résidus de culture et excès de fertilisation azotée sont exposés aux risques de pertes dans l'environnement par lessivage ou émissions gazeuses. Aujourd'hui, plus du quart des superficies de grandes cultures restent nues pendant l'hiver, favorisant les pertes par lessivage. Des cultures intercalaires ou des couverts accompagnant les cultures (repousses ou espèces implantées) apportent différentes aménités dont une réduction des pertes d'azote par lessivage. Le développement des cultures intermédiaires piège à nitrate (CIPAN) en est un exemple. Ces espèces, crucifères ou légumineuses implantées seules ou de préférence en mélange avec d'autre espèces, contribuent à immobiliser l'azote à l'automne qu'elles restituent sous forme d'engrais vert après destruction.
- Développer le recours aux outils de pilotage de la fertilisation. Les outils d'aide à la décision s'intéressent à la définition d'une stratégie prévisionnelle de conduite des cultures et au pilotage des interventions en cours de culture. Ces outils sont basés sur des modèles prédictifs, associés à des techniques de détection de l'état nutritionnel ou sanitaire du couvert et à des règles de décision agronomiques. En ce qui concerne l'azote, si la méthode du bilan prévisionnel de l'azote est pratiquée depuis très longtemps, de nombreux outils de pilotage à la parcelle ont été développés au cours de ces vingt dernières années (Jubil®, N-tester®, Farmstar®, Bande double densité…). Ils sont aujourd'hui largement utilisés sur céréales (71% des moyennes et grandes exploitations utilisant un outil de pilotage de la fertilisation azotée) et ont sans aucun doute permis des progrès dans la gestion du fractionnement de l'azote. Des marges de progrès sont encore possibles pour que les pratiques reflètent de plus près les préconisations. De plus, des améliorations peuvent encore être réalisées pour la réduction des doses d'azote apporté sur les cultures, notamment sur les cultures ayant comme précédent une légumineuse.

Les systèmes de culture à favoriser doivent être raisonnés en fonction des objectifs de production et du milieu, ainsi que de la capacité des filières à assurer les débouchés existants et à satisfaire la demande en nouveaux produits (qualité différente ou nouvelle espèce). Les leviers mobilisables à l'échelle de l'itinéraire technique et des systèmes de culture se heurtent à l'aversion au risque des agriculteurs, le partage de ce risque entre les différents acteurs de la filière est alors nécessaire. Des services environnementaux tels qu'une réduction des résidus polluants, ou la plus grande biodiversité de certains compartiments écologiques (faune pollinisatrice, microflore du sol par exemple) pourraient devenir des produits « services » à condition de disposer de références techniques, des règlementations et de l'appui des décideurs et des acteurs privés pour leur conférer une juste rémunération.

B2 - Leviers à l'échelle du territoire

A cette échelle, il s'agit de favoriser le lien entre les productions animales et les productions végétales. L'intensification et la spécialisation des systèmes d'élevage se sont accompagnées d'une séparation géographique avec les territoires de grandes cultures et d'un rapprochement avec les fabricants d'aliments composés (FAC). Les pratiques de formulation des FAC ont renforcé la concurrence entre les différentes matières premières substituables en nutrition animale (blé, soja, coproduits des autres agro-industries), et l'échelle industrielle de leur production a privilégié des approvisionnements de masse. De nouvelles formes de proximité territoriale et organisationnelle entre les systèmes d'élevage et les grandes cultures pourraient favoriser l'autonomie protéique, réduire les impacts économiques et environnementaux du transport des aliments, faciliter la gestion des effluents d'élevage et le contrôle de la traçabilité des produits.

L'autonomie protéique à l'échelle des territoires peut être favorisée en développant la part de protéines issues des protéagineux à destination de l'alimentation animale. La production des protéines à destination de l'alimentation animale s'effectue aujourd'hui sur les surfaces de grandes cultures en utilisant majoritairement des engrais minéraux. Cette production de protéines est estimée à 9 Mt en 2011 : 75 % issues des céréales, 20% des oléagineux et 5% des légumineuses. Les tourteaux d'oléagineux et les protéagineux contribuent respectivement pour environ 40% et 1,5% aux 3.4 Mt de protéines sous forme de MRP (matières riches en protéines) utilisées en France en alimentation animale. Le pays importe environ 1,7 Mt de protéines (essentiellement issues de soja) pour contribuer à ces protéines de MRP, la France étant dépendante à 40-50% d'importation de protéines de MRP pour la complémentation des rations en alimentation animale.

En circuits longs, les élevages ont besoin de volumes conséquents et d'une régularité de la disponibilité de la matière première (frein aujourd'hui pour les protéagineux), qui s'accompagne d'un besoin tout aussi important de rentabilité des infrastructures logistiques de collecte, stockage et transformation des aliments. Les transactions sont dans une logique de marché spot, à grande échelle, où de multiples achats peuvent se succéder entre coopératives, courtiers et industriels. La démultiplication du nombre d'intermédiaires réduit d'autant le partage de la valeur ajoutée. Des circuits plus courts, à l'inverse, peuvent réduire cette « dispersion » du partage de la valeur ajoutée, qui, de plus, est généralement plus élevée car ces circuits sont souvent associés à des signes de qualité (officiels tels que AOC, AB, etc. ou privés) qui s'appuient sur des coordinations contractuelles. Ces contrats sont tout particulièrement importants pour soutenir la production des espèces de diversification, car à défaut d'existence de marchés à terme qui définissent des prix de référence, les contrats donnent plus de lisibilité et d'incitations économiques aux producteurs, en définissant des seuils de volumes et de prix. De plus, ces contrats s'associent généralement à une co-construction aval-amont des cahiers des charges définissant les qualités exigées et limitant les éventuels surcoûts de production (par exemple, les contrats liant l'industriel d'alimentation animale aux coopératives, puis ceux entre coopératives et agriculteurs pour la production de lin oléagineux, sont régis dans la filière par l'association Bleu-Blanc-Cœur qui fédère l'ensemble des maillons).
Au niveau des exploitations spécialisées en grandes cultures ou mixtes, le développement d'ateliers de production de volailles ou de porcs, ou la réorganisation du mode d'alimentation du troupeau, peuvent être

des éléments de diversification, réduisant les coûts de transport et les émissions de GES, qui nécessiteront souvent un partenariat resserré avec les fabricants d'aliments et avec le secteur aval.
Il y a un grand besoin d'actions conjointes professionnels-pouvoirs publics (sur le foncier, les transports, le développement socio-économique) pour reconnecter animal-végétal, améliorer les flux des ressources, des produits et des services écosystémiques au sein des éléments du territoire.

B3 - Leviers à l'échelle de la filière

Il s'agit de développer avec l'aval de nouveaux débouchés pour une production agricole diversifiée, adaptée aux besoins (alimentaires et non alimentaires) et limitant les externalités négatives. Le déverrouillage des systèmes de grandes cultures vers une plus grande diversité cultivée passe en effet par la recherche de nouveaux débouchés en aval qui soutiennent la production en amont. Ce levier du développement doit s'appuyer sur une valeur ajoutée combinant à la valeur d'usage celle des services écosystémiques construits sur l'ensemble d'une filière. Une qualité de produit bien identifiée et tracée limiterait également les risques d'affaiblissement par substitution de matières premières.

Les systèmes de production actuels se concentrent sur la production du constituant principal (*i.e.*, protéines, lipides, glucides complexes) ce qui génère des coproduits. La réflexion déjà engagée autour de la valorisation de ces coproduits (entrée nutritionnelle, chimie verte, économique et environnementale) doit s'intensifier. Cette revalorisation implique de revisiter les productions de grandes cultures non seulement au travers de leurs apports via les macro-constituants, mais aussi via les micro-constituants et d'autres molécules d'intérêt. Il s'agit de réduire le coût d'accès aux constituants d'intérêt via une meilleure valorisation des autres constituants jusqu'à la plante entière et de fonctionnaliser ces molécules d'intérêt via des procédés éco-conçus valorisant bien les différentes fractions de la matière première (exemples de l'extraction de micronutriments des parties périphériques des grains au moyen de procédés physiques ou de fonctionnalisation des fibres par génie enzymatique,…).

Les filières ont donc besoin d'innovations (produit, technique et organisationnelle) pour créer de nouveaux marchés. Une connaissance plus fine des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits, combinée à des outils de maîtrise de la qualité (variétés, conduites, outils d'aide à la décision), permettrait le développement avec l'aval de nouveaux débouchés, sources de nouvelle valeur ajoutée. Ces débouchés peuvent prendre une dimension large s'ils intègrent aussi l'export pour l'alimentation humaine ou certains débouchés non-alimentaires tel que celui des agro-carburants. Ces nouvelles filières à faire émerger (de dimension locale, nationale ou internationale) nécessitent d'intégrer les questions de logistique du stockage, du contrôle de la qualité stockée et du transport.

La production de graines végétales est nécessaire pour répondre à la demande alimentaire croissante et aux opportunités de marchés spécifiques (restauration hors foyers, segmentation des consommateurs), avec un focus sur les protéines végétales vu la possible substitution des protéines animales par celles-ci, à la fois à pour des usages nutritionnels et fonctionnels.
Par ailleurs le positionnement sur des critères de développement durable est encore en phase d'émergence, mais devrait favoriser le développement de niches de marché lorsque les objectifs de durabilité auront réellement imprégné la société et qu'une demande solvable pour des produits ainsi élaborés se sera développée. Quelques initiatives ont déjà vu le jour pour produire de la valeur ajoutée à partir d'une démarche durable : l'accès au marché carbone via les processus de « projets domestiques » de la France, labels ou cahiers des charges intégrant des critères de durabilité, etc.

Le véritable défi est de réussir à s'adresser au plus grand nombre d'agriculteurs et d'acteurs territoriaux par la mise au point de jeux de solutions couvrant une large gamme de contraintes et objectifs, avec une R&D renforcée qui permettra des productions en volumes et qualités conformes aux attentes du marché et de la société et rémunérées par les filières.

CHAPITRE 2

FRUITS, LÉGUMES ET POMME DE TERRE DE CONSOMMATION

CHAPITRE 2A Fruits, Légumes et Pomme de terre de consommation 166

Introduction 166

A - Eléments du contexte au plan macroéconomique et social 166

B - Les risques environnementaux et les leviers d'action techniques 176

C - Identification des leviers organisationnels pour faciliter l'adoption des leviers techniques innovants 192

D - Conclusion 194

E - Références bibliographiques 194

F - Annexes 199

CHAPITRE 2B Synthèse 202

A - Eléments du contexte 202

B - Leviers d'action 203

C - En guise de conclusion 205

CHAPITRE 2A
Fruits, Légumes et Pomme de terre de consommation

Auteurs : *Françoise Dosba (Inra), Benoit Jeannequin (Inra), Daniel Plénet (Inra), Jean-Marie Codron (Inra), Marie-Josèphe Amiot-Carlin (Inra)* [63]

Introduction

Les filières fruits, légumes et pomme de terre de consommation[64] (filières FLP) regroupent des productions très diversifiées du fait du nombre d'espèces concernées (une cinquantaine), du caractère annuel ou pérenne de la culture, et de la diversité plus ou moins intensive des pratiques, allant des vergers à faible densité de plantation (noyer, châtaignier, olivier) aux vergers à haute densité (pommier), des cultures légumières sous abris aux systèmes légumiers de plein champ (pomme de terre, haricot, petit pois, oignons, carotte), proches des systèmes de production des grandes cultures (Jeannequin *et al.*, 2011). Il est donc délicat de définir des grandes tendances générales définissant ces filières car elles comportent de nombreux cas particuliers liés aux espèces cultivées, aux modes de cultures et aux contraintes diverses qui y sont associées.

Pour répondre à la problématique de l'amélioration des performances économiques et environnementales des systèmes de culture de fruits, légumes et pomme de terre, le contexte macro-économique sera présenté dans un premier temps afin de situer leur importance et leur positionnement sur le plan de la compétitivité économique. Dans un deuxième temps, seront analysés les impacts des systèmes de culture sur l'environnement et les leviers d'actions techniques à mettre en œuvre pour conjuguer performances économiques et écologiques. La dernière partie identifiera les leviers organisationnels à développer pour favoriser l'adoption de ces systèmes de production durables.

A - Eléments du contexte au plan macroéconomique et social

A1 - Evolution du contexte macro-économique au cours de la dernière décennie

Au sein de l'Union Européenne des 27, la France est l'un des principaux pays producteurs de fruits, de légumes et de pomme de terre de consommation (FLP). Elle se situe en 3ème position, pour les fruits et les

[63] Remerciements : Vincent Faloya (Inra), Jean-Eric Chauvin (Inra), Nicolas Urruty (Inra), Martine Georget (Inra) et aux partenaires sollicités : Marc Delporte, Christian Hutin et Catherine Lagrue (CTIFL), Agnès Bernardin (UNILET), Jean-Pierre Bordes (ARVALIS-Institut du végétal)

[64] La pomme de terre de consommation regroupe les productions de pomme de terre primeur, nouvelle et de conservation.

légumes derrière l'Espagne et l'Italie, et pour la pomme de terre derrière l'Allemagne et la Pologne. Au cours de la dernière décennie (Recensement Général Agricole 2010 ; Hutin, 2012), on observe une évolution importante des systèmes de production et des données économiques au sein des différentes filières du secteur FLP.

A1.1 - Fruits

La superficie en verger « 11 espèces » (abricotier, cerisier, pêchers, pruniers, pommier, poirier, kiwi, agrumes, petits fruits, fruits à coque et vigne à raisin de table) représentait 160 100 ha en 2010. Le total des volumes récoltés représentait environ 2,832 millions de tonne (Mt), soit en valeur 3,052 milliards d'euros.

Depuis 2000, on observe des évolutions significatives (Tableaux 1 et 2), à savoir :

- une réduction très forte du nombre d'exploitations produisant des fruits (-35 % entre 2000 et 2010), nettement supérieure à la moyenne nationale (-26 %) ;
- une spécialisation importante pour les fruits car près de 80 % des surfaces en vergers sont détenus par des exploitations spécialisées en cultures fruitières ;
- une diminution des superficies des cultures fruitières (-17 %) ;
- une progression de la taille moyenne des vergers par exploitation de +17 % (vs 30% pour toutes les exploitations agricoles) pour atteindre près de 8 ha en 2010 ;
- une baisse importante mais variable des volumes récoltés (-31 % en 10 ans ; mais seulement -26 % si on retient la moyenne 2009-2011) ;
- un solde négatif entre les volumes exportés et importés de -1,584 Mt en 2010 alors qu'il était de -0,870 Mt en 2000, soit un solde négatif de la balance commerciale de -1,65 milliard € en 2010.

Outre ces tendances générales, il existe de très fortes disparités selon les espèces avec une chute conséquente des surfaces en poire (-45 %), pêche-nectarine (-42 %) et raisin de table (-35 %), une diminution de près de 25 % pour la pomme de table, la cerise et les petits fruits, mais une nette progression des fruits à coque (+24 %) en particulier le noyer qui est devenu la 2ème espèce fruitière française en surface (21 503 ha) derrière la pomme de table (Tableau 2).
En valeur, la France est le 11ème exportateur mondial de fruits et le 6ème importateur.

***Tableau 1** : Nombre d'exploitations cultivant des fruits, superficie du verger (11 espèces fruitières) et volumes récoltés, importés et exportés pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste – Recensement Général Agricole (RGA) 2000 et 2010 et FranceAgriMer pour les volumes*

	Fruits[65]		
	2000	**2010**	**Evolution**
Nombre d'exploitations	42 500	27 600	-35%
Superficie (ha)	194 000	160 100	-17%
Volumes récoltés(t)	4 107 000	2 832 000[66]	-31%
Volumes exportés (t)	1 651 000	1 488 000	-10%
Volumes importés (t)	2 521 000	3 072 000	22%

[65] Champ des exploitations fruitières : exploitations ayant déclaré cultiver des fruits issus du verger « 11 espèces » défini comme suit : abricotier, cerisier, pêcher-nectarinier, prunier, pommier de table, poirier de table, kiwi, agrumes, petits fruits, fruits à coque et vigne à raisin de table.
[66] Le volume récolté en 2010 est faible, la moyenne 2009-2011 se situe à 3 042 000 tonnes.

Tableau 2 : *Répartition des surfaces cultivées par espèces fruitières pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste - RGA 2000 et 2010*

Principales espèces fruitières	Superficie (ha)		
	2000	**2010**	**Evolution**
fruits à coque *dont noix*	27 672 *18 090*	34 406 *21 503*	24% *19%*
kiwi	4 406	4 405	0%
prune	21 185	19 509	-8%
abricot	16 785	15 326	-9%
agrumes	2 383	1 931	-19%
petits fruits	5 005	3 809	-24%
Pomme de table	57 545	43 767	-24%
cerise	13 616	10 274	-25%
raisin de table	9 456	6 169	-35%
pêche et nectarine	24 605	14 324	-42%
Poire de table	11 296	6 158	-45%

A1.2 - Légumes [67]

La superficie occupée par les cultures légumières (y compris fraises et melons, mais hors superficies de racines d'endive), était de 201 700 ha en 2010 ; ces dernières pouvant être destinées à la consommation en frais ou à la transformation (appertisation, surgélation...). Le total des volumes récoltés est de 5,211 Mt ce qui représente en valeur 3,182 milliards €. Depuis 2000 (Tableaux 3 et 4), on observe :

- une réduction importante du nombre d'exploitations cultivant des légumes (-29 % entre 2000 et 2010), légèrement supérieure à la moyenne nationale (-26 %) ;
- une spécialisation moins importante qu'en fruits puisque seulement 63,5% des surfaces cultivées en légumes sont détenues par des exploitations spécialisées en cultures légumières ;
- une diminution des superficies des cultures légumières (-14 %), mais avec des surfaces de cultures de plein champ pour le marché de frais et le maraîchage de plein air ou sous abri bas qui se maintiennent pratiquement (-3 et -4 %) et des surfaces de serres ou abris hauts qui progressent (+ 7 %) ;
- une baisse notable des volumes récoltés (-20 %) intervenant surtout à partir de 2005 ;
- une solde entre les volumes exportés et importés de -0,731 Mt en 2010 alors qu'il était de -0,501 Mt en 2000, soit un solde négatif de la balance commerciale de -0,716 milliard € en 2010 ;
- un secteur des légumes frais destinés à la transformation assez stable en surface et volume qui représente un tiers des volumes de légumes : les légumes frais transformés (haricots, pois, flageolets, épinards, carottes, etc., y compris le maïs doux) occupent environ 100 000 ha pour une production de 0,920 Mt (source FranceAgriMer). Entre 2000 et 2010, on relève une stabilité de la production et une légère baisse des surfaces.

Les cultures légumières en plus forte diminution sont l'oignon de couleur et l'asperge (-37 %), suivi par la tomate (-25 %) et le chou-fleur (-22 %) (Tableau 5). Le secteur des légumes est donc aussi en net recul. Cependant certaines productions restent dynamiques du fait de leur mécanisation et d'une valeur ajoutée permise par la transformation ou des signes de qualité.
En valeur, la France est le 8ème exportateur et le 4ème importateur mondial de légumes.

[67] Cette étude est centrée sur les productions de plein champ. Toutefois, nous avons pris en compte quelques exemples de productions sous abris, compte-tenu de leur importance économique et surtout de certaines de leurs spécificités.

***Tableau 3** : Nombre d'exploitation cultivant des légumes, superficie en légumes et volumes récoltés, importés et exportés pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste - RGA 2000 et 2010 et FranceAgriMer pour les volumes*

	Légumes[68]		
	2000	**2010**	**Evolution**
Nombre d'exploitations	43 700	30 900	-29%
Superficie (ha)	235 000	201 700	-14%
Volumes récoltés (t)	6 531 000	5 211 000	-20%
Volumes exportés (t)	791 000	935 000	18%
Volumes importés (t)	1 292 000	1 665 000	29%

***Tableau 4** : Grands systèmes de culture pour les légumes pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste - RGA 2000 et 2010*

Modes de culture des légumes	**Surface (ha)**		
	2000	**2010**	**Evolution**
Serres ou abris hauts	6 966	7 431	7%
Plein champ - marché du frais	94 560	91 583	-3%
Maraîchage (plein air ou abri bas)	26 339	25 243	-4%
Plein champ – transformation[69]	106 890	77 395	-28%

***Tableau 5** : Répartition des surfaces cultivées par espèces légumières pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste - RGA 2000 et 2010*

Principales espèces légumières	**Superficie développée du légume (ha)**		
	2000	**2010**	**Evolution**
Salade	24 166	23 552	-3%
Melon	15 743	15 044	-4%
Carotte	15 281	14 533	-5%
Courgette	2 970	2 758	-7%
Petits pois	33 589	30 396	-10%
Haricot vert	30 365	26 690	-12%
Poireau	6 530	5 478	-16%
Fraise	3 769	3 096	-18%
Chou-fleur	25 923	20 281	-22%
Tomate	7 086	5 327	-25%
Asperge	7 784	4 932	-37%
Oignon de couleur	9 276	5 823	-37%

[68] Champ des exploitations légumières : exploitations ayant déclaré cultiver des légumes (y compris fraises et melons, hors superficies de racines d'endive), ces derniers pouvant être destinés à la consommation en frais ou à la transformation (appertisation, surgélation...).

[69] La surface de légumes destinés à la transformation était exceptionnellement faible en 2010, elle se situe en moyenne entre 2007 et 2011 aux alentours de 100 000 ha.

A1.3 - Pomme de terre

La superficie occupée par les cultures de pomme de terre (pomme de terre de consommation, transformée et plants) s'élevait à 154 500 ha en 2010. Le total des volumes récoltés en pomme de terre de consommation est de 5,061 Mt ce qui représente en valeur 1 668 millions €.
De 2000 à 2010 (Tableau 6), on observe:

- une réduction importante du nombre d'exploitations (-31 % entre 2000 et 2010), supérieure à la moyenne nationale (-26 %) ;
- un maintien des superficies cultivées en pomme de terre (-2 %) ;
- une augmentation des volumes récoltés (+4 % en 2010 par rapport à 2000, mais voisine de +10 % si on retient la production moyenne 2009-2011) ;
- un solde positif entre les volumes exportés et importés de 1,78 Mt en 2010 alors qu'il était de 0,74 Mt en 2000, conduisant à un solde positif de 340 millions €.

***Tableau 6** : Nombre d'exploitation cultivant des pommes de terre, superficie et volumes récoltés, importés et exportés pour les années 2000 et 2010 ; Source : Agreste - RGA 2000 et 2010 et FranceAgriMer pour les volumes*

	Pomme de terre[70]		
	2000	**2010**	**Evolution**
Nombre d'exploitations	30 501	20 983	-31%
Superficie (ha)	157 821	154 436	-2%
Volumes récoltés (t) *	4 844 000	5 061 000	+4%
Volumes exportés (t) *	1 006 000	2 162 000	+115%
Volumes importés (t) *	267 000	384 500	+44%

D'après Agreste 2011, les superficies cultivées en 2010 se répartissent en 118 900 ha de pomme de terre de consommation (5,012 Mt), 20 072 ha de pomme de terre pour la transformation (0,995 Mt) et 17 700 ha de plants de pomme de terre (0,487 Mt). La pomme de terre de consommation représente donc environ 75 % de la récolte totale de pomme de terre (6,6 Mt en 2010 et 7,4 Mt en 2011).
La France est le 3ème pays producteur en volume de pomme de terre de l'UE27, derrière l'Allemagne (12Mt) et la Pologne (8,2 Mt). La France est aussi le 2ème pays exportateur mondial derrière les Pays-Bas (FranceAgriMer, 2011a).
D'après FranceAgriMer (2011b), les pommes de terre destinées à la transformation (1,0 Mt en 2010) proviennent de 0,615 Mt de culture sous contrat, 0,191 Mt acheté sur le marché libre et 0,194 Mt d'importation. Les tonnages sont valorisés en surgelés (61 %), déshydratés (17 %), chips (12 %) et autres (10 %).

A1.4 - Economie des filières fruits, légumes et pomme de terre

Globalement, les filières FLP représentent en 2010 une superficie de 516 000 ha soit un peu moins de 2 % de la Surface Agricole Utilisée (SAU). Ces productions sont présentes dans près de 10% des exploitations agricoles françaises. Le volume de la production française de FLP est d'environ 13 millions de tonnes ce qui représente en valeur près de 8 milliards d'euros soit 12,3 % de la valeur de la production agricole française et 19,4 % des produits végétaux.
Pour l'ensemble des FLP, les évolutions depuis 2000 montrent une diminution de plus de 30 % du nombre d'exploitations, légèrement supérieure à celle de la moyenne nationale (- 26 %). La diminution des surfaces de 67 000 ha pour les fruits et légumes (- 15 %) s'est traduite par une perte de production de plus de 2,5 Mt (- 24 %) alors que les surfaces et les volumes de production de pomme de terre de consommation restent pratiquement stables.

[70] Pomme de terre de consommation (primeur et conservation)

On constate une forte dégradation du solde des échanges avec un déficit de la balance commerciale de plus de 2 milliards € en 2010 contre 1,2 milliards € en 2000 (accroissement de 7% par an) (FranceAgriMer, 2011a). Cette balance commerciale très déficitaire s'explique principalement par des pertes de marchés, mais est due aussi à une 'dé saisonnalité' croissante de la consommation.
Certains secteurs de production restent cependant très dynamiques : la pomme de terre (2ème exportateur mondial), la pomme de table (3ème exportateur mondial) et la filière des légumes transformés (1er exportateur mondial de haricots vert en conserve, 2ème exportateur en pois de conserve et haricots surgelés, 3ème en pois surgelés, etc.). Environ un quart de la production de fruits, légumes et pomme de terre est destiné à la transformation.

Le poids important de la main d'œuvre est une des spécificités du secteur de production des fruits et légumes. Le secteur FLP qui occupe moins de 2 % de la SAU et concerne environ 10% des exploitations agricoles, concentre environ 20% de l'emploi salarié agricole total et plus de 30% de l'emploi saisonnier (Darpeix et Bergeron, 2009). Lorsqu'on compare le nombre d'Unité de Travail Annuel (UTA) selon les orientations technico-économiques des moyennes et grandes exploitations (valeur moyenne 2,1 UTA par exploitation), les exploitations maraîchères ont en moyenne 4,7 UTA et les exploitations fruitières 3,9 UTA alors que le nombre d'UTA est de 1,2 par exploitation en cultures de céréales et d'oléo-protéagineux (Agreste Primeur, 2011 ; RGA 2010).
D'après un rapport parlementaire, le poids des charges salariales dans les charges de production des exploitations fruitières est le plus élevé d'Europe : 32,3 % en France contre 25 % en Espagne et 21% en Allemagne (Reynès, 2011). Ceci expliquerait pour partie la perte de compétitivité du secteur des fruits et légumes sur le marché européen. Cependant, d'après Hutin (2012), d'autres facteurs interviennent puisque certains pays ont des charges de main d'œuvre aussi élevées que la France (Pays-Bas, Belgique) mais qui sont compensées par une très bonne productivité liée en particulier à des investissements importants et réguliers (équipements, plantations).

Enfin, il faut aussi signaler les difficultés de transmission de l'outil de travail liées au faible nombre d'installations de jeunes agriculteurs, aux niveaux élevés d'investissements nécessaires et au retour sur investissement très aléatoire dans les filières fruits et légumes.

A2 - Les modes de production

Deux grands modes de production coexistent, voire sont de plus en plus imbriqués dans les filières, les territoires et même au sein des exploitations : le conventionnel autorisant et raisonnant l'utilisation des produits de synthèse et le mode de production biologique pouvant être issu d'une phase de conversion.

A2.1 - La production en Agriculture Biologique

D'après l'Agence Bio (2011), le cahier des charges de l'Agriculture Biologique (AB) est mis en œuvre par 9 615 producteurs de fruits et/ou légumes, ce qui représente 42 % des exploitations « bio » françaises et près de 41 000 ha, soit 6,9% des surfaces dédiées aux fruits et légumes en 2011[71]. Les surfaces cultivées en AB pour les fruits et légumes ont quasiment doublé en 3 ans. La part des surfaces de fruits cultivées en « bio » (surfaces certifiées AB et surfaces en conversion) par rapport à l'ensemble de la surface fruitière est passée de 4,6 % en 2007 à 11,7 % en 2011 (22 859 ha de fruits dont ceux destinés à la transformation : pomme à cidre et olive). L'AB est très importante dans le secteur des fruits à coque (près de 20 % des surfaces sont en bio). 63 % des surfaces en fruits frais bio sont localisés dans 4 régions : Provence-Alpes Côte d'Azur, Aquitaine, Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes.

[71] Remarque : les pourcentages de l'Agence Bio se réfèrent à une base de calcul plus large que les surfaces en fruits et légumes du RGA 2010 car elles intègrent les fruits destinés à la transformation, les légumes secs de plein champ, la pomme de terre, etc.

Pour les cultures légumières en frais, les surfaces cultivées en AB représentent 14 177 ha en 2011, soit 3,7 % de l'ensemble des surfaces des cultures légumières. La Bretagne est la première région de production de légumes frais bio (21 % des surfaces nationales).
La part des approvisionnements extérieurs est en baisse dans le secteur des fruits et légumes en AB (de 65 % en 2009 à 48 % en 2011). Ce recul est pour partie lié à la forte augmentation de la production française, même si des importations sont inévitables sur le secteur des fruits exotiques et des agrumes. Le marché des fruits et légumes bio en 2011 est toujours en hausse en volume (+31 % par rapport à la moyenne 2007-2009) et en valeur (+33 % par rapport 2007-2009) grâce à une augmentation du nombre d'actes d'achats et du panier moyen des consommateurs.

A2.2 - Le mode de production de type conventionnel

Pour les modes de production de type conventionnel, on assiste à un effort important des acteurs pour fédérer des démarches valorisant les efforts réalisés par les filières, pour faire évoluer les pratiques de production vers des pratiques à faible impact environnemental s'inscrivant dans les démarches globales du développement durable. Les filières fruits et légumes ont été précurseurs pour s'approprier les principes de la Production Intégrée[72] définis par l'Organisation Internationale de la Lutte Biologique (OILB) dès 1977 (Boller et *al*., 2004). Cette démarche globale intégrative construite autour du triptyque: économie- écologie-qualité des produits a servi de base de réflexion à l'élaboration de nombreux cahiers des charges de type Production Fruitière Intégrée (PFI). L'Association Nationale de Producteurs Pommes-Poires (ANPP) a été la première AOP à lancer une initiative de cette envergure à la fin des années 1990 (Christy, 2012). Une charte qualité des pomiculteurs de France, maintenant identifiée par le logo « Vergers écoresponsables » (ANPP, 2011) a été reconnue niveau 2 de la « Certification environnementale des exploitations » en 2013 par le Ministère en charge de l'Agriculture. Elle fédère environ 1200 producteurs et la moitié de la production française de pomme de table. Elle prévoit la reconnaissance de certains cahiers des charges équivalents de la distribution (ex. Global GAP) permettant une optimisation des audits des exploitations par l'organisme certificateur indépendant. Cette initiative a été reprise par d'autres filières de production (AOP Pêches et Nectarines : Charte nationale de Production Intégrée des Producteurs de Pêches et Nectarines, AOP Abricot).
En cultures légumières, diverses initiatives ont été prises par la Profession, tel que le projet RESOL - Responsabilité Sociétale des entreprises Légumières. Plusieurs chartes professionnelles proposées par des Associations d'Organisation de Producteurs (AOP) et comportant un volet « Production Intégrée » s'inscrivant dans les lignes directrices de l'OILB ont été agrées par les pouvoirs publics dans le cadre de la Commission Nationale des Fonds opérationnels [73] (Charte tomate/concombre ; Charte melon ; Charte fraise et, en cours d'agrément, Charte Légumes d'hiver (salades, chicorées, céleris, artichaut). A noter aussi que des entreprises de la filière commencent à s'impliquer dans des démarches collectives concernant l'agroalimentaire de type « 3 D – Destination – Développement Durable ». Pour la pomme de terre, un référentiel de bonnes pratiques de production et de stockage a été mis en place par le CNIPT[74].
Certaines démarches de type « marque, club, etc.», s'inscrivent dans ces dynamiques de valorisation du produit par l'ensemble des acteurs concernés, mais privilégient surtout la qualité commerciale du produit.
Actuellement, du fait de la forte évolution des modes de production et de la multiplication des cahiers des charges, il n'existe pas de statistiques précises permettant de quantifier la part de la production française de fruits, légumes et pomme de terre s'inscrivant dans des modes de productions à hautes valeurs environnementales ou se référant aux principes de l'agro-écologie.

[72] *Production Intégrée* : une production économique de produits de haute qualité, donnant la priorité à des méthodes écologiquement plus sûres, minimisant l'utilisation et les effets secondaires indésirables des produits agrochimiques, afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine.
[73] La Commission Nationale des Fonds Opérationnels (CNFO) est chargée de donner un avis sur les orientations générales du dispositif d'aide aux programmes opérationnels des organisations de producteurs de fruits et légumes. À ce titre, elle se prononce sur l'éligibilité des actions au regard de la réglementation.
[74] http://www.cnipt.fr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=57&Itemid=176

A3 - Les modes de commercialisation

Pour leur commercialisation, les fruits, légumes et pomme de terre sont soumis à des normes internationales (normes CEE-ONU), européennes (règlement UE n°543/2011 du 7 juin 2011) ou à une réglementation nationale. Par exemple, la norme générale de l'Union Européenne définit la notion de qualité saine, loyale et marchande en précisant les exigences minimales en matière de qualité et de maturité, et impose que les produits soient pratiquement exempts de toutes altérations visuelles et internes liées à des parasites ou des pourritures. Sur certains produits (10 fruits et légumes)[75] , ces normes sont complétées par des classements en catégories (Extra, catégories I et II) qui croisent des aspects de calibrage, d'homogénéité et de présentation des produits (Ctifl, 2012). Globalement, ces exigences de qualité commerciale entrainent des contraintes très importantes sur les modes de production et de conservation des FLP. Cependant, ces normes font actuellement l'objet d'un débat car elles génèrent un taux de déchet important à tous les échelons de la filière.
Il faut aussi souligner qu'il existe des normes en matière de qualité des produits qui peuvent être plus draconiennes selon leur destination, comme par exemple les produits destinés à l'alimentation infantile : ils font l'objet d'un cahier des charges très rigoureux et très contrôlé tout au long du cycle de production.

La valorisation des produits lors de leur commercialisation est un enjeu majeur pour les filières FLP car près d'une exploitation sur cinq en fruits et légumes, en mode de production conventionnelle (hors celles en l'Agriculture Biologique), s'inscrit dans des démarches de production sous signe de qualité[76] (AOC/AOP, IGP, Label Rouge, Certification de Conformité Produit (CCP), autres démarches de qualité). Ceci conforte l'importance pour les filières FLP françaises de l'élaboration de produits réputés de qualité et reconnus internationalement (Barry et *al.,* 2012).

En 2010, que ce soit pour les fruits, les légumes ou les pommes de terre, 60% des achats des ménages étaient réalisés dans les grandes et moyennes surfaces (en volume) et 15% dans les magasins de Hard Discount. Les achats dans les magasins primeurs et sur les marchés représentaient environ 9 % et 12 %, la vente directe et les autres modes de commercialisation ne représentant que 4% des volumes et de la valeur des achats (FranceAgriMer, 2011b).

On constate cependant un développement des circuits courts[77] de commercialisation puisque 46 % des exploitations ayant des cultures légumières et 25 % avec des cultures fruitières commercialisent une partie de leur production par cette voie. Les exploitations qui utilisent ce système de commercialisation sont généralement de plus petites tailles que celles qui distribuent vers les circuits longs, notamment en cultures légumières. Pour 57 % des exploitations légumières impliquées dans les circuits courts, ce mode de distribution représente plus de la moitié du chiffre d'affaires des ventes. Pour les fruits, la part des circuits courts est moins importante (Agreste Primeur, 2012), sans doute en raison de la forte spécialisation de certaines exploitations fruitières dans des grands bassins de production, la vente en circuit court étant assez consommatrice en temps de travail.

En définitive concernant les fruits, légumes et pomme de terre, on peut remarquer la grande diversité des produits, des systèmes de production et aussi des démarches des acteurs, ce qui ne permet pas d'identifier facilement les forces et les faiblesses des filières FLP au niveau national par rapport aux contextes internationaux. Globalement, concernant une évolution vers une agriculture plus durable, quelques tendances lourdes peuvent néanmoins être identifiées comme la spécialisation des acteurs de la production et la perte de compétitivité économique des exploitations. Cette perte de compétitivité diminue les marges de manœuvre pour développer des pratiques plus écologiques se répercutant rarement en une plus-value marchande des

[75] Normes spécifiques pour : pommes, poires, pêches et nectarines, fraises, kiwis, raisin de table, agrumes, poivrons doux, salades et tomates
[76] AOC : Appellation d'Origine Contrôlée ; AOP : Appellation d'Origine Protégée ; IGP : Indication Géographique Protégée ; CCP : Certification de Conformité Produit ; SIQO : Signes d'Identification de la Qualité et de l'Origine.
Autres démarches de qualité : mentions valorisantes officielles (« montagne», « fermier », « produits pays », « haute valeur environnementale »)
[77] Vente directe du producteur au consommateur ou vente indirecte mais avec un seul intermédiaire entre le producteur et le consommateur

produits, excepté pour l'AB, alors que ces pratiques peuvent induire des surcoûts en travail et s'accompagner d'une plus grande prise de risque. Toutefois, une structuration des démarches autour de cahiers des charges s'inscrivant dans le développement durable permet aux entreprises et aux filières de s'adapter aux évolutions du marché en relation avec les attentes des consommateurs – citoyens pour des produits de qualité, sans risque pour leur santé et pour des modes de production respectueux de l'environnement.

A4 - La consommation et la demande sociétale

En France, la part des dépenses alimentaires par rapport aux autres dépenses des consommateurs est en diminution constante (13,6 % en 2009 versus 20,8 % en 1970, source INSEE). Les dépenses alimentaires y sont moins importantes que dans d'autres pays comme l'Allemagne ou les Etats-Unis. De plus, la répartition de consommation domicile et hors-domicile évolue, le budget alimentaire hors domicile ne cessant d'augmenter depuis 50 ans (33 % en 2008 versus 17 % en 1958) (Gira Food service). Concernant les fruits et légumes (frais ou transformés), la consommation totale paraît être stable en volume depuis la fin des années 90, mais a tendance à s'éroder progressivement quand elle est exprimée par habitant. Les quantités achetées par ménage français sont de 83,6 kg par ménage/an pour les légumes (sans la pomme de terre) et de 86,1 kg pour les fruits. En 2010, la consommation des fruits et légumes représentait environ 14,5 % des dépenses alimentaires des ménages français, mais à l'intérieur du panier de la ménagère, les fruits et légumes sont considérés comme des produits chers et ne sont pas toujours privilégiés, au moins par certaines catégories de consommateurs. La consommation moyenne de fruits et de légumes est de 342 g/habitant/jour en France, et en Europe de 386 g/habitant/jour avec un gradient croissant Nord-Sud. D'une manière plus générale, la consommation de légumes est plus forte dans les pays européens que dans de nombreuses autres parties du monde, et c'est l'inverse pour les fruits où les pays d'Amérique latine sont les plus importants consommateurs.

Le niveau de consommation reste toujours inférieur aux recommandations nutritionnelles de l'OMS (400 g/habitant/jour) et du Plan National Nutrition Santé (PNNS) lequel recommande de consommer au moins 5 fruits et légumes par jour au travers d'une communication soutenue depuis plusieurs années via les médias. On observe seulement et au mieux le maintien du niveau de consommation depuis une dizaine d'années. La consommation des fruits et légumes augmente avec l'âge, mais cet effet se double d'un effet générationnel très significatif pour les consommateurs nés après 1960. Actuellement 60 % des individus adultes se situent en dessous de ce repère et les populations qui apparaissent les plus sous-consommatrices sont les personnes à faibles revenus et les jeunes. Si rien n'est fait pour inverser la tendance, ceci laisse présager une baisse durable de la consommation (Amiot-Carlin et *al*., 2007).

De nombreuses enquêtes mettent en évidence l'inquiétude des français pour la qualité sanitaire de leur alimentation. Selon un sondage CSA de février 2012, 73 % des Français sont inquiets (43 % assez inquiets et 30 % très inquiets) face à la présence de « traces de pesticides » dans leurs produits alimentaires. Le baromètre de l'alimentation du CREDOC (2011) montrait aussi que ce sont les traitements des cultures par les pesticides qui inquiètent le plus les français (54 %), devant tous les autres risques. Cette crainte nourrit donc la demande croissante des consommateurs pour des produits, réputés plus sains, en particulier les produits issus de l'agriculture biologique. Par ailleurs, l'intérêt des consommateurs pour la provenance du produit est en train de reconfigurer les relations de la grande distribution et de ses fournisseurs.

On assiste à des changements importants de comportement. Les consommateurs achètent moins de frais, même pour les produits de saison. Les achats de produits hors-saison diminuent, et on note un engouement croissant pour les produits exotiques. Ces produits sont achetés plus facilement chez les « discounters » et en moyenne surface de quartier et moins fréquemment en grande surface ou au marché. En termes de substitution, les consommateurs se tournent vers les féculents, les conserves et les surgelés, jugés moins chers et plus pratiques.
Les principaux freins à la consommation des fruits et légumes sont actuellement : leur caractère périssable, la perception du prix élevé, leur faible «praticité», leur faible accessibilité hors domicile, le manque de temps et de savoir-faire des consommateurs pour leur préparation, ainsi que la simplification de la composition des

repas et l'appauvrissement de la diversité alimentaire. Ces freins sont plus importants pour les légumes que pour les fruits.

En définitive, la consommation en fruits et légumes de saison n'augmente pas en France malgré le Plan National Nutrition Santé. Même si ces messages sont maintenant bien connus de l'ensemble des consommateurs, ils ont encore peu d'effet sur leurs comportements. La diversité des fruits et légumes offerts et consommés s'amenuise tandis que les exigences des consommateurs augmentent, notamment en matière de qualité sanitaire (notion de « zéro résidu » de pesticides) ou de méthodes de production respectant l'environnement (76 % des français mettent en avant ce critère, CREDOC 2011). Pour stimuler la consommation, il faut développer la valorisation de la diversité des fruits et légumes, proposer des produits sains et répondant au critère de praticité, c'est à dire adaptés à la diversité des modes actuels de consommation et aux repas hors domicile, et agir sur le long terme par l'éducation des jeunes (Havermans et *al.*, 2010).

A5 - Conclusion

Sur le plan socio-économique au cours de la dernière décennie, les filières françaises FLP, excepté pour les pommes de terre et certains fruits ou légumes plus économes en moyens de production, affichent de façon générale une décroissance plus ou moins marquée, avec une balance commerciale de plus en plus négative, signe d'une perte de compétitivité par rapport à la concurrence internationale. On observe aussi des changements des modes alimentaires des français. La veille assurée par FranceAgriMer par rapport à nos principaux concurrents indique bien que si les coûts de production, surtout liés à un coût du travail élevé, pénalisent la France, de nombreux autres paramètres expliquent ce déclin (Hutin, 2012) : (i) une érosion de notre potentiel de production (baisse des surfaces, niveau de rendement stagnant lié à un investissement insuffisant, etc.) se traduisant parfois par une offre trop marginale sur les marchés, et de plus, souvent accompagnée d'une atomisation de l'offre par rapport à nos grands concurrents, (ii) une organisation insuffisante des filières pour définir des stratégies cohérentes prenant mieux en compte les attentes des consommateurs et de la société, et pour mettre en place des moyens de promotion permettant de valoriser à la fois la qualité des produits et les nouveaux modes de production plus écologiques. Il faut cependant noter que ces stratégies sont à concevoir pour le moment comme un investissement pour l'avenir, le temps que les attentes des consommateurs-citoyens se traduisent en véritables actes d'achat pour soutenir les enjeux de cette agriculture durable.

Encadré 1.

Principaux éléments clés de la performance économique des productions de la filière FLP

La culture de la pomme de terre de consommation et certaines cultures légumières de plein champ (par exemple les légumes destinés à la transformation, les carottes, les oignons, …) se rapprochent plus des systèmes de production des grandes cultures (production intensive, apport conséquent d'intrants - eau, fertilisants produits phytosanitaires -, mécanisation importante).

Pour les autres productions de fruits et légumes, dont la viabilité économique est dépendante de nombreux facteurs, on constate :

- Des niveaux de production généralement assez élevés dans les filières fruits et légumes françaises, même si cette performance a tendance à s'éroder comparativement à celle des autres producteurs concurrents européens, en particulier dans certains secteurs de la filière fruits (vieillissement du verger, mécanisation insuffisante, etc.) ;

- Des résultats économiques extrêmement contrastés selon les espèces cultivées, mais ne permettant plus d'assurer la viabilité économique de certaines exploitations très spécialisées, en particulier pour certaines espèces fruitières (pêcher par exemple) ou légumières (salades, tomate d'industrie, etc.) ;

- Des capacités d'investissement devenant insuffisantes pour assurer le renouvellement des moyens de production (vergers, tunnels, etc.) ;

- Des systèmes de production fruits et légumes nécessitant beaucoup de main-d'œuvre permanente mais aussi temporaire, génératrices d'une richesse sociale au sein des territoires ruraux, mais occasionnant des charges de production

très élevées (la main d'œuvre peut représenter plus de 50 % des coûts), et pouvant entrainer une forte distorsion de concurrence au niveau international et européen, du fait de ces coûts et de la réglementation du travail en France. De plus, la pénibilité du travail est assez importante, en particulier pour la récolte, ce qui crée de grandes difficultés aux chefs d'entreprise pour satisfaire les besoins en main d'œuvre de leur exploitation ;

- Des difficultés de transmission de l'outil de travail liées au faible nombre d'installations de jeunes agriculteurs, aux niveaux d'investissement exigés et au retour sur investissement très aléatoire.

B - Les risques environnementaux et les leviers d'action techniques

B1 - Les impacts environnementaux des systèmes de production en fruits, légumes et pomme de terre

Une analyse à dire d'experts des impacts potentiels (favorables ou défavorables) des grands systèmes de production de fruits, légumes et pomme de terre vis-à-vis des principaux critères de durabilité met en évidence quelques grandes tendances (Tableau 7). A noter que cette analyse est complexe du fait de la forte interdépendance entre les systèmes de production et la zone géographique de culture ; ceci peut conduire, pour un même système, à des impacts différents selon les caractéristiques du milieu. L'analyse de ce tableau fait cependant ressortir les points saillants suivants :

- Les pressions environnementales sont très contrastées selon les différents systèmes de production et les espèces cultivées, mais peuvent être importantes au regard de certains indicateurs.
- Cette pression sur le milieu est à pondérer par la proportion des surfaces occupées par les FLP par rapport aux autres cultures à l'échelle des territoires, avec cependant des zones de production légumière ou fruitière assez concentrées, par exemple en Bretagne ou dans le Sud de la France.
- Cette spécialisation importante de certains bassins de production accentue les risques que les pressions environnementales occasionnées contribuent à la dégradation des milieux (pollutions ponctuelle ou diffuse, accumulation des métaux lourds comme le cuivre), à une érosion de la biodiversité et à une raréfaction de la ressource en eau en quantité et qualité.

B1.1 - Les produits phytopharmaceutiques

La première menace d'impact négatif est principalement liée à la forte utilisation des produits phytopharmaceutiques (Butault et *al*., 2010). L'arboriculture fruitière, les cultures de légumes et de pomme de terre occupent moins de 2% de la SAU mais utilisent au total environ 15 % des produits phytopharmaceutiques appliqués en France. Certaines espèces sont parmi les cultures ayant les Indices de Fréquence de Traitement (IFT) les plus élevés. Cette forte utilisation s'explique par la sensibilité de ces systèmes aux impacts économiques des bioagresseurs qui provoquent des pertes de rendement mais aussi des pertes de quantité commercialisable en dégradant la présentation visuelle et l'aptitude à la conservation des produits frais. Globalement, cette forte pression en produits phytosanitaires accentue les risques potentiels sur les différents compartiments de l'environnement (sol, air, eau de surface et profonde) et sur la santé humaine (risques concernant les applicateurs, les consommateurs des produits récoltés et les citoyens par rapport à la dispersion des pesticides dans l'air) même s'il est difficile de les quantifier (Aubertot et *al*., 2005). Les systèmes de production se différencient cependant selon les compartiments de l'environnement les plus concernés : les impacts sur la qualité de l'eau liés aux herbicides sont plus faibles sur les fruits en raison de l'enherbement des inter-rangs par rapport aux cultures légumières de plein champ ou la pomme de terre ; à l'inverse, les modes de pulvérisation utilisés en arboriculture accentuent les problèmes de dérive dans l'atmosphère des traitements insecticides et fongicides alors que ce risque est négligeable en cultures sous abri.

Tableau 7 : *Indicateurs de performances de la durabilité pour différents systèmes de production en fruits, légumes et pomme de terre. Grille de notation : (+) effet favorable ; (-) effet défavorable ; (+/-) effet variable ; (=) effet neutre et (?) informations insuffisantes ou non disponibles) ; Source : Groupe filière fruits, légumes et pomme de terre de l'Inra*

Critères de performance			Fruits à pépins (pommier)	Fruits à noyau (pêcher)	Légumes de plein champ	Légumes sous serre	Pomme de terre
Production (en lien avec exigences du marché)	Rendement : brut, commercial, industrie		+	+	+/-	+	+
	Qualité commerciale et sanitaire : aspect visuel, état sanitaire, aptitude conservation, etc.		+	+	+	+	+
	Qualité d'intérêt pour consommateurs : gustative, composition sucres, valeur santé		+	+/-	?	+/-	+
Viabilité économique	Rentabilité		+/-	-	+/-	+	+
	Robustesse : autonomie, dépendances aux aides, diversité de production		+/-	+/-	+/-	+/-	+
	Transmissibilité - pérennité économique		+/-	-	-	-	+
Ressources naturelles	Consommation d'énergie		+/-	+/-	-	-	-
	Consommation eau irrigation		+/-	-	+/-	+	-
	Consommation de phosphore (fertilisation)		=	=	-	=	-
Pressions sur l'environnement	Sol	Physique : état structural et compactage, érosion	-	+/-	-	+/-	+/-
		Maintien de la MO, vie biologique du sol	=	=	-	-	-
		Accumulation d'ETM (Cu, …)	-	-	?	+/-	=
	Qualité d'eau	Pollution par nitrate, phosphore	+/-	-	-	+/-	-
		Produits Phytosanitaires	+/-	+/-	-	+/-	-
	Air	GES - NH3 - N2O	?	?	-	+/-	-
		Dérives des produits phytsanitaires	-	-	+/-	?	+/-
	Biodiversité	Surfaces semi-naturelles, diversité des cultures dans un paysage	=	=	+	-	=
		Biodiversité végétale et diversité des auxiliaires et de la faune utile	+	+	+	-	-
Dimensions sociales	Travail (génère du temps de travail et de l'emploi)		+	+	=	+	=
	Organisation du travail - Pénibilité		-	-	+/-	-	+
	santé (exposition aux risques)		-	-	-	-	=

B1.2 - L'irrigation et la fertilisation

Les besoins importants en eau pour l'irrigation des cultures de fruits, légumes et pomme de terre peuvent occasionner des impacts majeurs sur la ressource en eau dans les régions où elle est limitée. De même, les niveaux de la fertilisation, en particulier azotée, peuvent être élevés en cultures de légumes et de pomme de terre pouvant participer à la pollution diffuse des masses d'eau par la lixiviation des nitrates et l'entrainement du phosphore. Ceci est d'autant plus problématique que les systèmes de production sont localisés dans des zones à enjeu « eau » ou dans des régions déjà fortement exposées à la pollution par les fertilisants.

Les autres pressions sur le milieu (fertilité des sols, érosion, gaz à effet de serre, accumulation d'éléments traces métalliques comme le cuivre, etc.) semblent présenter des risques environnementaux qui sont encore souvent mal documentés pour ces productions, mais apparaissent moins prioritaires. Les risques potentiels seraient donc à analyser spécifiquement pour chaque système de culture.

B1.3 - La biodiversité végétale

Un effet positif pour l'environnement est imputable à la biodiversité végétale introduite au sein des territoires par la diversité des cultures et des systèmes de production en fruits et légumes et par les infrastructures agro-écologiques qui y sont de plus en plus associées (enherbement des vergers, haies composites, bandes fleuries, nichoirs, etc.). Celles-ci peuvent s'accompagner d'une augmentation de la richesse et de l'abondance en auxiliaires des cultures (biodiversité fonctionnelle), à condition toutefois que les programmes de lutte chimique contre les bioagresseurs soient vraiment maitrisés et adaptés afin de réduire les effets non intentionnels sur ces auxiliaires (Simon et *al*., 2010).

B1.4 - La consommation énergétique

Enfin, il faut signaler l'importante consommation énergétique des systèmes de culture légumiers sous abris chauffés et donc leur contribution au gaz à effet de serre et leur grande vulnérabilité à une augmentation des prix de l'énergie (ADEME, 2012). De même, les produits issus de la pétrochimie sont abondamment utilisés pour les paillages, les couvertures d'abri, les filets anti-grêle ou encore le contrôle des ravageurs et la protection phytosanitaire. Certains produits constituent des déchets difficilement recyclables. Néanmoins, d'importants progrès ont été réalisés puisque la filière de récupération Adivalor, mise en place depuis 2009, récupérait en 2011 plus 30 % des déchets plastiques agricoles.

En définitive, l'analyse des performances économiques des filières FLP et des pressions qu'elles induisent sur l'environnement montre qu'il est impératif de mettre en œuvre un ensemble de leviers d'action pour améliorer encore la soutenabilité des productions et par la même de ces filières. Les deux enjeux majeurs sont :

- l'amélioration des performances agronomiques et économiques des systèmes de production pour augmenter la compétitivité des exploitations
- la réduction des impacts environnementaux par une limitation importante de l'usage des produits phytopharmaceutiques de synthèse grâce à la mise en œuvre globale d'une gestion efficiente des intrants, mais également grâce au développement de véritables stratégies agro-environnementales qui concilient à la fois les missions premières des filières FLP en matière d'alimentation humaine et celles de gestion du territoire pour contribuer au bénéfice santé humaine et réduire les risques potentiels sur l'environnement.

Pour apporter des solutions durables à ces enjeux, la démarche proposée doit être globale. Il s'agit donc, en premier lieu, de renforcer les initiatives déjà engagées par les acteurs des filières autour de cahiers des charges reposant sur les principes de la Production Intégrée. Pour ceci, il est nécessaire d'identifier les

leviers d'action techniques et organisationnels permettant d'accélérer ce passage vers des systèmes à hautes performances économique et écologique.

B2 - Les leviers d'action techniques

Pour développer une production intégrée et durable, il faut mettre en œuvre de manière cohérente un ensemble de leviers d'action adaptés au contexte territorial et au système de production adopté afin d'agir simultanément sur les facteurs définissant la performance économique et environnementale. Même si l'approche doit être globale, pour des raisons de présentation, nous analyserons dans un premier temps les grands leviers d'action techniques permettant une diminution de l'usage des produits phytopharmaceutiques et respectant les principes de la protection intégrée des cultures. Ensuite, après avoir examiné les attentes pour une innovation variétale permettant de répondre aux nouveaux enjeux, nous aborderons l'intégration de tous les leviers d'action techniques pour concevoir des systèmes répondant aux enjeux de la soutenabilité économique, sociale et environnementale.

B2.1 - L'utilisation de méthodes alternatives pour limiter l'usage des produits phytopharmaceutiques

La protection des cultures de fruits, légumes et pomme de terre présente quelques points très spécifiques expliquant son importance majeure :

- Les bioagresseurs peuvent occasionner des pertes de récolte importantes (rendement) mais aussi des pertes économiques parfois sans commune mesure avec les pertes de récolte (calibre insuffisant, refus à l'exportation de lots commerciaux pour quelques individus présentant des dégâts, risques microbiologiques liés à la conservation post-récolte, etc.).
- Ce sont des produits frais (i) pouvant être directement consommés d'où l'importance des critères de sécurité des aliments et de présentation des produits (aspects visuels) et (ii) participant à une nutrition équilibrée et saine, et véhiculant une image de naturalité, ce qui augmente les attentes des consommateurs et des pouvoirs publics sur des pratiques de production respectueuses de l'environnement.
- En cultures fruitières pérennes comme en cultures annuelles sous abri, la priorité est de ne pas laisser s'installer des populations de bioagresseurs afin d'éviter une perte de maîtrise liée aux effets cumulatifs pluriannuels (augmentation des stocks initiaux : inoculum des champignons, ravageurs au stade hivernant,…).
- Sur les espèces fruitières, le développement potentiel de bioagresseurs peut réduire la durée de vie du verger par mortalité des arbres et/ou peut faire l'objet d'une lutte réglementaire obligatoire pour éviter leur propagation dans le cadre des organismes de quarantaine avec lutte obligatoire (plan d'arrachage des individus touchés).
- La résurgence de bioagresseurs ou l'émergence de nouveaux parasites et ravageurs peut être liée à la limitation des traitements pesticides et/ou au changement du climat.

B2.1 .a - De la protection chimique raisonnée…

Jusqu'au début des années 2000, la gestion de la protection des cultures a été raisonnée mais souvent en prenant une faible prise de risque (recherche d'une absence de dégâts) du fait des considérations évoquées précédemment, en ayant souvent recours en premier lieu à la lutte chimique du fait de sa facilité de mise en œuvre et surtout de son très bon rapport efficacité / coût quand les produits phytopharmaceutiques ont conservé leur efficacité (absence de résistance des bioagresseurs aux pesticides). Cette efficacité de la lutte chimique a souvent permis de s'abstenir de certaines considérations agronomiques (choix variétaux ou d'espèces tenant compte des potentiels de pression biotique selon les conditions du milieu, désinfection du sol rendant possible des

rotations très courtes, etc.) et a contribué à l'installation de systèmes de production très dépendants de l'usage des pesticides (Ricci et *al.*, 2011).

Pour prendre en compte les attentes sociétales et répondre à des impasses techniques (résistances des bioagresseurs aux pesticides), ainsi qu'aux exigences de la réglementation française et européenne, et de la grande distribution (cahier des charges distributeurs à respecter pour accéder au marché), les professionnels, avec l'appui des instituts techniques, se sont organisés pour promouvoir des modes de production plus respectueux de l'environnement s'inscrivant dans les démarches du développement durable. Ces cahiers des charges « producteurs » intègrent de plus en plus les nouvelles exigences de la « Certification environnementale des exploitations » définies par le ministère en charge de l'agriculture et celles des règlements européens qui instaurent une protection des cultures qui ne soit plus centrée sur la lutte chimique qui ne viendrait réellement qu'en dernier recours lorsque tous les autres leviers d'action pour maîtriser les bioagresseurs auront été auparavant mobilisés.
A cette évolution très rapide du cadre réglementaire qui tend à juste titre à diminuer les risques de la lutte chimique sur l'environnement et la santé humaine, s'ajoutent d'autres préoccupations pour les filières FLP : un assez faible taux de renouvellement des produits phytopharmaceutiques et une multiplicité des couples bioagresseur-espèce induisant une augmentation des usages orphelins, l'absence de solutions alternatives pour certains bioagresseurs, l'émergence de nouveaux ravageurs, etc.

B2.1 .b - … à la protection intégrée

La protection intégrée[78], définie par la directive européenne 2009/128/CE et initiée dans le cadre du plan Ecophyto, deviendra obligatoire en 2014. Les principes de la protection intégrée sont basés sur l'élaboration de stratégie associant généralement un ensemble de méthodes souvent à effet partiel ne visant plus à éradiquer le bioagresseur mais à maîtriser des complexes de populations de bioagresseurs jusqu'à un niveau n'occasionnant pas de dommages économiques. De ce fait, le rôle des conseillers techniques est de plus en plus déterminant. Pour atteindre cet objectif, il faut donc combiner différents leviers permettant d'agir à plusieurs niveaux selon le modèle ESR : Efficience-Substitution et Reconception qui analysent les voies de progression pour passer de la lutte chimique à la production intégrée (Hill et Mac Rae, 1995 ; Lamine et Bellon, 2009 ; Coulon et Meynard, 2011) :

- Prévoir les risques liés aux bioagresseurs aux différentes échelles spatiale et temporelle (modélisation) pour déclencher des interventions très ciblées lorsque les seuils de nuisibilité sont atteints (bulletins de santé du végétal, outil d'aide à la décision, etc.).
- Améliorer l'efficience de la lutte chimique, mise en œuvre en dernier recours, pour augmenter son efficacité (améliorer le positionnement des interventions par rapport au cycle des bioagresseurs) et en développant les stratégies raisonnées afin de réduire les doses appliquées et sélectionner les produits ayant le meilleur profil éco-toxicologique.
- Substituer aux traitements à base de substances phytopharmaceutiques de synthèse des techniques alternatives qui peuvent agir préventivement ou par lutte directe sur les bioagresseurs (contrôle génétique, contrôle cultural, lutte biologique, lutte biotechnique, lutte physique, lutte avec des produits de biocontrôle, etc.).
- Reconcevoir et faire évoluer les caractéristiques des systèmes de culture, les infrastructures agro-écologiques ou les logiques des stratégies de protection pour favoriser une autorégulation

[78] La Directive Européenne 2009/128/CE qui instaure un nouveau « cadre pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec un développement durable en réduisant les risques et les effets des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement » considère la lutte intégrée contre les ennemis des cultures comme « la prise en considération attentive de toutes les méthodes de protection des plantes disponibles et, par conséquent, l'intégration des mesures appropriées qui découragent le développement des populations d'organismes nuisibles et maintiennent le recours aux produits phytopharmaceutiques et à d'autres types d'interventions à des niveaux justifiés des points de vue économique et environnemental, et réduisent ou limitent au maximum les risques pour la santé humaine et l'environnement. La lutte intégrée contre les ennemis des cultures privilégie la croissance de cultures saines en veillant à perturber le moins possible les agro-écosystèmes et encourage les mécanismes naturels de lutte contre les ennemis des cultures ».

naturelle et réduire la fragilité des systèmes de culture vis-à-vis des attaques des bioagresseurs (action sur la biodiversité fonctionnelle, action par la rotation des cultures ou les choix de plantation des vergers, cohérence des stratégies par rapport aux objectifs de soutenabilité des systèmes, etc.). Dans cette « reconception » des systèmes, les caractéristiques du matériel végétal apparaissent souvent centrales en particulier par ses aspects de résistance ou tolérance aux bioagresseurs, mais aussi ses aptitudes à produire (facilité de conduite, potentiel productif et régularité, qualité des produits, etc.).

Les leviers d'action sont classés (Coulon et Meynard, 2011), par grandes catégories de moyens de maîtriser les bioagresseurs (Tableau 8), avec des moyens préventifs permettant de les contrôler en amont des dégâts et des moyens de rattrapage ou curatif permettant de lutter contre les bioagresseurs lorsqu'ils sont déjà présents dans la parcelle (limitation des dégâts). Parmi les moyens de lutte, on trouve de nombreuses techniques alternatives basées sur une action directe sur le bioagresseur et qui, de ce fait, ne font que se substituer à l'utilisation des pesticides mais également la lutte chimique. Les méthodes permettant de contrôler préventivement le développement des bioagresseurs ou de réduire la sensibilité des cultures aux attaques participent plutôt à la « reconception » des systèmes.

Tableau 8 : *Catégories de leviers d'action utilisables pour la protection intégrée des cultures. Classement selon le niveau d'action du modèle Efficience-Substitution-Reconception (ESR) ; Source : Groupe filière fruits, légumes et pomme de terre de l'Inra*

Catégories	**Leviers d'action et/ou mode d'action**	ESR[a79]
Outil d'aide à la décision (OAD)	Modèles phénologiques et épidémiologiques, réseau d'avertissement, observations en cultures, piégeage,…	E
Infrastructure agro-écologique et paysage	Biodiversité fonctionnelle (lutte biologique par conservation)	R
Contrôle génétique	Variétés, porte-greffe	S R
Contrôle cultural	Rupture des cycles biologiques par rotation des cultures	R
	Prophylaxie directe	S E
	Action sur les stocks de populations (inoculum, larves)	S R
	Atténuation des risques en cultures (conduite des cultures, irrigation, fertilisation, gestion du microclimat, etc.)	R
	Autres (enherbement rang, éliciteurs, SDP)	R
Lutte physique	Filets anti-insectes, désherbage mécanique, argiles, etc.	S
Lutte biologique	Lâchers d'auxiliaires, piégeages massifs, etc.	R S
	Confusion sexuelle (lutte biotechnique)	S
	Lutte directe avec produits de biocontrôle Virus de la granulose, *Bacillus thuringiensis*	S
Lutte chimique	Choix substances actives à meilleur profil écotoxicologique	E
Efficience des interventions	Réduire les doses appliquées et la dispersion (matériel d'application)	E

B2.1 .c - Exemples de leviers d'action mobilisables

De nombreux leviers d'action mobilisables pour réduire l'utilisation des pesticides existent déjà ou sont en cours d'études. Les annexes 1 et 2 listent pour le secteur des FLP des pistes de recherche étudiées par l'Inra, le plus souvent avec des partenaires des filières, pour améliorer l'impact environnemental des

[79] Certains leviers d'action peuvent être mobilisés à plusieurs niveaux du modèle ESR

systèmes de culture ; certaines étant déjà opérationnelles[80]. D'autres méthodes alternatives sont également décrites sur le portail EcophytoPic[81].
Plusieurs de ces techniques alternatives, mises aux points dans la dernière décennie, connaissent déjà un fort développement (Jeannequin et *al*., 2011).

- *Matériel végétal résistant aux bioagresseurs*

La création de ce type de matériel végétal entreprise par l'Inra a permis de proposer de nouvelles variétés, soit en fournissant des géniteurs aux sélectionneurs privés (par exemple pour les espèces légumières, les variétés de pomme de terre 'Coquine' et 'Cephora', résistantes au mildiou, et 'Ildher', résistante au nématode à kyste *Globodera pallida*), soit pour les espèces fruitières, directement par l'Inra en partenariat avec les acteurs professionnels pour la création et/ou la multiplication des plants (abricot Shamade-Aramis® résistant à la sharka, pommes de table, Ariane et Dalinette-Choupette®, ou à cidre, Douce de l'Avent, résistantes à la tavelure,…). Il faut souligner l'important travail de création variétale chez le pommier de table (11 variétés sorties depuis 15 ans et améliorées pour la résistance à la tavelure). Ces variétés résistantes mais qui ont aussi de bonnes aptitudes agronomiques et commerciales, sont de plus en plus recherchées par les producteurs. Toutefois, le contournement parfois assez rapide de la résistance monogénique de ces variétés par les bioagresseurs est un frein à leur extension, en particulier pour les fruits où les investissements de plantation sont réalisés pour au moins une voire deux décennies. Le nombre de variétés résistantes simultanément à plusieurs bioagresseurs est pour l'instant beaucoup plus limité, même si quelques exemples existent : par exemple la tomate Garance® est résistante à la fusariose, à la verticilliose, au virus de la mosaïque du tabac, au nématode à galle, à la maladie des racines liégeuses et à la bactérie Pseudomonas tomato ; des géniteurs de pomme de terre résistants simultanément au mildiou, au nématode à kyste et/ou à certains virus ont été diffusés aux obtenteurs privés dans la dernière décennie en vue de les introduire dans les programmes de création variétale ; signalons aussi les travaux réalisés sur les porte-greffe des légumes et des fruits pour la résistance aux parasites du sol, en particulier les nématodes. Les nouvelles approches de gestion durable des résistances chez les espèces légumières constituent également un levier d'action non négligeable pour l'avenir (Palloix et *al*., 2008). Ces études ont été aussi engagées chez le pommier, avec des mélanges variétaux en vue de limiter les risques de contournement de la résistance à la tavelure. Cette approche expérimentale apparait très difficile à mettre en œuvre pour la gestion globale du verger en matière de conduite et de récolte. Cependant, elle pourrait être raisonnée à l'échelle de l'exploitation voire d'une région de production.

- *Lutte physique*

La protection physique regroupe un large spectre de techniques agissant soit directement sur le bioagresseur pour l'éliminer du milieu (méthode active) soit de manière passive en insérant des barrières entre la culture et le bioagresseur ou en modifiant l'état du milieu. La lutte physique fait appel à de très nombreux procédés (mécanique, thermique, acoustique, électromagnétique, barrière physique, etc.) utilisables en cours de culture et en inter-culture, mais aussi en post-récolte. On assiste actuellement à un fort développement de ces techniques comme, par exemple, le désherbage mécanique des cultures pour contrôler les adventices, la solarisation pour désinfecter les sols en cultures légumières, l'utilisation de mulchs et paillages, les traitements à l'eau chaude et le stockage des produits à basse température en post-récolte, etc. L'utilisation des filets anti-insectes comme barrière physique (filet Alt'Carpo® pour lutter contre le carpocapse du pommier ou bien filet Ultravent® en serre contre les aleurodes) apporte une solution alternative très efficace dans certaines situations à très forte pression en bioagresseurs. Le fort développement, malgré son coût élevé, des filets Alt'Carpo® en vergers de pommiers s'explique aussi par la possibilité de coupler une protection climatique (paragrêle) à une lutte contre plusieurs ravageurs.

- *Biocontrôle*

La mise en place du biocontrôle par l'utilisation de biopesticides divers a été développée de manière très importante au cours des dernières années (Regnault Roger et al., 2008) on peut citer notamment les

[80] http://www6.inra.fr/groupes-filieres/Expertises-multifilieres/Innovations-environnementales
[81] http://agriculture.gouv.fr/Presentation-d-EcophytoPIC

bioinsecticides se substituant aux produits phytopharmaceutiques chimiques (virus de la granulose contre le carpocapse et sa nouvelle formule Carpovirusine TM Evo2, *Bacillus thuringiensis* utilisé contre les larves de coléoptères, diptères, lépidoptères, etc.), les insecticides phytochimiques. La méthode de confusion sexuelle qui en saturant l'atmosphère de phéromones désoriente le papillon mâle et réduit fortement la probabilité d'accouplement, permet de rompre le cycle du ravageur avant l'apparition du stade nuisible (stade larvaire). Cette méthode est déjà largement utilisée sur certains couples espèce-bioagresseur (50 % des vergers de pommiers sont conduits en confusion sexuelle pour lutter contre le carpocapse des pommiers et des poiriers, la tordeuse orientale des espèces fruitières, notamment du pêcher et du pommier). Cependant, la confusion sexuelle n'est très efficace que si la population du ravageur n'est pas trop élevée. Sous forte pression, une protection complémentaire sur les périodes à haut risque est recommandée.

- *Stimulateurs de défense des plantes (SDP)*

Ces substances favorisant le Système de Défense des Plantes sont théoriquement capables de diminuer la sensibilité des cultures face aux bioagresseurs (microorganismes pathogènes et ravageurs) et pourraient donc participer à la réduction des pesticides. Leur efficacité, qui peut avoir été démontrée sur des plantes modèles de laboratoire ou par des essais de protection en serre vis-à-vis d'un pathosystème donné, reste décevante au champ (absente ou très variable). De nombreuses questions restent ouvertes comme l'effet des conditions environnementales, l'effet variétal, les interactions avec d'autres intrants, leur intégration dans les itinéraires techniques (Walters et *al*., 2013 ; Maisonneuve et *al*., 2013). Il s'agit également d'une catégorie de produits très hétéroclites (origine naturelle - composés purifiés, extraits plus ou moins bruts ou encore organismes vivants - ou synthétique) dont la classification réglementaire nécessiterait une clarification urgente avec des méthodes standardisées de démonstration d'efficacité sur les cultures visées (protection et stimulation de défense).

- *Lutte biologique*

La lutte biologique par introduction d'auxiliaires s'avère souvent très efficace en milieu confiné et elle est largement utilisée sous serre (concept de la Protection Biologique Intégrée). Dans ce cas, on introduit les auxiliaires (produits en masse et vendus aux producteurs) de façon inondative. En arboriculture, elle est moins fréquente du fait des difficultés d'acclimatation des auxiliaires ou des parasitoïdes sur plusieurs années (ex. lâchers introductifs de l'acarien prédateur *Kampimodromus aberrans* pour lutter contre l'acarien rouge phytophage *Panonychus ulmi* en pommier). Dans ce cas, l'auxiliaire est récupéré dans des parcelles où il est très présent, puis relâché dans les zones infestées. La lutte biologique exige dans tous les cas, un réaménagement de la stratégie de lutte chimique pour préserver les auxiliaires. Elle nécessite aussi beaucoup de prudence car l'introduction de nouvelles espèces comme auxiliaires peut s'avérer catastrophique, à plus ou moins long terme, si l'espèce devient très invasive (ex. *Harmonia axyridis* devenue une espèce très invasive en Europe et en Amérique du Nord).

La lutte biologique par conservation est sans doute un des leviers d'action qui génère actuellement le plus d'espoir. Il s'agit d'augmenter la capacité du milieu à autoréguler les populations de bioagresseurs grâce à l'installation d'infrastructure agro-écologique offrant des services d'habitats, d'attractivité et de ressources nutritives pour les parasitoïdes et les auxiliaires prédateurs généralistes des bioagresseurs des cultures (Ricard et *al*., 2012). Les bénéfices en termes de contrôle des principaux ravageurs du verger sont souvent partiels et insuffisants pour permettre de supprimer complètement la protection phytosanitaire. Cependant, pour certains ravageurs dont la présence peut être tolérée à des niveaux de population relativement élevés, l'amélioration de la biodiversité végétale et donc de la richesse entomologique induit une augmentation de la prédation dont l'efficacité peut être suffisante pour contrôler ces ravageurs dans de nombreuses situations (cas du psylle du poirier, des acariens). Une diversité contrôlée apparaît donc comme un facteur de stabilité écologique du verger. La conservation des habitats contribue à la recolonisation de la culture depuis l'environnement et favorise la présence de prédateurs généralistes à même de réguler de faibles niveaux de population de ravageurs (Veres et *al.,* 2013). Cependant, pour que cette biodiversité fonctionnelle soit opérationnelle, elle doit être accompagnée d'une diminution importante de la pression des pesticides sur les systèmes qui en permettant la lutte contre les bioagresseurs, entraîne aussi l'éradication des auxiliaires.

- *Méthodes culturales*

Les méthodes culturales ont souvent des effets très partiels pour lutter contre les bioagresseurs. Les méthodes de prophylaxie en évitant la propagation ou en réduisant les stocks initiaux (inoculum) sont bien connues mais pas assez utilisées en raison des surcoûts qu'elles induisent souvent (par exemple les interventions manuelles localisées pour supprimer les premiers foyers, désinfection des matériels en contact avec la végétation, gestion des stocks d'inoculum dans les litières de feuilles, Gomez et *al.*, 2007). Les méthodes de culture qui visent à atténuer le développement du bioagresseur ou les dégâts en culture connaissent un regain d'intérêt dans les études scientifiques et techniques. On peut citer les effets direct ou indirect de la nutrition azotée (Abro et *al.*, 2013 ; Lecompte et *al.*, 2013) ou hydrique (Gibert, 2007 ; Mercier et *al.*, 2008), ainsi que les effets liés aux manipulations de l'architecture des plantes pour modifier l'éclairement et le microclimat influençant le développement des bioagresseurs (Simon et al., 2007 ; Lauri et *al.*, 2011). Ces méthodes apparaissent comme des leviers d'action complémentaires pouvant parfaitement s'intégrer dans des démarches de gestion durable des systèmes de production du fait des synergies possibles en termes de services environnementaux, qualité des produits, préservation des ressources, (Navarrete et *al.*, 2010 ; Plénet et *al.*, 2010).

- *Gestion intégrée de l'entretien du sol pour lutter contre les adventices*

La gestion de la lutte contre les adventices est un aspect particulier de la protection des cultures. Pour les FLP en production conventionnelle, la lutte contre les adventices était prioritairement axée sur le désherbage chimique dans la très grande majorité des espèces. Ce désherbage chimique peut être réalisé sur l'ensemble de la parcelle (cultures légumières de plein champ, pomme de terre) ou être localisé sur le rang de la culture dans les vergers.
L'objectif d'une nouvelle gestion intégrée de l'entretien du sol est d'éviter une concurrence entre les plantes cultivées et les adventices, compétition souvent très dommageable pour la productivité des cultures commerciales, et aussi de minimiser les risques de pollution de l'eau par les herbicides. Comme en Agriculture Biologique, la gestion intégrée de l'entretien des sols vise également à rechercher d'autres services écosystémiques. Par exemple, en vergers, l'enherbement de l'inter-rang permet de réduire l'érosion des sols, la lixiviation des nitrates et l'entrainement du phosphore, d'améliorer l'état structural des sols en réduisant le compactage, d'améliorer la fixation d'azote par des enherbements avec des légumineuses. L'enherbement peut aussi être raisonné pour favoriser une biodiversité fonctionnelle (carabes et araignées de la strate herbacée, etc.) en créant de nouveaux habitats.

De nombreuses méthodes alternatives sont en cours de développement ou à l'étude :

- En arboriculture fruitière, trois voies sont déjà opérationnelles ou explorées : le désherbage mécanique du rang, l'enherbement du rang avec des espèces végétales peu concurrentes vis-à-vis de la croissance de l'arbre et le paillage du rang (avec des films plastiques ou tissés, et des mulchs naturels comme l'utilisation du Bois Raméal Fragmenté – BRF). Des combinaisons de techniques d'entretien du sol (système sandwich : enherbement de l'inter-rang et du rang avec une bande travaillée de part et d'autre du rang) sont aussi testées.
- Pour les cultures légumières et la pomme de terre, la maîtrise des adventices passe surtout par une combinaison de méthodes comprenant la succession de cultures, la gestion de l'interculture (cultures intermédiaires jouant à la fois un rôle de piège à nitrates et d'engrais vert pour la culture suivante), des techniques de faux semis, ainsi que le paillage et/ou le désherbage mécanique pour les cultures en rang.

Les combinaisons de méthodes apparaissent efficaces mais il est évident que cette nouvelle manière d'entretenir le sol est coûteuse, et aussi plus complexe, et plus délicate à réussir car assez dépendante des conditions du milieu. Il faut aussi tolérer la présence d'un certain niveau d'adventices, mais sans induire de concurrence avec les plantes cultivées : le compromis est donc assez étroit selon les espèces et leur stade de développement. De plus, certaines méthodes peuvent favoriser le développement ou gêner la lutte contre certains bioagresseurs (problèmes de campagnols par exemple). Il faut aussi noter que la réduction du désherbage chimique en cultures légumières destinées à la transformation peut

s'accompagner d'un accroissement des risques d'intoxication alimentaire liés à la présence d'adventices toxiques pour l'homme (Datura, morelle noire, etc.).

- *Vers une « reconception » des systèmes de culture*

L'analyse précédente montre que de nombreuses techniques alternatives à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sont déjà opérationnelles, certaines étant largement utilisées d'autres en cours d'extension. De même, les échanges de techniques entre agriculture conventionnelle et agriculture biologique sont de plus en plus fréquents.

Il ressort toutefois que les filières concentrent surtout leurs efforts dans la recherche et l'expérimentation de techniques de lutte alternative pouvant se substituer à la lutte chimique contre un bioagresseur donné (lutte biologique, lutte physique, lutte avec des produits de biocontrôle, etc.). Ces travaux sont effectivement nécessaires mais ils ne permettront pas de construire une véritable protection intégrée s'ils ne sont pas accompagnés d'un effort similaire pour concevoir des systèmes conçus *de novo* pour limiter en amont les risques de dégâts liés aux bioagresseurs.

En effet, les techniques alternatives de substitution n'ont souvent qu'une efficacité partielle contre les bioagresseurs. Actuellement, c'est la lutte chimique qui est utilisée en complément, si nécessaire. Encore trop peu de travaux sont engagés pour tester les synergies possibles liées à des combinaisons de techniques à effet partiel, pour contrôler un cortège de bioagresseurs et évaluer leur faisabilité technique et les coûts occasionnés par ces méthodes alternatives, notamment en temps de travail.
La recherche et le développement se sont aussi assez peu investis jusqu'à présent sur la conception et l'évaluation de systèmes associant de manière cohérente tous les leviers d'action connus dans un objectif d'une réduction drastique de l'utilisation des pesticides, si ce n'est quelques cas ; citons par exemple l'essai « BioREco » en arboriculture fruitière à l'Inra Gotheron (Simon *et al*., 2011) et le projet « GAMOUR » pour une gestion agro-écologique des mouches des cucurbitacées à La Réunion (Augusseau *et al*., 2011). Sous l'impulsion du plan DEPHY Ecophyto, des réseaux de dispositifs se mettent en place et devraient apporter les références absolument nécessaires sur la performance écologique de nouveaux systèmes économes en produits phytopharmaceutiques, mais aussi sur leurs performances technico-économiques.

Enfin, il manque des références permettant d'évaluer l'intérêt d'utiliser des échelles de gestion et d'aménagement du territoire pour augmenter l'efficacité de la protection des cultures reposant sur une coordination spatiale (Maalouly *et al.*, 2013). Cependant, ces études sont complexes et elles commencent seulement à se développer de manière coordonnée car elles nécessitent une implication forte des différents acteurs qui gèrent le territoire.

La combinaison des différentes méthodes de protection des plantes est porteuse d'avenir et constitue de véritables enjeux pour la soutenabilité des productions légumières et fruitières (Regnault-Roger *et al.,* 2005). Toutefois les enjeux restent considérables pour le développement de tous ces systèmes de culture alternatifs car ils n'occultent pas non plus les risques d'apparition rapide de résistance aux pesticides, de difficultés nouvelles en matière de réglementation, d'homologation -usages orphelins -et aussi par voie de conséquence de problèmes économiques.

B2.2 - La création et l'utilisation d'un matériel végétal adapté à de nouveaux contextes de production

B2.2.a - Innovation variétale : le constat

C'est une des clés de voûte des systèmes de culture innovants car le matériel végétal porte des attributs concernant à la fois le potentiel productif, la qualité des produits récoltés, la tolérance et la résistance aux bioagresseurs, la facilité de conduite des cultures, etc.

Depuis les débuts de la recherche au siècle dernier en France sur la sélection variétale, la recherche publique et privée a connu une implication croissante dans la sélection et la création variétales en s'appuyant notamment sur des ressources génétiques importantes rassemblées au cours des années, que ce soit pour les légumes, la pomme de terre ou les espèces fruitières. Cette activité a permis de répondre aux besoins de diversification du matériel végétal, d'étalement de la production, d'adaptation à des contextes pédo-climatiques ou de modes de culture différents, voire de résistance aux parasites les plus importants et pour lequel il n'y avait pas forcément de moyens de lutte efficace. L'amélioration génétique a aussi concerné les critères de qualité des produits en matière de calibre, d'aspects sensoriels ou d'aptitude à la conservation à moyen et long terme.

La mise en œuvre d'un catalogue officiel français des espèces et variétés a permis la mise à disposition des producteurs d'un panel très important de variétés (près de 1000 variétés actuellement inscrites pour les fruits, légumes et pomme de terre) et a constitué un objectif constant dans cette activité. Indéniablement ces deux approches ont permis de développer et d'intensifier la production fruitière et légumière française. Cependant, pour les espèces fruitières notamment, les seuls critères pris vraiment en compte pour l'inscription au catalogue, n'ont longtemps concerné que la DHS (distinction - homogénéité - stabilité) ; le réseau expérimental mis en place au cours des 20 dernières années a permis certes de conforter l'intérêt de certains cultivars, sans qu'il y ait un véritable impact de l'innovation variétale, en particulier pour les espèces ligneuses fruitières car les résultats arrivent bien trop tardivement pour les variétés qui dans ce domaine peuvent devenir rapidement obsolètes. Un des principaux enjeux est donc d'optimiser la capacité créative de la sélection variétale et de porte-greffe et son évaluation, en prenant en compte tous les nouveaux enjeux de résistances multiples et durables, de protection de l'environnement et de réponse aux attentes des consommateurs, en particulier pour ce qui concerne les résidus des pesticides, et aussi d'une manière plus globale à celles des acteurs de ces filières.

B2.2.b - Evolution du matériel végétal pour mieux répondre aux enjeux des filières

Les projets de recherche en cours vont dans le sens d'une connaissance approfondie et intégrative du fonctionnement global ou spécifique des espèces fruitières et légumières, et aussi d'une meilleure efficacité des processus d'amélioration variétale liée au développement récent des nouvelles technologies autour de la sélection génomique, de la phénomique, des biotechnologies - cis genèse, agro-infiltration -, et des approches de physiologie, bio-informatique et de modélisation. Il faut en particulier signaler les développements extrêmement rapides, (avec la participation dynamique et interactive des équipes françaises dans l'organisation de la recherche internationale, sur tomate et pommier par exemple) qui permettent d'appréhender précisément les fonctions biologiques spécifiques des espèces fruitières et légumières. La mise en œuvre de processus intégratifs de pyramidage des gènes d'intérêt et de concentration au sein d'un même génotype de tout un ensemble de caractères devraient permettre de mieux répondre, pour les variétés du futur, non seulement à des questions de résistance aux bioagresseurs majeurs ou de qualité innovante des fruits et légumes, mais également de maitriser dans la durée le comportement des plantes dans un contexte agronomique et environnemental en pleine évolution (limitation des intrants, évolutions des stress biotiques et abiotiques, des systèmes de production, etc.).

Il s'agit aussi de prendre en compte des objectifs de sélection visant à intégrer de manière plus large et exhaustive les caractères d'intérêt sociétal. Les réflexions conduites actuellement sur les idéotypes variétaux recouvrent des cibles d'intérêt au sein de génotypes performants, comme la résistance aux stress biotiques et abiotiques, aériens et telluriques, aussi bien pour les variétés que pour les porte-greffe, les diverses qualités des produits, les aptitudes des nouvelles variétés à répondre aux évolutions des systèmes de productions tant sur le plan environnemental (évolution des conditions climatiques notamment) qu'économique. Les développements d'avenir de la recherche agronomique devront donc s'appuyer non seulement sur la notion d'idéotypes (Figure 1), qui permet par des approches intégratives et complémentaires de coller au plus près les processus à mettre en œuvre pour créer ce type de matériel mais aussi sur le développement et l'acceptation du concept.

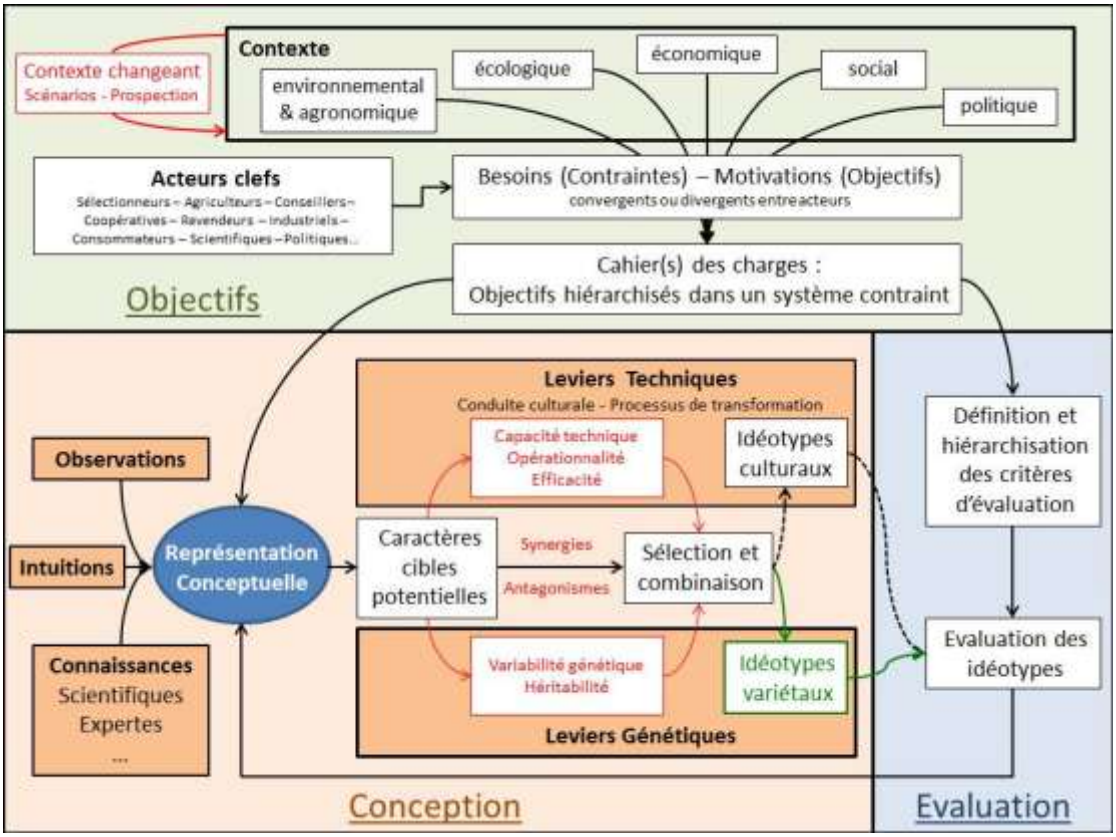


Figure 1 : *Schéma de création d'idéotypes variétaux ; Source : GIS GCHP2E*[82]

Pour atteindre ces objectifs d'innovation variétale, il est important de maintenir en fruits, légumes et pomme de terre une réelle capacité d'amélioration variétale en France fédérant les efforts de la recherche publique et privée en interaction participative avec les partenaires des filières (en particulier les producteurs) et donnant accès à une réelle innovation variétale. Il faut aussi accompagner le développement d'une organisation professionnelle structurée pour évaluer, défendre, multiplier (pépiniéristes et semenciers) le matériel végétal innovant et protéger l'état sanitaire des variétés, en particulier les espèces pérennes face aux nouveaux enjeux et aux futurs règlements européens et internationaux.

B2.3 - La réduction des consommations d'eau d'irrigation et d'engrais

B2.3.a - Gestion de l'irrigation : utilisation de la ressource en eau

En général, les cultures légumières et fruitières ont des besoins importants en eau d'irrigation (longueur du cycle de végétation pour les plantes pérennes, cultures dans des conditions pédoclimatiques accentuant ces besoins, nécessité de sécuriser la production pour ces espèces à fort investissement ou à forte valeur ajoutée). Les quantités d'eau d'irrigation utilisées peuvent être très supérieures aux doses utilisées en grandes cultures et cela peut représenter dans certaines zones de production des prélèvements sur la ressource très significatifs. Il faut cependant signaler une grande diversité de systèmes de production avec des systèmes extensifs valorisant des situations sans ressources en irrigation (châtaignier, olivier, etc.).

Les pratiques actuelles d'irrigation sont basées sur un raisonnement à base de bilan hydrique simplifié, avec des recommandations régionales (bulletins d'irrigation) et parfois des outils de suivi de l'humidité du sol (suivis par tensiométrie et diverses sondes). Cependant, pour les espèces fruitières, légumières et la pomme de terre, les risques pris par les producteurs sont très faibles du fait de l'impact important d'un

[82] http://www.gchp2e.fr/gchp2e/actions_thematiques/innovations_varietales/seminaire_ideotypes

déficit hydrique sur le rendement et le calibre du produit récolté. Le pilotage de l'irrigation est donc souvent basé sur le maintien d'un « confort hydrique » des cultures.

Des leviers d'action sont déjà largement opérationnels pour optimiser les apports d'eau d'irrigation aux cultures et réduire les impacts négatifs sur le prélèvement de la ressource en eau. On peut citer :

- Les systèmes de type micro-irrigation (goutte à goutte, micro-aspersion,…) permettant des apports localisés, une alimentation continue selon les besoins et une amélioration importante de l'efficience des apports d'eau. Toutefois, l'automatisation non maitrisée de ces systèmes d'irrigation peut facilement conduire à des excès si aucun outil de pilotage précis n'est utilisé en complément.
- L'utilisation et la mise au point d'Outil d'Aide à la Décision (OAD) pour le pilotage des irrigations à l'échelle de blocs de parcelles (indicateurs sols : tensiométrie, sondes capacitives… ; indicateurs plantes : potentiel hydrique de certains organes,…).
- Le suivi effectif de la consommation en eau par des compteurs, pour identifier à la parcelle le prélèvement de la ressource en eau et avoir une meilleure connaissance de la pression exercée sur la ressource en eau.
- Le couplage possible des alimentations hydrique et minérale grâce à la fertirrigation permet de réaliser des économies d'énergie et de mieux gérer les intrants
- Enfin pour les cultures sous abri, le recyclage des solutions nutritives est déjà opérationnel.

Des efforts importants restent à accomplir pour faire adopter par un plus grand nombre de producteurs les méthodes actuellement opérationnelles de pilotage de l'irrigation (couplage d'un bilan hydrique avec des indicateurs d'humidité du sol). Un des freins essentiels au développement d'une irrigation basée sur un pilotage plus précis à l'aide de capteurs est le temps à passer à collecter les données et les traiter pour ajuster les doses d'irrigation parfois à des pas de temps très courts (journalier dans le cadre de la micro-irrigation). Une amélioration passe sans doute par une rénovation des réseaux régionaux d'avertissement d'irrigation (estimation de la demande climatique à partir de réseaux de stations météorologiques disposés dans les territoires). Il faudrait les transformer en réseaux permettant d'élaborer des référentiels basés sur un couplage dynamique entre des informations sur la demande climatique, l'humidité du sol et les pratiques d'irrigation enregistrées dans des réseaux de parcelles de référence situées chez des producteurs volontaires bénéficiant d'un conseil technique approprié. Le développement technologique actuel permet d'automatiser les flux d'informations des instruments de mesures nécessaires à ce type de réseau. Cette mutualisation des informations permettrait de définir des recommandations régionales par type de sol intégrant mieux les réserves en eau des sols, tout en allégeant le temps de travail nécessaire à l'acquisition de données pour un pilotage précis de l'irrigation à l'échelle de chaque exploitation. Ceci nécessite un soutien financier pour investir dans ces réseaux collectifs et organiser une coordination régionale.

Il faut aussi renforcer les recherches – expérimentations dans trois autres domaines :

- Une meilleure connaissance du comportement du matériel végétal à valoriser des disponibilités hydriques différenciées (aptitude à prélever l'eau du sol, réponse aux restrictions hydriques, efficience dans l'utilisation de l'eau, etc.), en particulier en évaluant l'intérêt du porte-greffe en productions fruitières et maraichères.
- Une meilleure définition des besoins en eau selon les stades de développement des plantes et les processus d'élaboration du rendement et de la qualité des produits (Génard et al., 2010). Ceci permettrait d'élaborer de nouveaux scénarios de gestion de l'irrigation afin de se préparer aux effets possibles du changement climatique et/ou de privilégier différentes composantes de la qualité (calibre, teneur en sucres et acides, composition en éléments constitutifs de la valeur santé des produits (vitamine, polyphénols, etc.) selon le marché commercial ciblé.
- L'acquisition des connaissances sur les relations entre le statut hydrique des cultures et le développement des bioagresseurs pour utiliser à meilleur escient le pilotage de l'irrigation comme un levier d'action dans le contrôle préventif des bioagresseurs.

- Enfin en raison des évolutions climatiques actuelles, il devient très urgent de rechercher et sélectionner des génotypes adaptés aux stress hydriques.

B2.3.b - Gestion de la fertilisation

Les cultures légumières et la pomme de terre sont des cultures à forte exigence en éléments minéraux (N-P-K en particulier) conduisant à des pratiques de fertilisation assez intensives (absence de prise de risque pour une fertilisation pouvant être limitante pour le rendement). Ces pratiques, couplées à d'autres paramètres (cycle court et temps d'occupation du sol, sol nu en inter-culture hivernale, systèmes de culture localisés sur des sols filtrants pour faciliter les opérations culturales quelles que soient les conditions climatiques) rendent ces systèmes de culture potentiellement à risque pour la qualité de la ressource en eau superficielle ou profonde : lixiviation des nitrates, entrainement particulaire du phosphore lors de processus d'érosion.
Les interactions négatives nutrition azotée-développement de certains bioagresseurs (acariens, pucerons, etc.) ont été observées depuis longtemps dans le concept de la trophobiose (Chaboussou, 2011) mais elles ne sont pas encore véritablement prises en compte et maîtrisées, si ce n'est par le recours accru aux pesticides. Il faut noter que, même si ces interactions sont bien démontrées (Abro et *al*., 2013), la quantification de leur impact réel est peu documentée.

En production fruitière, les risques d'impact sur la qualité de l'eau liés aux pratiques de fertilisation sont beaucoup plus limités en raison des quantités modestes de fertilisants apportés (besoins des arbres assez faibles et raisonnés), d'une occupation permanente du sol et de l'enherbement de l'inter rang qui limite les risques de lixiviation des nitrates ou d'entrainement particulaire du phosphore. Il existe cependant quelques situations où les risques sont potentiellement élevés comme par exemple pour les systèmes de culture de pêchers cultivés sur des sols très filtrants avec des apports en azote relativement élevés.

Les leviers d'action pour optimiser les apports de fertilisants aux cultures et réduire les impacts négatifs liés à la pollution de l'environnement par les nitrates et le phosphore sont bien connus :

- Des référentiels précis et actualisés sur les besoins en azote des cultures selon leur stade de développement.
- Un fractionnement des apports de la fertilisation, surtout N, pour les coupler à la demande des cultures afin de réduire les risques de lixiviation. Ceci est une pratique déjà généralisée. Elle s'accompagne parfois d'une localisation spatiale sur la plante (sur le rang) ce qui améliore encore l'efficience des apports.
- L'utilisation d'OAD comme la méthode PILAZO en cultures légumières (Raynal-Lacroix *et al*., 2005) qui permet d'ajuster en cours de végétation l'offre aux besoins de la culture grâce à des diagnostics réalisés en temps réel avec des indicateurs du statut azoté du sol ou de la plante.
- Le développement de la fertirrigation qui augmente fortement l'efficience d'utilisation des engrais par la plante et peut donc permettre de réduire les quantités apportées par comparaison aux référentiels établis avec des coefficients d'utilisation des engrais azotés plus modestes. A l'inverse, cette technique utilisée sans OAD peut conduire à des fertilisations excessives du fait des possibilités d'automatisme des apports.

L'intensification de travaux pluridisciplinaires s'avère maintenant impératif dans les domaines suivants :

- L'évaluation précise des besoins des cultures et des cinétiques de prélèvement qui se réfèrent à des référentiels souvent anciens ne concordant plus avec les systèmes de culture actuels, surtout en productions fruitières.
- Le développement et le paramétrage d'OAD pour le raisonnement de la fertilisation azotée prenant bien en compte les apports d'azote endogène du sol et une meilleure quantification des apports d'azote organiques, ainsi qu'un développement plus important de ces méthodes pour permettre leur plus large diffusion et adoption par les producteurs.

- Une meilleure prise en compte des interactions, synergies et/ou antagonismes, entre l'état nutritionnel des cultures et le développement des bioagresseurs, afin d'utiliser la fertilisation comme un outil de contrôle préventif des bioagresseurs (Sauge et *al*., 2010).

B2.4 - L'amélioration de la conduite des cultures

Les systèmes de culture horticoles se caractérisent par de très nombreuses interventions culturales pour la conduite des cultures qui expliquent très fortement les performances productives de ces systèmes, mais aussi les coûts de production élevés. Nous insisterons juste sur quelques points :

- De nombreuses interventions à l'échelle de la plante ou du peuplement nécessitant le recours à une importante main d'œuvre induisant des coûts de production élevés.
- Une mécanisation insuffisante de certains chantiers car un investissement faible en R&D dans le machinisme horticole en France.
- L'importance de la maitrise de la charge en fruits par plante en production fruitière pour la qualité de la production et, *a contrario,* le faible nombre de solutions alternatives à l'utilisation d'éclaircissants chimiques ou à l'éclaircissage manuel (chantier très onéreux).
- Les grandes possibilités offertes dans ces systèmes horticoles par la gestion de l'architecture des plantes pour modifier leur vigueur et le microclimat du couvert. Ce levier technique peut-être mobilisé pour améliorer la productivité et la qualité des produits ou pour agir sur les interactions plante-bioagresseurs en vue de réduire la sensibilité des systèmes de culture aux attaques des ravageurs. En arboriculture fruitière par exemple, ces études ont permis d'accroitre les possibilités de mécanisation (concept du « Mur fruitier », Roche et Codarin, 2011) ou de proposer une conduite des arbres intégrant mieux les équilibres fonctionnels entre la croissance végétative et la fructification (groupe Mafcot - MAîtrise de la Fructification COncepts et Techniques, Lauri, 2002) aboutissant *in fine* à une amélioration importante de la performance agronomique chez de nombreuses espèces.
- Le rôle très important d'une bonne gestion des chantiers de plantation, de taille et de récolte. Ils représentent une part importante des coûts de production et doivent donc être très bien organisés et bénéficiés d'une assistance mécanique pour réduire la pénibilité du travail pour les salariés. Une récolte à maturité conditionne très fortement la qualité organoleptique des produits récoltés. A l'inverse, les exigences pour la logistique du 'post-récolte' et de la distribution peuvent entrainer des déclenchements de récolte avant la maturité des produits et provoquer une insatisfaction par rapport aux attentes qualitatives du consommateur sur certains produits (fruits et légumes à faible aptitude de conservation). Il s'agit donc souvent de trouver un compromis entre des exigences contradictoires.
- La nécessité de construire des référentiels technico-économiques pour pouvoir évaluer les performances des différents systèmes de conduite, par des approches expérimentales (comparaison de systèmes de conduite) mais aussi à l'échelle des systèmes de culture au sein des exploitations agricoles (Plénet et *al*., 2010), afin que les producteurs puissent raisonner efficacement les choix de gestion des interventions techniques en fonction des rapports coûts / bénéfices et temps de travail / productivité.

L'innovation dans le domaine de la conduite des cultures nécessite souvent une interface dynamique entre la recherche, l'expérimentation et le développement pour mobiliser non seulement les connaissances issues de la génétique, de l'écophysiologie et de l'agronomie, mais aussi des savoir-techniques et des savoir-faire pour mettre au point des méthodes de gestion des plantes répondant bien aux objectifs et aux contraintes des producteurs. Par exemple, c'est grâce à la démarche collégiale dépassant les frontières entre organismes et partenaires sociaux que les concepts innovants en matière de conduite des vergers développés par le réseau Mafcot ont pu émerger et diffuser aussi largement en France puis à l'international (Paratte, 2004).

B3 - Conclusion

Les leviers d'action à développer s'inscrivent donc dans la démarche de production intégrée qui cherche à optimiser à la fois la performance économique, l'élaboration de produits récoltés de bonne qualité et la performance environnementale :

- Construire une organisation de R&D dynamique pour proposer et mettre au point de nouveaux systèmes de conduite conciliant innovation variétale, performance agronomique et maîtrise des coûts
- Développer des systèmes de conduite s'intégrant bien dans une démarche de conception cohérente de systèmes de culture répondant aux principes de la Production Intégrée.
- Mettre en place une agriculture de précision pour certains systèmes où des interventions sont possibles à l'échelle de la plante, afin de permettre l'optimisation des intrants et des méthodes de prophylaxie localisées, ainsi que des récoltes échelonnées selon les dates de maturité, etc. Cependant, les coûts de cette agriculture de précision doivent être maîtrisés pour favoriser leur développement.
- Poursuivre le développement d'OAD pour raisonner le déclenchement des récoltes à un stade optimal et d'une logistique post-récolte permettant de préserver la qualité des produits des producteurs jusqu'aux consommateurs.
- Développer des modèles intégratifs (Lescourret *et al*., 2011), couplant les modèles biophysiques des plantes et les interventions culturales, pour simuler les performances techniques, économiques et environnementales des systèmes de culture innovants.
- Enfin, point essentiel, mettre en place des approches participatives avec l'ensemble des acteurs concernés et les faire interagir dans la conception, la mise en application et l'évolution des innovations.

Encadré 2.

Synthèse des leviers techniques pour concevoir des systèmes de culture à hautes performances économiques et environnementales

Pour optimiser les systèmes de culture actuels et co-concevoir les systèmes du futur pour la soutenabilité de l'agriculture, les points suivants apparaissent particulièrement importants pour les filières fruits, légumes et pomme de terre:

La modernisation des exploitations fruitières et légumières (structures, matériel agricole et serres). Les exploitations fruitières et légumières dont les capacités d'investissement sont limitées par rapport aux nouvelles implantations et aux équipements performants sont demandeuses d'innovations économiquement acceptables dans tous les domaines afin de pouvoir optimiser leurs coûts de production et d'assurer leur pérennité.

L'accompagnement et le soutien de la rénovation rapide du verger français avec du matériel végétal innovant pour en augmenter les performances productives en quantité et qualité, ainsi que les performances économiques et environnementales. Le temps nécessaire à rénover l'ensemble du verger est actuellement trop long entrainant une baisse notable de productivité.

Le développement accru et rapide de matériel végétal innovant et de bonne productivité qui soit à la fois résistant aux parasites, adapté aux nouveaux systèmes de culture, aux contraintes du post-récolte, aux évolutions de la distribution, du local à l'international, qui tienne compte de la difficulté du marché à accepter l'innovation et enfin qui réponde effectivement aux nouvelles attentes des consommateurs.

Un soutien renforcé pour la mise au point effective de nouvelles biotechniques de protection des cultures et de l'environnement (méthodes alternatives, biocontrôle, stimulateurs de défenses des plantes,…) dont l'efficacité et la robustesse auront été testées dans des réseaux expérimentaux, voire à l'échelle d'une région.

Le renforcement d'une gestion raisonnée de l'efficience des intrants grâce au développement d'OAD (Outils d'Aide à la Décision) intégratifs pour une optimisation de l'ensemble des intrants.

Le développement de la mécanisation et de la robotisation pour les filières de fruits et légumes, afin de limiter les contraintes de main d'œuvre au niveau des entreprises et donc améliorer leur compétitivité. Cette évolution

demandera des moyens de plus en plus sophistiqués et onéreux dont il conviendrait d'organiser la gestion de manière plus fédérative voire solidaire.

La nécessité de continuer à développer, soutenir, voire coordonner, des actions de recherche – développement pour la mise au point de nouvelles techniques de conduite des cultures et la constitution de référentiels sur les systèmes économes en intrants dans une filière très diversifiée.

De nouvelles approches de productions intégrées conciliant une productivité élevée, l'élaboration de produits de bonne qualité gustative, une haute valeur environnementale et des services éco systémiques d'importance pour le futur (biodiversité fonctionnelle, fertilité des sols…), acceptables en matière de coûts et répondant aux attentes de tous les partenaires sociaux.

Le recours à des échelles de gestion et d'aménagement du territoire pour augmenter l'efficacité de la biodiversité fonctionnelle (aménagements d'habitats écologiques, réduction concertée de l'usage des produits phytopharmaceutiques, lutte biologique…).

C - Identification des leviers organisationnels pour faciliter l'adoption des leviers techniques innovants

A partir d'une analyse SWOT [83] au plan socio-économique, réalisée dans le cadre de cette étude les principales menaces ont été identifiées et discutées. Cette analyse a permis de faire émerger les principaux leviers pour favoriser l'adoption de modes de productions conciliant performances économiques et environnementales.

Il convient d'accompagner les producteurs dans la mise en place des systèmes innovants et développer des actions de conseil - formation pour favoriser l'apprentissage des systèmes écologiquement performants. Des formations ciblées sont de plus en plus nécessaires pour s'approprier les nouveaux outils, comme par exemple les guides Ecophyto et pour aborder l'ère de l'agro-écologie dans ses multiples dimensions.

Les divers réseaux de conseillers agricoles qui ne travaillent pas systématiquement de manière concertée sont à optimiser. Leurs interactions avec les partenaires professionnels sont de plus en plus soumises à des contraintes croissantes et en évolution permanente venant à la fois de la réglementation des instances nationales, européennes ou internationales ou des partenaires commerciaux (cahiers des charges, référentiels imposés contractuellement ou fortement recommandés). Elles nécessitent des interactions constantes et structurées avec les producteurs et aussi des formations ciblées et régulières à leur niveau.
Concernant plus particulièrement la production, il s'agit de mettre en place des mesures permettant de maîtriser les coûts de production notamment de main d'œuvre. Plusieurs possibilités sont ouvertes mais pas forcément faciles à mettre en œuvre : la rationalisation des outils de travail ; le développement de la mécanisation qui est maintenant largement dépendante de la recherche et des technologies étrangères, la recherche d'accroissement des performances globales via l'organisation collective, la constitution de clubs de performance. Actuellement les filières qui maitrisent les coûts de production au plan technique sont les plus performantes au plan économique. Pour le développement des filières horticoles d'une manière générale, la main d'œuvre constitue une réelle opportunité sociale mais cette opportunité est actuellement peu valorisée en raison du coût élevé de la main d'œuvre, de sa qualification assez faible et aussi de l'insuffisante préparation des exploitants à la gestion des ressources humaines. Les

[83] SWOT est l'acronyme d'une méthode d'analyse stratégique qui permet d'identifier les forces (*Strength*) et les faiblesses (*Weaknessess*), repérer les opportunités (Opportunities) tout comme les menaces (*Threats*).

caractéristiques de cette main d'œuvre et sa gestion doivent évoluer rapidement compte tenu des enjeux environnementaux et sanitaires.
La réglementation du travail est actuellement très importante en France, ce qui tend à défavoriser les acteurs français par rapport à la compétition intra-européenne et aussi internationale. Il s'agit donc d'aller vers une réduction de la complexité de cette réglementation et d'accroître la réactivité des partenaires publics-privés pour une évolution conjointe et coordonnée des réglementations française et européenne.

L'organisation des acteurs en collectif de travail pour co-construire des connaissances et se les approprier est également à développer. L'exemple du réseau Mafcot (MAîtrise de la Fructification COncepts et Techniques) développé dès les années 90 par l'Inra avec les partenaires professionnels (techniciens et arboriculteurs) a montré la pertinence et l'efficacité d'une démarche collective pour innover dans le domaine de la conduite optimisée du verger.
Par ailleurs, l'organisation des acteurs au sein des filières (Organisations de Producteurs, relations interprofessionnelles) est à favoriser notamment pour désenclaver certaines filières atomisées ou trop « régionalistes » (mais ne répondant pas forcément à des besoins locaux), et les ouvrir à de nouveaux marchés. Il convient aussi de rééquilibrer les relations commerciales qu'ils entretiennent avec les acteurs économiques de l'aval et de favoriser le développement de partenariats avec ces mêmes acteurs.

Le soutien de la mise en place de circuits de commercialisation variés pour favoriser la diversification des systèmes de culture au sein des exploitations agricoles et des territoires peut constituer des leviers importants pour le développement des filières fruits et légumes. La diversité des produits et de leur spécificité locale, régionale ou nationale nécessite une diversification des modes de commercialisation du producteur, que celui-ci soit tourné vers le marché local, national ou international. Cette diversification doit être considérée comme une réelle opportunité pour la segmentation des marchés et la valorisation des produits, à condition toutefois qu'elle soit le produit d'une stratégie globale et élaborée par l'ensemble des acteurs économiques concernés.
Il convient d'inciter les démarches collectives des acteurs des filières au plan local, national et international en interaction avec les partenaires publics. Cette co-régulation (publique-privée) est à développer à différents niveaux de la filière (production, exportation, importation, commerce de gros…) lorsque des biens publics sont en jeu (santé publique, environnement, conquête de nouveaux marchés, information et formation du citoyen ou du consommateur…).

Il faut évoquer à nouveau l'importance de l'organisation et de l'interaction des actions de Recherche-Expérimentation-Développement pour améliorer les systèmes de production économes en intrants, dans une démarche d'agriculture à la fois soutenable et résolument orientée vers l'agro-écologie. Dans ce contexte la mise en œuvre de collectifs fédérant l'ensemble des acteurs sociaux sur des axes définis conjointement comme objectifs prioritaires est essentielle. L'importance du rôle des Groupements d'Intérêt Scientifique récents (GIS PIClég et Fruits) mis en place par l'Inra et les partenaires professionnels réside dans la possibilité déjà reconnue de créer cette émulation collective sur des objectifs prioritaires définis en commun. Cela suppose aussi et nécessairement un engagement financier des pouvoirs publics pour accompagner ces initiatives certes ambitieuses mais prometteuses.

Il est nécessaire de continuer à développer des études sociologiques et économiques sur des sujets importants, comme par exemple l'impact du développement des innovations sur la production ou celui des produits issus de modes de production plus respectueux de l'environnement sur la consommation. Les analyses prospectives récentes de FranceAgriMer sur les fruits et légumes (2012), réalisées à l'initiative de l'interprofession, constituent également des éléments de réflexion pour identifier des leviers importants pour l'avenir des filières.

Il est important aussi d'agir sur la demande en intensifiant les actions de communication et d'éducation, tout particulièrement à destination des jeunes générations, sur l'intérêt de consommer des fruits et légumes.

Enfin un levier identifié comme prioritaire concerne le développement d'une politique publique incitative, conciliant compétitivité économique et performances environnementales, en encourageant le développement des innovations et l'investissement des partenaires sociaux.

D - Conclusion

L'objectif est donc bien d'intensifier et d'accompagner la mise en place de systèmes fruitiers et légumiers durables sur les plans économique, environnemental et social, ce qui exige des innovations simultanées et intégrées pour ces trois dimensions. Cela constitue des enjeux importants et de véritables défis pour les filières, ce qui conduit à repenser leur fonctionnement et leur dynamisme en lien avec les attentes sociétales.

Dans les filières Fruits, Légumes et Pomme de terre où les enjeux en termes d'autonomie et de sécurité des aliments sont primordiaux pour développer une politique de nutrition saine des citoyens, il apparaît indispensable de mettre en place des mesures publiques incitatives fortes pour accompagner les efforts des producteurs dans ces transformations radicales vers des systèmes horticoles durables.

Il s'agit aussi de communiquer sur ces démarches d'agriculture durable en vue d'obtenir à terme un retour positif des circuits de distribution et des consommateurs afin d'assurer une meilleure valorisation des produits issus de ces modes de production.

A plus long terme se posent des questions sur le devenir des productions sous l'effet des évolutions voire des révolutions agricoles en gestation et des perspectives de délocalisation des productions qui se dessinent à l'échelle du monde. Plusieurs types de stratégies ou forces économiques et sociales crédibilisent de telles perspectives, notamment les stratégies d'investissement dans de nouvelles régions agricoles qui optimisent les conditions pédoclimatiques et socio-économiques, les stratégies qui visent à rationaliser les coûts de production et les coûts énergétiques, l'organisation des circuits d'approvisionnement à l'échelle internationale, l'évolution des modèles alimentaires avec la disparition de certains fruits ou légumes ne faisant plus partie de régimes alimentaires simplifiés.

Enfin au travers de cette notion de soutenabilité de l'agriculture, il apparait que les enjeux des différents modes de production se rejoignent progressivement et concernent aussi bien l'innovation des systèmes de production que le développement territorial. En définitive, les défis sont nombreux comme la soutenabilité de l'agriculture dans ces domaines spécifiques face aux besoins alimentaires d'une population mondiale croissante, ce qui peut changer complètement les enjeux et l'avenir d'une filière agro-alimentaire spécifique comme celle des fruits et légumes.

E - Références bibliographiques

ABRO M.A., LECOMPTE F., BRYONE F., NICOT P. 2013. Nitrogen Fertilization of the Host Plant Influences Production and Pathogenicity of Botrytis cinerea Secondary Inoculum. *Phytopathology*, 103, 261-267

ADEME. 2012. Analyse économique de la dépendance de l'agriculture à l'énergie : évaluation, analyse rétrospective depuis 1990 et scénarios d'évolution. ADEME, 86 p.

AGENCE BIO. 2012. L'agriculture biologique, chiffres clés 2011. Agence Française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique (France), 260 p.

AGRESTE. 2010. Recensement agricole 2010, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

AGRESTE 2011. Agreste Synthèses : Grandes cultures – Pomme de terre, 2012/183

AGRESTE. 2012. L'engagement des exploitants agricoles dans une démarche qualité hors viticulture et hors produits bio. Série statistique, 12, 4 p.

AGRESTE PRIMEUR. 2011. Recensement agricole 2010. Structure des exploitations agricoles : les productions se concentrent dans les exploitations spécialisées. *Agreste Primeur,* 272, 4 p.

AGRESTE PRIMEUR. 2012. Produits agricoles hors viticulture et produits bio : Une exploitation sur cinq engagée dans une démarche qualité. *Agreste Primeur,* 294, 4 p.

AGRESTE PRIMEUR. 2012. Recensement agricole 2010. Commercialisation des produits agricoles - Un producteur sur cinq vend en circuit court. *Agreste Primeur,* 275, 4 p.

ANPP. 2011. Charte qualité des pomiculteurs de France. Vergers Ecoresponsables. ANPP (Paris), 17 p.

AMIOT-CARLIN M.J., CAILLAVET F., CAUSSE M., COMBRIS P., DALLONGEVILLE J., PADILLA M., RENARD C., SOLER L.G. (éditeurs). 2007. Les fruits et légumes dans l'alimentation. Enjeux et déterminants de la consommation. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport. Inra (France), 80 p.

AOP PECHE NECTARINE. 2013. Charte nationale de Production Intégrée des Producteurs de Pêches et Nectarines 2013, 21 p.

AUBERTOT J.N., BARBIER J.M., CARPENTIER A., GRIL J.J., GUICHARD L., LUCAS P., SAVARY S., SAVINI I., VOLTZ M. (éditeurs). 2005. Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Synthèse du rapport d'expertise. Inra (Paris), 64 p.

AUGUSSEAU X., DEGUINE J.-P., DOURAGUIA E., DUFFOURC V., GOURLAY J., INSA G., LASNE A., LE ROUX K., POULBASSIA E., ROUSSE P., ROUX E., SUZANNE W., TILMA P., TRULES E. 2011**.** Gamour, l'agro-écologie en action à la Réunion. Gestion agro-écologique des mouches des légumes à la Réunion, en route vers une agriculture écologiquement intensive. *PHYTOMA - La Défense des Végétaux*, 642, 33-37

BARRY C., LERBOURG J., MASERO J., GIROUX G., CREUSAT C., DUTHEIL B., GUICHENEY H., LAFARGUE I. 2012. L'engagement des exploitants agricoles dans une démarche qualité hors viticulture et hors produits bio. Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Service de la Statistique et de la Prospective, 12, 19 p.

BERUD M., HUCBOURG B. 2012. Biocontrôle de l'acarien rouge en verger de pommiers. Fiche technique Ressources. Chambre Régionale d'Agriculture PACA et Station d'Expérimentation Arboricoles La Pugère et GRCETA de Basse Durance, novembre 2012, 4 p.

BOLLER E.F., AVILLA J., JOERG E., MALAVOLTA C., WIJNANDS F.G., ESBJERG P. 2004. Integrated Production. Principles and Technical Guidelines. 3rd Edition. *IOBC/OILB Bulletin*, 27 (2), 49 p.

BUTAULT J.P., DEDRYVER C.A., GARY C., GUICHARD L., JACQUET F., MEYNARD J.M., NICOT P., PITRAT M., REAU R., SAUPHANOR B., SAVINI I., VOLAY T. 2010. Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude. Inra (France), 90 p.

CHABOUSSOU F. 2011 Les plantes malades des pesticides, 2ème édition. Editeur Utovie, 304 p.

CHRISTY G. 2012. Développement durable. Etats des lieux des initiatives dans la filière des fruits et légumes. *Les études du Ctifl,* 82 p.

CNIPT (Comité National Interprofessionnel de la Pomme de Terre). 2013. [en ligne]. (page visitée le 14 avril 2013). www.cnipt.fr

COULON J.B., MEYNARD J.M. 2011. Vers une agriculture à hautes performances environnementales : Etat des lieux des voies d'amélioration technique proposées par l'Inra. *Innovations Agronomiques,* 12, 1-15

CSA. 2012. Les français et la pollution environnementale. Sondage pour France Nature et Environnement. Février 2012, 9 p.

CREDOC. 2011. Baromètre n° 6 de la perception de l'alimentation. Septembre 2011, 51 p. http://alimentation.gouv.fr/IMG/pdf/Baro_alimentation_2011_cle0287ff.pdf

CTIFL. 2012. Le point sur les règles de commercialisation des fruits et légumes. Collection « Le point sur », Ctifl, 30, 8 p.

DARPEIX A., BERGERON E. 2009. L'emploi et la compétitivité des filières de fruits et légumes : situation française et comparaison européenne. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. *Notes et études socio-économiques,* 32, 7-40

FRANCEAGRIMER. 2011a. Bilan 2011 du commerce extérieur des fruits, légumes et pommes de terre. Direction MEP - Unité Cultures et filières spécialisées, FranceAgriMer, 16 p.

FRANCEAGRIMER. 2011b. Les filières des fruits et légumes - Données 2010. *Les cahiers de FranceAgriMer*, 87 p.

FRANCEAGRIMER. 2012. Prospective Filière française fruits et légumes. *Les études de FranceAgriMer*, 250 p.

GENARD M., ROBIN C., GAUTIER H., MASSOT C., BENARD C., LARBAT R., BERTIN N., LE BOT J., ADAMOWICZ S., BOURGAUD F. 2010. Elaboration de la qualité du fruit : composition en métabolites primaires et secondaires. *Innovations Agronomiques*, 9, 47-57

GIBERT C. 2007. Génération de fissures cuticulaires sur la pêche (*Prunus persica* (L.) Batsch) en réponse à des opérations culturales. Conséquences pour la qualité et la contamination par les monilioses. Thèse Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Inra Avignon, p. 149

GIS GRANDES CULTURES A HAUTES PERFORMANCES ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTALES Séminaire Idéotypes, 07-08/02/2013, Paris (France)

GOMEZ C., BRUN L., CHAUFFOUR D., DE LE VALLEE D. 2007. Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agriculture, Ecosystem & Environment,* 118, 249-255

HAVERMANS R.C. et *al.* 2010. Increasing Children's Liking and Intake of Vegetables through Experiential Learning. **In :** EUFIC. 2012. Bioactive Foods in Promoting Health, 273-283

HILL S.B., MAC RAE B.J. 1995. Conceptual framework for the transition from conventional to sustainable agriculture. *Journal of sustainable Agriculture,* 7, 81-87

HUTIN C. 2012. Production française de fruits et légumes : tendances et enjeux de compétitivité. Infos Ctifl, 25, 34-40

JEANNEQUIN B., DOSBA F., PLENET D., PITRAT M., CHAUVIN J.E. 2011. Vers des cultures fruitières et légumières à hautes performances environnementales. *Innovations Agronomiques,* 12, 73-85

LAMINE C., BELLON S. 2009. Transitions vers l'agriculture biologique. Pratiques et accompagnements pour des systèmes innovants. Editions Quae-Educagri, 316 p.

LAURI P. E. 2002. From tree architecture to tree training - An overview of recent concepts developed in Apple in France. *J. KOR. SOC. HORT. SCI.,* 43, 782-788

LAURI P.E., SIMON S., BRUN L., MOREL K., COMBE F., DEFRANCE H., HEMPTINNE J.L., HUCBOURG B., REGNARD J.L. 2011. Le pommier et ses bioagresseurs – Les composantes dynamique et structurelle de l'architecture de l'arbre modulent les dynamiques d'infestation et d'infection. *Innovations Agronomiques,* 15, 65-77

LECOMPTE F., ABRO M. A., NICOT P.C. 2013. Can plant sugars mediate the effect of nitrogen fertilization on lettuce susceptibility to two necrotrophic pathogens: Botrytis cinerea and Sclerotinia sclerotiorum? *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-012-1577-9

LESCOURRET F., MOITRIER N., VALSESIA P., GENARD M. 2011. QualiTree, a virtual fruit tree to study the management of fruit quality. I. Model development. *Trees-Structure and Function* 25, 519-530.

MAALOULY M., FRANCK P., BOUVIER J.-C., TOUBON J.F., LAVIGNE C. 2013. Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 169, 33-42

MAISONNEUVE B., PITRAT M., TORRES M. 2013. Intégration des stimulateurs de défense des plantes dans les stratégies de protection des cultures légumières. Salon International de l'Agriculture ; 01/03/2013, Paris (France)

MERCIER V., BUSSI C., PLENET D., LESCOURRET F. 2008. Effects of limiting irrigation and of manual pruning on brown rot incidence in peach. *Crop Protection,* 27, 678-688

NAVARRETE M., LECOMPTE F., TCHAMITCHIAN M. 2010. Systèmes de culture et qualité de la laitue. Comment repenser les systèmes de culture pour réduire l'usage de pesticides et les risques de résidus ? *Innovations Agronomiques,* 9, 67-84

PALLOIX A., AYME V., MOURY B. 2009. Durability of plant major resistance genes to pathogens depends on the genetic background, experimental evidence and consequences for breeding strategies. *New Phytol, 183,* 190-199

PARATTE R. 2004. Trajectoire d'un collectif de travail et construction de connaissances autour du pommier. Licence en ethnologie, Université de Neufchâtel, 147 p.

PLENET D., GIAUQUE P., NAVARRO E., MILLAN M., HILAIRE C., HOSTALNOU E., LYOUSSOUFI A., SAMIE J.F. 2009**.** Using on-field data to develop the EFI information system to characterise agronomic productivity and labour efficiency in peach (*Prunus persica* L. Batsch) orchards in France. *Agricultural Systems*, 100, 1-10

PLENET D., SIMON S., VERCAMBRE G., LESCOURRET F. 2010. Systèmes de culture en arboriculture fruitière et qualité des fruits. *Innovations Agronomiques,* 10, 85-105

RAYNAL-LACROIX C., ERARD P., LE BOT J. 2005. PILazo®. Gestion pratique de l'azote : cultures légumières et fraisier. Ctifl (Ed), 80 p.

REYNES B. 2011. Etude et proposition concernant les enjeux du coût de main d'œuvre dans le secteur de la production agricole. Rapport à Monsieur le Premier Ministre, Assemblée Nationale, juin 2011, 45 p.

RICARD, J.M., GARCIN, A., JAY, M., MANDRIN, J.F. 2012. Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière. Ctifl (Ed), 471 p.

RICCI P., BUI S., LAMINE C. (éditeurs). 2011. Repenser la protection des cultures : Innovations et transitions. Science en partage. Editions Quae et Educagri, 249 p.

ROCHE L., CODARIN S. 2011.Pommier. Evolution de la conduite en mur fruitier. *Infos Ctifl*, 271, 41-46

SAUGE M.H., GRECHI I., POËSSEL J.L. 2010. Nitrogen fertilization effects on *Myzus persicae* aphid dynamics on peach: vegetative growth allocation or chemical defence? *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 136, 123-133

SIMON S., BOUVIER J.-C., DEBRAS J.-F., SAUPHANOR B. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.,* 30, 139-152

SIMON S., BRUN L., GUINAUDEAU J., SAUPHANOR B. 2011. Pesticide use in current and innovative apple orchard systems. *Agron. Sustain. Dev.*, 31, 541-555

SIMON S., SAUPHANOR B., LAURI P.E. 2007. Control of fruit tree pests through manipulation of tree architecture. *Pest Technology,* 1, 33-37

VERES A., PETIT S., CONORD C., LAVIGNE C. 2013. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 166, 110-117

WALTERS D.R., RATSEP J., HAVIS N.D. 2013. Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *Journal of Experimental Botany,* doi:10.1093/jxb/ert026, 18 p.

F - Annexes

Annexe 1

Exemples de leviers d'action mobilisables pour des systèmes de culture de vergers fruitiers à haute performance environnementale

Filière	Voies d'amélioration identifiées	Enjeux environne-mentaux	Leviers mis en œuvre	Types de solution	Opérationna-lité
Fruits	Conception d'idéotypes variétaux pour la gestion durable du verger	Ressources Rejets	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Changements phénologiques chez les arbres fruitiers liés aux évolutions climatiques et recherche de variétés adaptées	-	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Sélection de porte greffes de Prunus tolérants à la sécheresse	Ressources	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Performances du pommier sous contraintes environnementales (cas du stress hydrique)	Ressources	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Gestion raisonnée des apports d'eau en arboriculture fruitière	Ressources	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Fruits	L'irrigation et la conduite de l'arbre comme des leviers d'action pour réduire la sensibilité aux maladies du pêcher	Ressources Rejets	Outil de Pilotage	Efficience	Recherche
Fruits	Réduction de l'inoculum primaire de tavelure en verger de pommier	Rejets	Système de Culture	Efficience	Opérationnel
Fruits	Création de porte greffes Prunus résistants vis à vis des nématodes à galles	Rejets	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Gestion durable de la résistance à la Sharka de l'abricotier : exemple de la variété Aramis® Shamade	Biodiversité	Sélection	Substitution	Opérationnel
Fruits	Architecture de l'arbre fruitier et sa conduite optimisée en verger - contribution à une arboriculture fruitière durable	Rejets Biodiversité	Système de Culture	Efficience	Opérationnel
Fruits	Pilotage de l'architecture de l'arbre pour le contrôle des bio-agresseurs en verger	Rejets	Systèmes de Culture	Efficience	Recherche
Fruits	Conservation des auxiliaires par la régulation des habitats et de la biodiversité	Rejets Biodiversité Paysage	Système de Culture	Efficience	Opérationnel
Fruits	Régulation des ravageurs dans les agro-systèmes via une approche paysagère	Rejets Biodiversité Paysage	Paysage	Efficience	Recherche
Fruits	Evaluation des niveaux de sensibilité variétale aux bio-agresseurs sous faibles niveaux d'intrants	Rejets	Sélection	Substitution	Recherche
Fruits	Systèmes vergers de pommiers bas intrants	Rejets	Système de Culture	Efficience	Recherche
Fruits	Diminution des intrants phytosanitaires en agrumiculture corse	Rejets Biodiversité	Lutte Biologique	Substitution	Opérationnel
Fruits	Outil DEXiPM-pomme : conception, évaluation et sélection de vergers durables	Ressources Rejets Biodiversité Paysage	Outil de Pilotage	Evaluation	Recherche
Fruits	Analyse de cycle de vie (ACV) : évaluation quantitative des impacts environnementaux de systèmes de production de pommes	Ressources Rejets Biodiversité Paysage	Outil de Pilotage	Evaluation	Recherche

(Source : http://www6.inra.fr/groupes-filieres/Expertises-multifilieres/Innovations-environementales/Vergers-Fruitiers)

Annexe 2

Exemples de leviers d'action à haute performance environnementale mobilisables pour des systèmes de culture maraîchers sous serre et abri et la pomme de terre

Filière	Voies d'amélioration identifiées	Enjeux Environne-mentaux	Leviers mis en œuvre	Types de solutions	Opération-nalité
Légumes	Utilisation de la période d'inter-culture pour une meilleure gestion des sols	Ressources Rejets	Système de Culture	Efficience	Opérationnel
Légumes	Utilisation de composts de déchets verts pour améliorer la fertilité des sols	Ressources Biodiversité	Recyclage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Pilotage de l'irrigation des salades par tensiométrie	Ressources Rejets	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Mise au point d'une gestion de la fertilisation par suivi d'un indicateur plante	Ressources Rejets Biodiversité	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Recyclage des solutions fertilisantes en culture hors sol	Ressources Rejets	Recyclage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Évaluation de la qualité sanitaire des systèmes légumiers en sol sous abri	Ressources Rejets	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Gestion durable des résistances aux nématodes à galles	Rejets	Sélection	Substitution	Recherche
Légumes	Aide au choix des consignes climatiques pour les cultures de tomate sous serre chauffée	Ressources Rejets	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Protection biologique contre la pourriture grise de la tomate sous abris	Rejets	Lutte Biologique	Substitution	Recherche
Légumes	Utilisation de filets anti-insecte plus perméables à l'air- Ultravent®	Rejets	Système de Culture	Efficience	Opérationnel
Légumes	Pilotage de la protection biologique intégrée des cultures de tomate sous serre chauffée	Rejets	Lutte Biologique Outil de Pilotage	Reconception	Recherche
Légumes	Protection biologique de la tomate contre les aleurodes : le transfert inter-cultural de *Macrolophus pigmaeus*	Rejets	Lutte Biologique	Substitution	Opérationnel
Légumes	Di@gnoplant : des outils de diagnostic/conseil en protection des légumes	Rejets	Outil de Pilotage	Efficience	Opérationnel
Légumes	Evaluation des impacts environnementaux de la production de tomate sous abris par la méthode ACV	Ressources Rejets Biodiversité Paysage	Outil de Pilotage	Evaluation	Recherche
Pomme de terre	Lutte génétique contre nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera pallida*	Rejets Biodiversité	Sélection	Substitution	Opérationnel
Pomme de terre	Lutte génétique contre l'agent du mildiou de la pomme de terre, *Phytophthora infestans*	Rejets	Sélection	Substitution	Recherche
Pomme de terre	Optimisation par modélisation de la durabilité des gènes de résistance au mildiou chez la pomme de terre	Rejets	Sélection	Substitution	Recherche

(Source : http://www6.inra.fr/groupes-filieres/Expertises-multifilieres/Innovations-environementales/Maraichage-de-plein-champ et http://www6.inra.fr/groupes-filieres/Expertises-multifilieres/Innovations-environementales/Maraichage-sous-serre-et-abri)

CHAPITRE 2B
Synthèse

A - Eléments du contexte

A1 - Contexte macroéconomique et social en 2010

La France est l'un des principaux pays producteurs de fruits, de légumes et de pomme de terre de consommation (FLP) de l'UE 27. Elle se situe en 3ème position, pour les fruits et les légumes derrière l'Espagne et l'Italie, et pour la pomme de terre derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni. Cette filière est caractérisée par une très grande diversité de produits, de systèmes de production et de modèles économiques (Jeannequin *et al.* 2011). Au cours de la dernière décennie, on peut noter :

- Une perte de compétitivité pour de nombreuses productions, se traduisant pour les fruits et légumes par une disparition plus rapide des exploitations (-30 % en 10 ans) par comparaison à d'autres secteurs agricoles et une diminution des surfaces cultivées (-15 % en 10 ans). Celle-ci s'explique pour partie par des coûts de production plus élevés par rapport à nos principaux concurrents surtout pour la main d'œuvre et un manque d'organisation collective sur certaines filières.
- Une technicité importante et l'élaboration de produits réputés de qualité et reconnus internationalement (près de 1 exploitation sur 5 en Fruits et Légumes ont des produits sous signe de qualité (AOP, Label Rouge, CCP, etc.).
- Une balance commerciale ''exportations moins importations'' très négative en fruits et légumes, liée principalement à des pertes de marchés, mais aussi à une 'désaisonnalité' croissante de la consommation. Par rapport à cette tendance générale lourde, il faut signaler des exceptions marquantes : la filière pomme de terre qui a une balance commerciale très positive, ainsi que certaines filières de légumes frais ou transformés, par exemple le chou-fleur et les haricots verts.
- Une reprise des circuits courts de commercialisation qui concernent respectivement 50 % et 25 % des exploitations produisant des légumes et des fruits.
- Enfin la consommation en fruits et légumes de saison n'augmente pas en France malgré le Plan National Nutrition Santé. La diversité des fruits et légumes offerts et consommés s'amenuise tandis que les exigences des consommateurs augmentent, notamment en matière de qualité sanitaire (notion de « zéro résidu » de pesticides).

En définitive, sur le plan socio-économique au cours de la dernière décennie, les filières françaises fruits et légumes, excepté les pommes de terre et certains produits, affichent de façon générale une décroissance plus ou moins marquée dont les causes sont diverses.

A2 - Analyse des risques environnementaux liés à la production

Ces filières présentent une très grande diversité de pratiques du fait d'une cinquantaine d'espèces cultivées, annuelles ou pérennes, avec des systèmes de culture très diversifiés et plus ou moins intensifs, allant des

vergers à faible densité de plantation (noyer, châtaignier, olivier) aux vergers à haute densité (pommier), des systèmes légumiers de plein champ proches des systèmes de production des grandes cultures (pomme de terre, haricot, petit pois, oignons, carotte d'Aquitaine) aux cultures légumières sous abris.

Les pressions environnementales sont également contrastées mais peuvent être importantes sur certains aspects. L'arboriculture fruitière, les cultures de légumes et de pomme de terre occupent moins de 2% de la SAU mais utilisent au total environ 15 % des produits phytosanitaires en France. Certaines espèces sont parmi les cultures ayant les Indices de Fréquence de Traitement (IFT) les plus élevés. Globalement, cette forte pression en produits phytopharmaceutiques accentue les risques potentiels sur les différents compartiments de l'environnement et la santé humaine, même si des efforts importants sont engagés par les producteurs pour les réduire (par exemple, les chartes qualité « Certification environnementale des exploitations » Niveau 2 reconnues en 2013 par le Ministère en charge de l'Agriculture). De plus, on peut noter un fort développement des surfaces de production en Agriculture Biologique, incluant les reconversions, ce qui représente 9,6 % et 4 % des surfaces cultivées pour certains en fruits et légumes. Par ailleurs, les produits issus de la pétrochimie sont abondamment utilisés pour les paillages, les couvertures d'abri, les filets anti-grêle ou encore le contrôle des ravageurs et la protection phytosanitaire. Certains produits constituent des déchets difficilement recyclables. Néanmoins, d'importants progrès ont été réalisés puisque la filière de récupération Adivalor mise en place depuis 2009 a récupéré en 2011 plus 30 % des déchets agricoles plastiques.

Les principales faiblesses et menaces pour ces filières de production sont :

- Une diminution du nombre d'acteurs publics ou privés réalisant de la sélection variétale, diminution qui induit une perte de capacité d'innovations pour répondre aux attentes de tous les acteurs de la filière, en particulier les consommateurs.
- Des investissements et des coûts de production très élevés, en particulier la main d'œuvre qui peut représenter plus de 50 % des coûts ; une technicité élevée des producteurs certes, mais une forte distorsion de concurrence au niveau international et européen, notamment pour le coût de la main d'œuvre et la réglementation du travail.
- Une protection des cultures encore extrêmement dépendante de la lutte chimique et donc peu adaptée aux nouveaux enjeux environnementaux et réglementaires, avec des usages orphelins pas toujours compensés par les extensions d'usages, et des solutions efficaces en bio-contrôles mais en nombre insuffisant.
- Une assez forte dépendance énergétique, soit en production, soit en post-récolte.
- Un risque en augmentation d'un accès limité à la ressource en eau d'irrigation.

B - Leviers d'action

Les verrous sont donc très nombreux ; trois groupes de leviers apparaissent comme prioritaires pour permettre à ces filières horticoles d'améliorer leur compétitivité et leurs performances environnementales sur la décennie à venir.

B1 - Faire évoluer le matériel végétal pour mieux répondre aux enjeux de ces filières

Les dimensions suivantes apparaissent particulièrement importantes :

- Améliorer le matériel végétal en définissant des idéotypes variétaux conjuguant l'introgression des résistances durables aux bioagresseurs, la qualité des produits et les capacités d'adaptation à la

diversité des milieux et des pratiques. Soutenir la recherche sur les porte-greffes sur certaines espèces fruitières et légumières, qui représentent un véritable levier pour adapter la plante aux évolutions des conditions édaphiques (i.e. *Malus*, *Prunus,* etc.) ou au développement des bioagresseurs telluriques (i.e. solanacées et cucurbitacées) ;

- Développer une recherche d'innovation variétale en partenariat (publique/privé et participative) pour intégrer efficacement les attentes de tous les acteurs et les enjeux environnementaux, et favoriser l'adoption de ces nouvelles variétés ;
- Accompagner et soutenir l'organisation nationale et européenne qui assure la qualité du matériel végétal et sa diffusion (démarche de la certification des semences et plants) ;
- Construire des stratégies d'alliances internationales pour pallier les risques éventuels d'une diminution de la capacité d'amélioration variétale et optimiser la valorisation de l'innovation.

B2 - Optimiser les systèmes de cultures actuels et co-concevoir les systèmes du futur pour une agriculture plus durable

Les points suivants apparaissent particulièrement importants :

- L'accompagnement et le soutien de la rénovation rapide du verger français notamment en termes d'innovations variétales et de systèmes de culture pour en augmenter les performances productives, économiques et environnementales ;
- L'amélioration de l'efficience des intrants tels que l'eau d'irrigation, les fertilisants et les pesticides grâce au développement d'Outils d'Aide à la Décision (OAD) intégratifs pour une gestion optimisée de l'ensemble des intrants ;
- La nécessité de maintenir et soutenir la recherche – développement pour la mise au point de nouvelles techniques de conduite des cultures et la constitution de référentiels sur les systèmes économes en intrants dans une filière très diversifiée ;
- Un soutien renforcé pour la mise au point effective de nouvelles biotechniques de protection des cultures et de l'environnement (méthodes alternatives, biocontrôle, stimulateurs de défenses naturelles des plantes,…) dont l'efficacité et la robustesse auront été testées dans des réseaux expérimentaux ;
- Pour les filières de fruits et légumes, le développement de la mécanisation et de la robotisation pour limiter les contraintes de main d'œuvre et donc améliorer la compétitivité ;
- De nouvelles approches de productions intégrées conciliant une productivité élevée, l'élaboration de produits de bonne qualité gustative, une haute valeur environnementale et des services écosystémiques d'importance pour le futur (biodiversité fonctionnelle, fertilité des sols,…), acceptables en matière de coûts et répondant aux attentes de tous les partenaires sociaux, du producteur au consommateur ;
- Le recours aux échelles territoriales de gestion et d'aménagement pour augmenter l'efficacité de la biodiversité fonctionnelle (aménagements d'habitats écologiques, réduction concertée de l'usage des produits phytopharmaceutiques, lutte biologique, etc.) ;
- L'ensemble de la filière, y compris la distribution et les associations de consommateurs, doit être associé aux travaux sur la modification des systèmes de culture, pour faire évoluer les exigences en termes de qualités des produits, en particulier le zéro défaut visuel.

Les acteurs des filières de production, notamment les AOP, peuvent jouer un rôle très moteur dans l'évolution de ces systèmes techniques et dans la gestion du territoire. Les groupements d'intérêt scientifique (GIS PIClég et Fruits) constituent également des moyens d'actions concertées pour identifier, rechercher et expérimenter de nouveaux concepts dans ces domaines.

B3 - Adopter des démarches structurantes

L'attention doit porter sur les points suivants :

- Accompagner les producteurs dans la mise en place des systèmes innovants et développer des actions de conseil - formation pour favoriser l'apprentissage des systèmes écologiquement performants ;
- Mettre en place des mesures permettant de maîtriser les coûts de production ;
- Améliorer l'organisation et l'interaction des actions de Recherche-Expérimentation-Développement sur ces systèmes économes en intrants (rôle des GIS) ;
- Soutenir la mise en place de circuits de commercialisation diversifiés pour favoriser la diversification des systèmes de culture au sein des exploitations agricoles et des territoires ;
- Favoriser l'organisation des acteurs au sein des filières (organisations de producteurs, relations interprofessionnelles de l'amont) pour limiter l'atomisation des filières voire le régionalisme, et rééquilibrer les relations commerciales qu'ils entretiennent avec les acteurs économiques de l'aval ;
- Inciter les démarches collectives des acteurs des filières au plan local, national et international en interaction avec les partenaires publics ;
- Accroître la réactivité des partenaires publics-privés pour une évolution conjointe des réglementations française et européenne ;
- Mettre en place une politique publique incitative conciliant compétitivité économique et performances environnementales ;
- Développer les études sociologiques et économiques sur la consommation des produits issus de modes de production plus respectueux de l'environnement ;
- Agir sur la demande en intensifiant les actions de communication et d'éducation, tout particulièrement à destination des jeunes générations, sur l'intérêt de consommer des fruits et légumes.

C - En guise de conclusion

L'objectif est donc bien d'intensifier et d'accompagner la mise en place de « systèmes horticoles durables sur les plans économique, environnemental et social », ce qui exige des innovations simultanées et intégrées pour ces trois dimensions. Cela constitue des enjeux importants et de véritables défis pour les filières, ce qui conduit à repenser leur fonctionnement et leur dynamisme en lien avec les attentes sociétales. Dans des filières FLP où les enjeux en termes d'autonomie et de sécurité alimentaire sont primordiaux pour développer une politique de nutrition saine des citoyens, il apparaît indispensable de mettre en place des mesures publiques incitatives fortes pour accompagner les efforts des producteurs dans ces transformations radicales vers des systèmes horticoles durables. Il s'agit aussi de communiquer sur cette démarche en vue d'obtenir à terme un retour positif des circuits de distribution et des consommateurs.

CHAPITRE 3

VIGNE ET PRODUITS DE LA VIGNE

CHAPITRE 3A Vigne et produits de la vigne 208

Introduction 208

A - Eléments du contexte au plan économique et social 208

B - Enjeux environnementaux et de santé publique, leviers d'action techniques 215

C - Les leviers d'action au niveau de la filière, de la Recherche-Formation-Développement et des politiques publiques 225

D - Conclusion 228

E - Références bibliographiques 229

CHAPITRE 3B Synthèse 234

A - Eléments du contexte et enjeux 234

B - Leviers d'action au niveau des exploitations 235

C - Leviers d'action au niveau de la filière dans son ensemble 237

D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 238

E - En guise de conclusion 238

CHAPITRE 3A
Vigne et produits de la vigne

Auteurs : *Patrice This (Inra), Jean-Louis Escudier (Inra), Marielle Adrian (IUVV-Université de Bourgogne), Laurent Delière (Inra), Jean-Marie Sablayrolles (Inra), Gérard Barbeau (Inra), Nathalie Ollat (Inra), Christian Gary (Inra), Jean-Marc Touzard (Inra), Didier Merdinoglu (Inra), Martine Georget (Inra)*

Introduction

La vigne (*Vitis vinifera* L.) est une espèce pérenne ligneuse, originaire de la région caspienne, où elle a été domestiquée environ 6000 ans avant JC (This et *al.*, 2006). Elle a, depuis, colonisé l'ensemble de la planète et est aujourd'hui présente sur les 5 continents. L'Europe est le premier producteur de vin dans le monde, en termes de surfaces plantées en vigne et de production[84] : avec une production annuelle voisine de 175 millions d'hectolitres, elle représente 45 % des superficies viticoles du globe, 65 % de la production, 57 % de la consommation mondiale et 70 % des exportations mondiales.

La France, qui se dispute avec l'Italie la première place en Europe, est l'un des premiers pays producteurs dans le monde. Les vins français sont connus dans le monde entier, même si certaines régions viticoles sont plus renommées. Le secteur viti-vinicole a donc un poids économique important. De par l'histoire très ancienne de la vigne dans notre pays (la vigne a été introduite en Gaule par les Romains) et l'empreinte culturelle de cette production dans les différentes régions viticoles, elle a également pour de nombreux français un poids patrimonial indéniable.

Il n'en demeure pas moins que la viticulture a un impact fort sur l'environnement ; la consommation de vin est également associée à des enjeux nutritionnels et de santé publique. Un certain nombre de leviers techniques au niveau des exploitations ou de la filière sont d'ores et déjà disponibles pour réduire l'empreinte environnementale de la viticulture. La recherche-développement ainsi que les politiques publiques doivent également proposer des mesures et innovations allant dans ce sens.

Le présent document décrit un certain nombre de ces leviers et propose des mesures et thématiques de recherches pertinentes pour faire évoluer la viticulture française vers une double performance économique et environnementale.

A - Eléments du contexte au plan économique et social

A1 - Un poids socio-économique fort

La France est le premier producteur de vins dans le monde, avec une production de 51.1 Mhl en 2011[85] (Tableau 1) et 42 Mhl en 2012 (estimations OIV[86]) pour un chiffre d'affaires à la production supérieur à 11

[84] http://ec.europa.eu/agriculture/markets/wine/index_fr.htm
[85] http://www.franceagrimer.fr/filiere-vin-et-cidriculture/Vin/La-filiere-en-bref/La-production-de-vin-en-2011

milliards d'euros en 2011 (estimation FranceAgriMer). De plus, les vins et spiritueux apportent la plus forte contribution à la croissance des exportations du secteur agroalimentaire et permettent le maintien de son excédent (en 2012, 9.5 M€ d'excédents pour les vins et spiritueux, deuxième poste après l'aéronautique[87] et proche du secteur des parfums[88]).

***Tableau 1** : Superficie des vignobles et productions de vins, jus et moûts de raisin en France en fonction des signes de qualité (Source : Agreste, Recensement agricole 2010)*

	2009	2010 (r)	2011 (sd)
Superficie de production (Milliers d'hectares)			
Récolte AOP (1) dont :	470	459.7	445.5
AOP hors VDN (2)	*456.4*	*446.6*	*434.1*
VDN en AOP	*13.7*	*13.1*	*11.3*
Vin pour eau de vie AOP	71.4	73.0	74.6
Vin IGP (3)	204.1	196.4	188.2
Autres vins	41.0	42.5	50.2
TOTAL VINS	**786.6**	**771.5**	**758.4**
Production de vin (millions d'hectolitres)			
Récolte AOP (1) dont :	23.5	22.0	23.6
AOP hors VDN (2)	*23.3*	*21.7*	*23.3*
VDN en AOP	*0.3*	*0.2*	*0.3*
Vin pour eau de vie AOP	7.2	7.8	8.8
Vin IGP (3)	12.6	12.5	14.1
Autres vins	3.5	3.1	4.6
TOTAL VINS	**46.8**	**45.3**	**51.1**

(r) : données révisées, (sd) : données semi-définitives ; (1) : appellation d'origine protégée, (2) : vins doux naturels ; vins de liqueur remplissant certaines conditions particulières ; (3) : indication géographique protégée - Champ : France

La filière Vigne et Produits de la Vigne représente en France un poids économique très important : en 2010, avec 788 637 ha dont 771 500 ha dédiés à la production de vins (Tableau 1), la culture de la vigne représente 3 % de la SAU[89] mais 15 % de la valeur de la production agricole. Elle concerne 87 400 exploitations (Tableaux 2 et 3), soit 23 % des UTA agricoles correspondant à 250 000 emplois directs[4] (près du double si l'on considère les emplois liés en amont et en aval de la production). En 2006, la majorité des exploitations (71 %) avait une taille inférieure à 50 ha, avec cependant de fortes variations selon les régions viticoles (Tableau 4). Il s'agit donc d'une agriculture plutôt familiale qui présente un fort potentiel de maintien de l'emploi en zone rurale.

***Tableau 2 :** Nombre d'exploitations cultivant de la vigne en France (hors TOM) en 2010 en fonction du type de production ; Sources : Agreste, Recensement agricole 2010*

Vigne	Ensemble	Le produit commercialisé	Produit non commercialisé
Nombre d'exploitations total	87370	71786	15584
Vignes à raisin de cuve	85313	71713	13600
- Vignes d'appellation d'origine protégée - 2010	56521	51872	4649
- Vignes avec indication géographique protégée - 2010	23848	22643	1205
- Vignes sans indication géographique - 2010	18424	10330	8094

[86] http://www.oiv.int/oiv/info/frconjoncture/OIVnoteconjmars2013FRDEF.pdf
[87] http://www.commerce-exterieur.gouv.fr/files/dp-commerce-exterieur-2012.pdf#page=26
[88] http://www.franceagrimer.fr/filiere-vin-et-cidriculture/Vin/La-filiere-en-bref/La-production-de-vin-en-2011
[89] http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_primeur271.pdf

- Vignes apte à la production d'eau de vie - 2010	5124	4967	157
Vignes à raisin de table	3371	1351	2020
Pépinière viticole, y compris greffons	510	370	140
Vigne mère de porte-greffe	392	257	135

Tableau 3 : *Nombre d'exploitations cultivant de la vigne en France (hors TOM) en 2010, production brute standard et unité de travail annuel associés en fonction du type de production ; Sources : Agreste, Recensement agricole 2010)*

	Indicateurs			
Orientations technico-économiques	**Exploitations**	**SAU (hectare)**	**PBS (millier d'euros)**	**UTA**
Ensemble des exploitations françaises	514 694	27 087 794	52 084 426	785 564
Vinicoles spécialisées dans la production de vins de qualité bénéficiant d'une AOP	46 561	621 534	7 549 628	102 219
Vinicoles spécialisées dans la production des vins de qualité bénéficiant d'une IGP	12 106	186 493	676 637	13 033
Vinicoles spécialisées dans la production des vins de qualité AOP et IGP	3 098	84 473	366 732	6 196
Spécialisées vinicoles produisant des vins autres que des vins de qualité	6 751	175 100	679 869	9 020
Spécialisées dans la production de raisins de table	408	2 223	10 661	385
Autres vignobles	1 037	26 115	93 363	1 685
Horticulture et cultures permanentes combinées	1 122	16 026	129 693	3 036
Combinant grandes cultures et vignes	2 646	196 386	333 456	4 084
Combinant grandes cultures et cultures permanentes	2 970	89 592	173 649	4 721
Non classées	1 966	17 650		1 525

PBS : Production Brute Standard – UTA : Unité de Travail Annuel

Tableau 4 : *Répartition des surfaces selon la SAU de l'exploitation ; Source : Agreste - Enquête Pratiques culturales vigne 2006*

Région viticole	**moins de 5 ha**	**5 à moins de 15 ha**	**15 à moins de 30 ha**	**30 à moins de 50 ha**	**50 ha et plus**
ALSACE	18	50	17	7	8
BEAUJOLAIS	9	51	26	11	5
BORDELAIS	4	15	23	23	35
BOURGOGNE	8	41	23	12	15
CHAMPAGNE	40	36	7	2	15
CHARENTES	2	3	14	23	58
LANGUEDOC-ROUSSILLON	7	16	29	23	24
PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR	7	19	28	21	24
VAL DE LOIRE	5	15	28	19	33
ENSEMBLE	8	18	25	21	29

A2 - Un poids historique, patrimonial et culturel important

Pour la France et les français, le vin revêt une valeur historique et patrimoniale forte[90]. C'est un produit culturel par excellence ! La viticulture façonne le paysage et de par le lien avec la gastronomie et les cultures locales, elle a un impact patrimonial indéniable.

La filière bénéficie d'actions privées et publiques, notamment autour de l'œnotourisme qui met en exergue la valeur paysagère et culturelle d'une région viticole et du vin qu'elle produit[91]. De telles actions sont par exemple développées dans le cadre du Conseil Supérieur de l'Œnotourisme, des clubs tel que le club de promotion du tourisme viti-vinicole de Atout France (créé en 2000 en étroite liaison avec FranceAgriMer, la Sopexa, le CNIV[92], le RN2D[93], la FNCRT[94], et la FNOTSI[95]) et encouragées par des prix (prix national de l'œnotourisme…) ou des labels (Vignobles et découvertes par exemple).

En outre, le vin contribue à l'image de la France à l'étranger et à son attractivité touristique.

A3 - Une filière présentant une très forte diversité autour d'un produit phare : le vin

La filière repose très majoritairement sur des produits transformés par fermentation et distillation avec comme produit majeur, le vin : en termes de surface, le raisin de table ne représente que 1 % de la surface viticole en France. En termes de volume, les eaux de vies issues de la distillation des vins représentent 17 % du volume de vin produit en France (cf. Tableau 1). Le vin est donc bien le produit majeur de la filière.
Cependant, la filière « Vigne et Produits de la Vigne » présente une très grande diversité tant au niveau de la production que des modes d'organisation.

A3.1 - Le matériel végétal

La totalité des plants cultivés en France appartiennent à l'espèce *Vitis vinifera* L. La multiplication végétative permet une reproduction quasiment à l'identique des plants d'une même variété. La diversité variétale s'exprime à deux niveaux : greffon et porte-greffe.

Environ 200 variétés (ou cépages) de vigne sont inscrites au catalogue Français (IFV-INRA-Montpellier Supagro-Viniflhor, 2007), mais parmi celles-ci, une quinzaine représente 85 % environ de l'encépagement (Tableau 5). La liste des cépages autorisés en vin d'AOP et d'IGP est très réglementée et définie par décret. De la même façon, une trentaine de porte-greffes sont disponibles, avec 16 variétés dominantes (Données FranceAgriMer). Cela permet un nombre très important de combinaisons greffons/porte-greffes disponibles. Aujourd'hui, près de 94 % du matériel végétal utilisé par les viticulteurs (environ 200 millions de plants vendus par an) provient de la sélection clonale réalisée en France par l'IFV et ses partenaires (Données FranceAgriMer 2010).
Une diversité du matériel végétal est présente au sein des cépages. En effet, un nombre plus ou moins élevé de clones, selon les cépages, est disponible pour les viticulteurs, ce qui permet l'accès à une petite variabilité intra-variétale.

---

[90] La juridiction de Saint Emilion est inscrite sur la liste du patrimoine mondial de l'Unesco (n°932).Depuis 2007, existe à l'Université de Bourgogne, la Chaire UNESCO « Culture et Traditions du Vin », seule Chaire UNESCO au monde traitant des problématiques touchant à la vigne et au vin (http://chaireunesco-vinetculture.u-bourgogne.fr/).
[91] http://www.atout-france.fr/oenotourisme-actions-atout-france
[92] Comité National Interprofessionnel des Vins d'appelation
[93] Réseau National des Destinations Départementales
[94] Fédération nationale des comités régionaux du tourisme
[95] Fédération Nationale des Offices de Tourisme et Syndicats d'Initiative

Tableau 5 : *Répartition des principaux cépages de vigne en fonction de leur part de la surface plantée en Vigne ; Source : Agreste - Enquête Pratiques culturales vigne 2006*

Cépage	Part des surfaces (%)
MERLOT NOIR	14
UGNI BLANC	12
GRENACHE NOIR	10
CARIGNAN NOIR	8
CABERNET SAUVIGNON NOIR	7
SYRAH NOIR	7
CHARDONNAY BLANC	6
CABERNET FRANC NOIR	4
GAMAY NOIR	4
PINOT NOIR	4
CINSAUT NOIR	3
SAUVIGNON BLANC	2
MELON BLANC	2
SEMILLON BLANC	2
AUTRES	16

A3.2 - Les systèmes de production

Une diversité de systèmes de production coexiste : intensif, classique ou conventionnel, raisonné, intégré, biologique et biodynamique, avec une prédominance du système de production raisonné. En 2009, l'enquête « Pratiques culturales Vigne [96]» (Mezière D. et *al.*, 2009) fait apparaître la distribution suivante :

- 1,9 % en culture biologique
- 7,3 % en culture intégrée (recours à des alternatives aux herbicides et insecticides
- 77,4 % en culture raisonnée
- 13,4 % en culture intensive (protection phytosanitaire égale ou supérieure aux besoins d'une couverture totale).

On assiste cependant à une augmentation des surfaces en conduite biologique : en 2010, elles représentaient 6,1 % des surfaces totales en vigne (Données Agreste 2010[97]).

A3.3 - Les produits

Même si l'on observe une très forte prédominance de la production de vin, les alcools issus de la distillation des vins ont une importance économique non négligeable, notamment le Cognac. Il faut également citer les productions de raisins de table qui entrent dans les productions fruitières et les jus de raisins, malheureusement assez peu attractifs car trop sucrés jusqu'à présent[98].
Au sein même des vins, il existe également une très forte diversité : vins tranquilles, vins effervescents et vins liquoreux.
La filière regroupe également les acteurs de la pépinière viticole qui sont chargés de la production du matériel végétal (vignes mères de porte-greffes et de greffons) et des plants greffés-soudés.

[96] http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/
[97] http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/
[98] Projet de recherche Fijus Ra@isol

A3.4 - Les signes de qualité

Sur la base de définitions imposées par l'Europe, la filière (notamment le secteur de la commercialisation) définit différents signes de qualité, structure le marché et détermine les conditions de la valorisation. Ainsi, en vertu du règlement (CE) n°1234/2007[99], les vins sont classés selon les trois catégories réglementaires établies dans le cadre de l'OCM vitivinicole :

- les vins de France Sans Indication Géographique (VSIG ou « Vin de France » sans IG),
- les vins de France à Indication Géographique Protégée (IGP),
- les vins de France d'Appellation d'Origine Protégée (AOP ou AOC en France).

Les répartitions des productions en surface et volumes et du nombre d'exploitations selon ces trois catégories sont présentées dans les Tableaux 1 et 2. Globalement, en 2010, 46 % des volumes de vin correspondaient à des vins d'AOP, 28 % à des vins IGP.
Ils sont ensuite vendus selon différentes modalités : vente directe à la cave, vente en coopérative, vente par des négociants, sous forme de contenants très variés (vins en vrac, bag in box, bouteille…).
Par ailleurs, les cahiers des charges relatifs aux différents signes de qualité ont intégré de façon plus ou moins stricte des innovations viticoles ou œnologiques.

A3.5 - Conditions pédoclimatiques et cépages emblématiques des différentes régions viticoles

Les vins sont très fortement impactés par les conditions environnementales et pédoclimatiques dans lesquels la vigne est cultivée. Or la viticulture française présente une très grande diversité de milieux (plaines/coteaux) et de conditions pédoclimatiques : du Nord au Sud depuis Banyuls jusqu'en Alsace, d'Ouest en Est depuis la façade atlantique jusqu'à la Provence ou l'Alsace, des sols calcaires du Languedoc-Roussillon, des sols crayeux de Champagne aux graves du Bordelais. En dehors des différences de cépages entrant dans la composition des vins des principales régions viticoles, les conditions environnementales au sens large influent également sur la composition des vins (Tonietto & Carbonneau, 2004) : effet de la température nocturne sur la coloration (Kobayashi *et al.*, 2011), effet de la température diurne sur l'accumulation des sucres, la dégradation des acides et l'accumulation des polyphénols (Cohen et *al.*, 2012 ; Sadras et *al.*, 2012 ;), effet du stress hydrique sur la taille de la baie (Ojeda et *al.*, 2002 , dos Santos et *al.*, 2007), sur l'accumulation des anthocyanes (Kennedy et *al.*, 2002 ; Ojeda et *al.*, 2002 ; Roby et *al.*, 2004 ; Roby et Matthews, 2004) et des sucres (Zsofi et *al.*, 2011) , effet de l'environnement sur l'accumulation des arômes (dos Santos et al 2007)…

Par ailleurs, selon les régions, les contraintes et enjeux vis-à-vis de la protection des maladies varient (pression parasitaire différente en conditions méditerranéenne, atlantique ou septentrionale) ; il en est de même pour la ressource en eau (intensité des stress hydriques différents entre le Nord et le Sud, conséquences du changement climatique variable selon les régions).

A3.6 - Modèle socio-économique

Il existe de nombreux modèles socio-économiques : l'exploitation viticole aura des contraintes et des stratégies viticoles différentes selon qu'elle vinifie et commercialise son vin, passe par une coopérative ou vend directement le raisin (de table ou de cuve) à des négociants.

[99] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007R1234:20100501:FR:PDF

A4 - Les choix des viticulteurs

Dans le cadre des possibilités dictées par le contexte dans lequel le viticulteur se trouve (région, contraintes environnementales, réglementation, produit à élaborer, viabilité économique), le viticulteur choisit le système de production qu'il souhaite utiliser, maîtrise les cépages qu'il va planter dans la limite des listes autorisées et du modèle socio-économique qu'il va adopter.
La vigne étant pérenne, sa culture juxtapose des décisions stratégiques (fixées pour plusieurs années comme les choix de la variété ou du mode de culture au moment de la plantation) et des pratiques annuelles ou pluriannuelles tactiques, mises en œuvre pour des adaptations aux conditions de l'année (protection phytosanitaire, opérations culturales) ou à des stratégies de commercialisation (par exemple vins primeurs commercialisés selon le marché).
Les choix des producteurs, guidés par les contraintes, ont donc des conséquences importantes sur le moyen terme.

En revanche, la filière -au plan national ou régional- aura un poids important sur les évolutions de la réglementation, la délimitation des zones de culture et d'appellation, la publicité et la commercialisation.

A5 - Forces et faiblesses de la filière au niveau économique

A5.1 - Les faiblesses

- Baisse de la consommation de vin dans les pays traditionnellement producteurs (notamment la France) et évolution des consommateurs (nouveaux pays consommateurs, nouvelles générations) qui s'est accompagnée d'un changement du profil des consommateurs.
- Eclatement, segmentation de la filière et sous-investissement dans l'immatériel, notamment les démarches commerciales, les marques, la R&D et la formation.
- Incertitude sur l'évolution des cadres réglementaires et politiques notamment les droits de plantation.
- Développement de vignobles concurrents méditerranéens, et du Nouveau Monde. En Espagne, La Mancha poursuit des plantations et devient en volume le premier producteur européen avec des conditions de production souvent plus favorables et des investissements commerciaux importants, ciblant l'exportation.
- Multiplication des signes de qualité (privés, officiels), pouvant compliquer ou menacer le système européen des indications géographiques.

A5.2 - Les forces

- Développement de la consommation dans les pays émergents comme la Chine.
- Structuration des vins en termes de signes de qualité à forte notoriété (AOP, IGP) reconnus dans les accords internationaux, défendus par l'UE.
- Possibilité de développement de nouvelles filières (jus, sucre, alcool…).
- Augmentation récente (depuis 2008) du prix du raisin ou du vin[100], et du revenu des viticulteurs, bonne résistance du secteur malgré la crise économique (mais incertitude sur la pérennité de cette résistance et forte variabilité entre régions).
- Diversité des modèles, des références et des compétences de la filière, atout pour l'adaptation et la résilience.

[100] http://www.franceagrimer.fr/content/download/20136/163542/file/BIL-VIN-march%C3%A9-production-vrac-C11-12.pdf

B - Enjeux environnementaux et de santé publique, leviers d'action techniques

B.1 - Une filière ayant un impact fort sur l'environnement

B1.1 - Une filière consommatrice de produits phytosanitaires et à empreinte énergétique forte

En 2006, la viticulture représentait 3,3 % de la SAU et 14,4 % de la consommation de produits phytosanitaires en valeur (Butault et *al.*, 2010). En 2006, l'IFT (Indice de fréquence de traitement) national moyen était de 13,8 (Mezière et *al.*, 2009) avec une forte variabilité entre les régions de production (de 7,4 en Provence à 22 en Champagne) .

Très peu d'évolutions sont observées lors de l'enquête « Pratiques culturales 2010 »[101], avec un IFT moyen national de 13,2 et de très fortes variations régionales (Tableau 6), malgré une réduction de l'usage des herbicides (Ambiaud et Grosmann, 2012a). La vigne se place ainsi derrière les fruits (IFT 17 mais 36 pour les pommes) mais loin devant les grandes cultures (IFT 3.8 ; Butault et *al.*, 2011). En effet, la filière fait un usage très important de fongicides (contre l'oïdium et le mildiou essentiellement) qui représentent en moyenne plus de 80 % de l'IFT (Ambiaud et Grosmann, 2012a). De même la lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée (cicadelle) implique des traitements insecticides systématiques obligatoires sur des superficies importantes. Enfin, le recours au désherbage chimique reste majoritaire, même s'il est en diminution (Figure 1).

Tableau 6 : *Indice de traitement total pour la vigne en 2010, et sa variation en fonction des régions (Source : Agreste - Enquête Pratiques culturales - Pratiques phytosanitaires en viticulture 2010)*

	IFT TOTAL							
Bassin viticole	Moyenne	Minimum	05 centile	25 centile	Médiane	70 centile	95 centile	Maximum
Alsace	10,7	0,7	5,4	8,8	10,8	12,2	15,4	19,8
Beaujolais	16,8	1,2	11,5	14,4	16,7	18,6	23,0	28,1
Bordelais	15,0	2,5	9,0	12,2	15,0	16,7	21,5	38,5
Bourgogne	15,6	1,5	8,6	13,5	15,7	17,6	21,9	24,7
Champagne	18,3	8,2	12,3	15,6	18,1	20,5	24,8	28,4
Charentes	16,0	3,1	10,1	13,8	16,1	17,7	21,4	26,5
Languedoc-Roussillon hors 66	12,0	0,1	5,7	9,3	12,0	13,8	18,0	24,6
Pyrénées-Orientales	9,3	1,1	4,1	6,9	8,6	10,7	15,9	32,0
PACA 83-84	9,1	0,9	3,9	6,8	8,9	10,5	15,1	29,4
Val de Loire	11,9	0,3	5,9	9,8	11,9	13,5	17,8	23,2
Bouches-du-Rhône	8,9	0,3	3,6	7,0	8,6	10,1	15,1	22,9
Dordogne	12,8	0,2	6,1	10,3	13,3	15,1	18,5	22,8
Midi-Pyrénées	16,5	3,0	8,0	13,5	16,8	19,2	24,4	28,9
Ensemble	13,2	0,1	5,8	10,0	13,0	15,5	21,0	38,5

[101] http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturales/

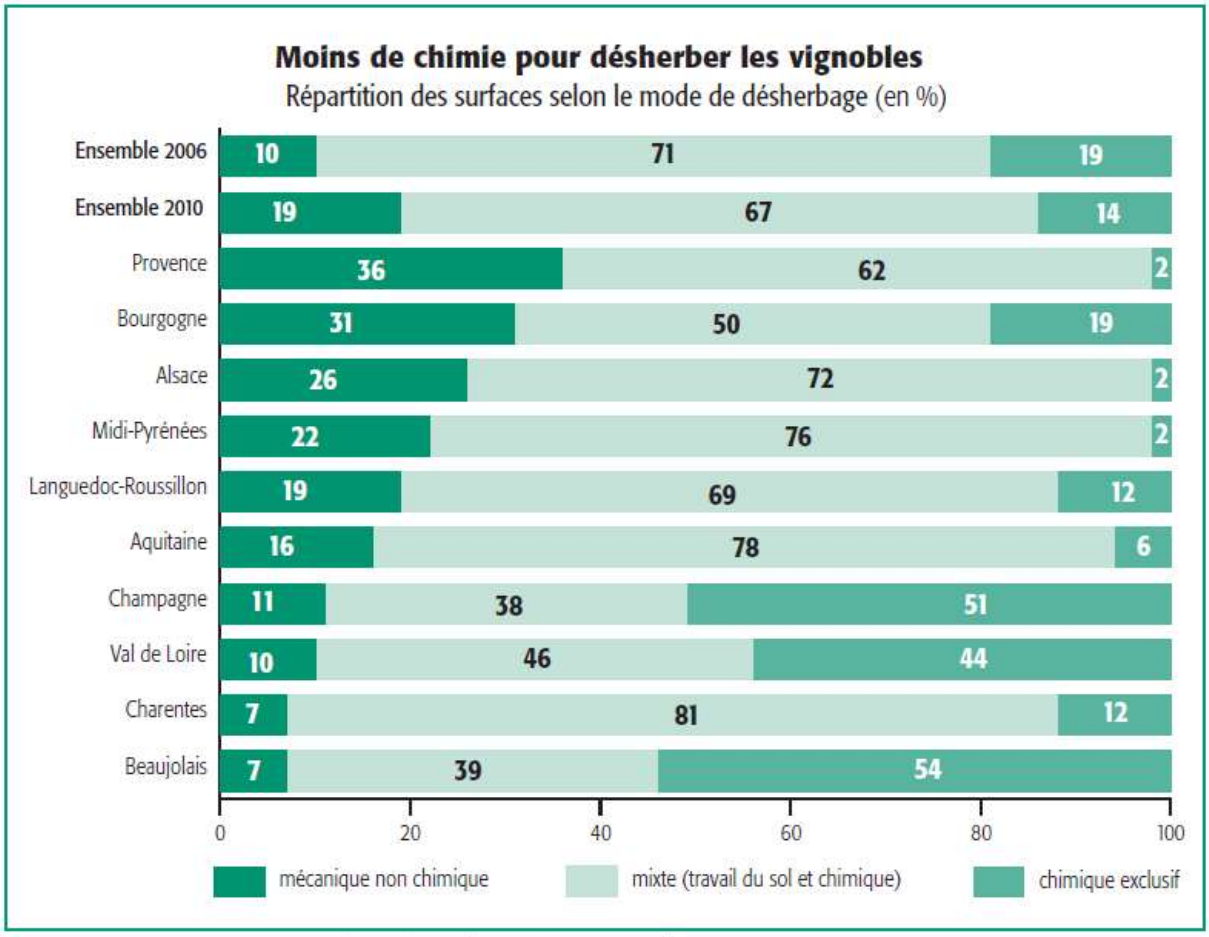


***Figure 1** : Evolution entre 2006 et 2010 de l'utilisation des herbicides et les variations selon les bassins de production (D'après Ambiaud et Grosmann, 2012a). Source : SSP – Agreste – Enquêtes sur les pratiques culturales en viticulture*

Actuellement, les producteurs sont très sensibles au problème des maladies de dépérissement des ceps (Esca) qui entraînent une mortalité importante du vignoble et contre lesquelles aucune méthode de lutte n'est disponible. De même, ils sont pour l'instant relativement impuissants face aux maladies virales, dont le court-noué. La maladie du court-noué, virose la plus grave de la vigne, est répandue dans la quasi-totalité des vignobles du monde. Elle peut engendrer jusqu'à 80 % de perte de récolte (Andret-Link et *al.*, 2004). D'après une estimation de l'impact du court-noué dans l'hexagone, réalisée par FranceAgriMer, 60 % du vignoble français serait touché par la virose, dont 30 % très fortement (Demangeat et *al.*, 2005). Jusqu'à récemment, la lutte contre le court-noué reposait principalement sur l'utilisation de matériel végétal indemne des viroses les plus dommageables et l'application de nématicides pour contrôler les populations de nématodes vecteurs de virus. Cette stratégie de lutte chimique, coûteuse et peu respectueuse de l'environnement, n'est plus utilisable désormais car les nématicides ont été progressivement interdits pour des raisons environnementales. Le dernier d'entre eux, le dichloropropène qui était le fumigant le plus utilisé en viticulture, a été retiré du marché européen en mars 2009 (European Commission, 2007).

La multiplicité des traitements influe sur l'empreinte énergétique de la culture, d'autant que la transformation est également fortement consommatrice en énergie (essentiellement pour le maintien des températures de vinification notamment pour les vins blancs).

B1.2 - La production de vin rejette de nombreux effluents à fort impact environnemental

La filière viticole a utilisé les distilleries comme lieu de collecte des sous-produits et coproduits (lies, marc) pour leur valorisation. Ces produits, venant des caves de vinification, leur permettaient de gérer les flux importants de matières « hors vin ». Les distilleries sont progressivement devenues les centres de dépollution organisés des caves. La distillation d'alcool et sa vente, ainsi que la valorisation de certains coproduits (polyphénols, colorants par exemple) permettait de financer la dépollution des caves, devenant gratuite pour ces dernières.
Ce modèle assez spécifique à la France est partiellement remis en cause par la suppression d'aides à la distillation. Ces prestations par les distilleries tendent à devenir payantes pour les caves de vinification : ceci remet en cause ce schéma d'organisation et appelle des évolutions technologiques et de nouvelles recherches. La voie « méthanisation » reste une référence, à l'appui d'exemples phares comme à Cognac (Revico[102]) et d'activités de recherche poursuivies par l'Inra (LBE, Narbonne[103]).

Par ailleurs, les caves et les chais sont consommateurs d'eau de lavage ce qui génère de gros volumes à gérer et traiter. Il reste à ce jour une impasse pour le traitement des rejets non biodégradables, liés aux adjuvants de filtration, type perlite, kieselguhr. Ceux-ci seront à terme taxés, ce qui amènera à revoir les procédés de filtration par adjuvant.

B1.3 - Une culture sensible à l'environnement et particulièrement exposée aux changements climatiques

Comme précisé précédemment, l'environnement a un fort impact sur la culture de la vigne, avec des effets sur la qualité finale des vins et la sensibilité aux maladies. La filière sera donc particulièrement exposée aux changements climatiques, situation exacerbée par la nature pérenne de cette culture et par la délimitation des régions productrices.

Les conséquences du changement climatique seront cependant variables selon les régions de par l'intensité et la nature des principaux facteurs limitants (Duchène et *al.*, 2010 ; Pieri et *al.*, 2012, Jones et *al.*, 2005).

B1.4 - Enjeux nutritionnels et de santé

Les relations entre le vin et la santé sont très complexes. C'est ce que l'on appelle le « French paradox » : d'une part, des effets positifs de la consommation de vin sur la santé (Renaud et De Lorgeril, 1992 ; Moore et Pearson, 1986), notamment une protection contre les maladies cardio-vasculaires[104], et des effets positifs de divers composés du vin comme les polyphénols ou le resvératrol (Tomera, 1999) ; mais d'autre part des risques au-delà de 3 verres de vin[22] et des effets négatifs de certains composés du vin ont également été notés (Tomera, 1999) qui rendent la promotion de la consommation de vin difficilement défendable, d'autant plus que des effets positifs sur la santé signalés ci-dessus peuvent être obtenus par la consommation de fruits et légumes frais (Tomera, 1999). De ce fait, la filière a une image assez négative auprès des Pouvoir publics, qui ne différencie notamment pas les types d'alcools (vins/alcools forts). Le réchauffement climatique s'accompagnera de plus d'une augmentation du degré alcoolique des vins, et risque donc d'amplifier ce problème de santé publique si rien n'est fait. Des recherches d'ordre biotechnologique d'une part, viticole d'autre part pour proposer des cépages aptes à produire des raisins moins sucrés resteront de forts enjeux pour la filière.

[102] http://www.revico.fr/
[103] Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, INRA, Narbonne. http://www4.montpellier.inra.fr/narbonne
[104] Ainsi, une consommation de 1 à 3 verres d'alcool réduirait de 10 à 40 % les risques cardio-vasculaires (Rimm et al, 1999) avec une réduction de ces bénéfices au-delà de 3 verres en moyenne du fait des effets néfastes de l'alcool sur la santé.

Les risques sanitaires (résidus, mycotoxines[105], SO_2…) constituent un autre point de vigilance (Lataste et *al.*, 2005 ; Tomera, 1999). Les risques liés aux résidus sont déjà perçus par les consommateurs[106], ce qui pourrait avoir des conséquences sur la consommation de vin (ICV, 2003 ; Lataste et *al.*, 2005) L'exposition des viticulteurs et des salariés viticoles aux pesticides par le biais de l'application des traitements constitue enfin un enjeu majeur de santé publique encore d'actualité (Garrigou et *al.*, 2011 ; Garrigou et *al.*, 2012).

La filière dispose d'ores et déjà -ou disposera à court ou moyen terme- de leviers techniques, notamment en termes de variétés et d'évolution des pratiques agronomiques et œnologiques. Le Plan Ecophyto 2018 et au-delà le législateur, devront encourager des changements profonds de la filière notamment concernant les utilisations de pesticides et le bilan carbone de la filière.

B2 - Les leviers d'action techniques au niveau des exploitations viti-vinicoles

B2.1 - Rendre la culture de la vigne et l'élaboration du vin plus respectueuses de l'environnement

B2.1.a - Réduire l'utilisation des pesticides

Cette démarche, initiée depuis 2008 dans le cadre du plan Ecophyto 2018, passe par une modification des pratiques de protection. Notons cependant que le système AOP impose certaines contraintes sur le choix du matériel végétal, le système de conduite, les objectifs de rendement. Ces contraintes limitent les choix stratégiques des viticulteurs lors de la plantation. Une évolution des règlementations nous semble indispensable, dans la mesure où il existe des marges de progrès considérables.
Les enquêtes sur les pratiques de protection montrent une variabilité très importante de l'usage des pesticides entre les exploitations pour une même zone de production, la pression parasitaire n'entraînant par ailleurs qu'une faible variation des applications phytosanitaires à l'intérieur des régions. (Agreste primeur n°289, octobre 2012). Il existe donc des marges de manœuvre pour atteindre l'objectif de réduction du recours aux produits phytosanitaires.
Plusieurs leviers techniques peuvent être mobilisés, certains étant déjà bien documentés, d'autres nécessitant des recherches complémentaires (Berthier et *al*., 2011 ; Gary et al., 2011).
L'étude Ecophyto R&D conduite par l'Inra[107] les a classés par ordre décroissant de fiabilité technique et facilité d'adoption (Mezière et *al.,* 2009) :

B2.1.b - Une stratégie alternative réussie : le cas des acariens

La lutte biologique, basée sur les typhlodromes, prédateurs majeurs des acariens phytophages, est effective dans la quasi-totalité des vignobles. Le maintien des équilibres biologiques passe par le choix de produits phytopharmaceutiques sélectifs et par l'entretien de zones écologiques réservoirs, situées à proximité des parcelles.

B2.1.c- Des stratégies alternatives validées, à fort potentiel mais en déficit d'adoption

- *Entretien des sols sans herbicides*

Les stratégies d'entretien du sol permettant de réduire voire de se passer de l'utilisation d'herbicides sont bien connues et peuvent se combiner : le travail du sol et l'enherbement. Le principal frein à l'adoption du

[105] http://www.icv.fr/documents/Bibliotheque/Biblio_Plaquettes/Plaquette_OTA_ICV.pdf
[106] Ochratoxines : des risques mieux connus mais à préciser, - le quotidien des marchés http://www.lequotidienlesmarches.fr/ochratoxines-des-risques-mieux-connus-mais-pr-ciser-art14987-22.html / Ochratoxine A dans le vin : une teneur maximale bientôt fixée Ligérienne de Presse | Terre-Net http://www.terre-net.fr/communaute/culture-loisirs/article/ochratoxine-a-dans-le-vin-une-teneur-maximale-bientot-fixee-223-5214.html
[107] http://wwww.agriculture.gouv.fr/Etude-Ecophyto-R-D

travail du sol est son coût (énergie, temps de travail, organisation des chantiers). Cela est vrai en particulier sous le rang, dont l'entretien nécessite de plus des équipements particuliers. L'enherbement peut représenter une végétation concurrente de la vigne en situation de faible disponibilité des ressources du sol. Une adoption plus large et plus pérenne passe par la production d'outils d'aide à la décision pour le choix de stratégies d'entretien du sol.

- *Méthodes alternatives de lutte contre les tordeuses de la grappe*

Plusieurs méthodes sont disponibles pour lutter contre ces ravageurs. Elles permettent de régler l'essentiel des problèmes d'insectes de la vigne sans recourir à l'utilisation de traitement insecticide de synthèse. En effet, les autres ravageurs sont occasionnels et les surfaces concernées limitées (sauf dans les zones à flavescence dorée ou à bois noir). La confusion sexuelle est efficace, sauf en cas de très fortes populations, facile à mettre en place et spécifique. Ses inconvénients sont la nécessité d'une mise en place collective (au moins 5 ha) et d'un contrôle continu, ainsi que son coût élevé. Elle est incompatible avec la lutte obligatoire contre la cicadelle de la flavescence dorée. Les produits contenant des toxines de *Bacillus thuringiensis* (Bt) ou de *Saccharopolyspora spinosa* s'utilisent comme des insecticides classiques. Ils présentent une bonne efficacité si la fenêtre de positionnement est respectée, ce qui constitue la principale difficulté.

B2.1.d - Des stratégies alternatives en perspective

- *La lutte biologique contre les tordeuses de la grappe*

La lutte biologique peut être pratiquée avec un nombre assez élevé d'espèces d'insectes entomophages. Les parasitoïdes sont de loin les plus efficaces, leurs cibles étant les œufs et les chenilles. Mais si les interactions entre ces auxiliaires et les ravageurs sont identifiées, le développement d'une lutte biologique opérationnelle a encore un caractère prospectif. Les pièges alimentaires pourraient également s'avérer intéressants en substitution ou tout du moins en complément de la lutte chimique. Actuellement utilisés comme pièges de surveillance, ces pièges sont à l'étude pour être utilisés comme pièges de masse.

- *Les stimulateurs de défenses naturelles (SDN) comme produits de substitution*

Un SDN, SDP (Stimulateur de défenses des plantes) ou éliciteur est un composé qui permet à la plante d'activer ses mécanismes de défense contre un bio-agresseur (Adrian et *al*., 2012). Plusieurs essais ont été menés et des substances à propriétés élicitrices ont été mises en évidence contre le botrytis et le mildiou. Mais il est peu envisageable que cette méthode alternative se substitue totalement à la lutte chimique ; elle permettrait plutôt de réduire le nombre et les doses de traitements fongicides. Ces produits ont été identifiés dans la liste « NODU vert Biocontrôle »[108]. Si plusieurs stratégies alternatives sont aujourd'hui disponibles pour lutter contre certains ravageurs (*Bacillus thurengiensis*, phéromones) ou contre la Pourriture grise (*Bacillus subtilis, Aureobasidium pullulans*) peu de solutions existent pour lutter contre les maladies qui entraînent la consommation la plus importante de fongicides (mildiou et oïdium). La mise au point de produits à effet SDN fait l'objet de très nombreuses recherches, notamment à l'Inra, en partenariat avec des industriels. Plusieurs candidats présentant des efficacités au laboratoire ont pu été identifiés. Néanmoins, leur efficacité au vignoble contre les maladies reste actuellement insuffisante et leur autorisation nécessite des développements supplémentaires.

- *Les stratégies génétiques de résistance au nématode vecteur du court-noué (GFLV)*

La prévention de la maladie du court-noué est envisagée par l'utilisation de porte-greffes résistants au nématode vecteur issus de la sélection classique (hybridation *Vitis vinifera* X *Vitis rotundifolia*). Nemadex AB, la première variété présentant une résistance de ce type, vient d'être inscrite au catalogue[109].

[108] http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Methode_Le_NODU_Vert_Biocontrole_cle075897.pdf
[109] http://plantgrape.plantnet-project.org/porte-greffe/Nemadex%20Alain%20Bouquet

B2.1.e - En l'absence d'alternative, une meilleure gestion des interventions phytosanitaires

- *Des règles de décision pour réduire le nombre d'applications de fongicides*

De récents travaux de recherche ont permis l'élaboration d'une procédure de décision d'application des traitements contre le mildiou et l'oïdium, baptisée « POD Mildium » et mise au point à l'Inra et à l'Irstea (Léger, 2008). Cette procédure intègre des indicateurs de risques, stipule les décisions de traitement tout au long de la saison et positionne ceux-ci en fonction de l'épidémie observée à des moments précis. Elle permet d'obtenir une réduction de 30 à 60 % des IFT. Sa gestion à l'échelle de l'exploitation est en cours d'évaluation.
De même, l'IFV a développé un portail web, nommé Epicure® (cf. Encadré 1) permettant de fournir aux opérateurs techniques du vignoble, les outils d'aide à la décision permettant une optimisation des traitements.

- *Améliorer la qualité de la pulvérisation pour réduire les doses*

L'adaptation de la quantité de bouillie phytosanitaire au volume de végétation, associée à l'utilisation de matériel de pulvérisation performant, permettrait une économie de 50 % des quantités d'anti-mildiou et d'anti-oïdium appliquées sur une campagne (programme d'expérimentation Optidose de l'IFV). Cependant, le coût de la rénovation du parc de pulvérisateurs est un frein.

Encadré 1.

Epicure®

L'IFV a développé un portail web, nommée Epicure® (http://www.vignevin-epicure.com) permettant de fournir aux opérateurs techniques du vignoble, les outils d'aide à la décision permettant une optimisation des traitements. Plusieurs types d'informations sont ainsi disponibles :

- Un système de modélisation, couplé à des réseaux de stations météorologiques, permettant d'établir une évaluation et une prévision des risques relatifs aux principales maladies (mildiou, oïdium, black-rot) ou ravageurs (vers de grappes). Les données sont spatialisées et présentées sous format cartographique.
- Des données biologiques concernant le développement des maladies et ravageurs, collectées chaque semaine sur des réseaux de parcelles non traitées, réparties sur le territoire viticole, permettant de vérifier en temps réel la fiabilité des simulations et des prévisions des risques.
- Une plate-forme collaborative permettant à tout observateur de saisir des informations sur l'état sanitaire d'une parcelle. La base de données ainsi constituée est immédiatement restituée sous forme cartographique (Web alerte vigne).

- Un module permettant aux viticulteurs de déterminer les doses de produits à appliquer en fonction du développement végétatif et de la pression parasitaire (Optidose®).

B2.1.e - Les perspectives offertes par la génétique

La publication du génome de la vigne en juillet 2007 et son annotation en cours ouvrent de nouvelles perspectives en matière de création variétale. L'exploitation de ces données permet d'identifier des gènes de tolérance ou de résistance de la vigne à un certain nombre de maladies et aux stress abiotiques. A moyen terme, ces gènes seront autant d'outils pour la sélection de nouveaux cépages moins sensibles. Par ailleurs, le séquençage des génomes des différents pathogènes de la vigne doit conduire à orienter efficacement le design de fongicides efficaces et moins toxiques pour l'environnement. Il s'agit de recherches sur le moyen/long terme difficilement finançables pour cette raison par la profession. Les résultats de la recherche française, plus longue mais plus ambitieuse que la réutilisation directe des hybrides telle que pratiquée en Suisse, Allemagne et Italie, ouvrent de fortes perspectives à moyen terme. A partir du matériel génétique identifié possédant une combinaison de gènes procurant une résistance forte voire totale et durable au mildiou et à l'oïdium, il s'agira de recréer une partie des spécificités de la filière dans toute ses richesses : variétés de vigne pour des filières spécialisées (jus, vins moins alcoolisés,

sucre, eau de vie) mais aussi pour des vins dans leurs complexités organoleptiques au plus proche des cépages actuellement cultivés.

B2.1.f - La combinaison de ces différents leviers

Celle-ci est à l'étude grâce à l'expérimentation de différents prototypes au sein du réseau Dephy Expe Ecophyto. Ces prototypes concernent à la fois des modifications de modes de conduite sur des vignobles en place mais également des systèmes de production complétement novateurs (complantation[110] avec des couverts herbacés, des haies ou des arbres[111], vignes «zéro pesticides » utilisant des variétés résistantes aux maladies développées en Europe ou en France en partenariat entre l'Inra, l'IFV et leurs partenaires…) pour des vignes à planter. Il est déjà possible d'évaluer les premiers effets en termes d'IFT, de temps de travaux, de rendement et de qualité des produits. Pour les vignes « zéro pesticides », dont l'évaluation nécessite la plantation de nouveaux dispositifs le temps de réponse sera plus long et ne concernera dans l'immédiat que les vins de table pour les prototypes basés sur l'utilisation de la résistance variétale (Delière et *al.*, 2013). Pour le moment ces prototypes ne sont pas aux mains des viticulteurs, même si certains expérimentent de leur côté.
Néanmoins, les freins à la mobilisation de ces leviers au sein des exploitations restent nombreux (aversion aux risques, organisation du travail…) et la question de l'estimation des marges de manœuvre des viticulteurs pour changer de pratiques est complexe (Thèse en cours à l'Inra de Montpellier[112]).
Dans quelques cas enfin (traitements contre la flavescence dorée, les vers de la grappe), il faut aussi encourager les stratégies de lutte collective au niveau des régions.

B2.1.g - Améliorer les conditions de vendange et développer l'œnologie de précision

L'objectif est ici de réduire les intrants et les additifs, ainsi que les risques sanitaires lors de la vinification. Cela se traduit par des cahiers des charges qualitatifs sur le produit « vin » à chaque étape du processus de transformation qui commence dès la vendange, pour chaque opération unitaire jusqu'au verre de vin. Il s'agit de mettre en place non seulement une œnologie du « non défaut » mais aussi une œnologie de la qualité par des identifiants de la qualité, quantifiables. Demain de nouveaux critères qualitatifs (précurseurs d'arômes par exemple), en plus de l'évaluation sensorielle, seront mis en place grâce aux recherches développées actuellement ; leur appropriation par les œnologues puis le négoce ainsi que certaines aires d'appellation, sera possible à plus long terme.

Un enjeu majeur est d'adapter au mieux le mode de vinification en fonction des caractéristiques de la matière première et du profil de vin souhaité, notamment pour développer leur expression aromatique ou leur équilibre de fraîcheur en lien avec leur acidité. Cela veut donc dire adapter les modes de vinification à l'évolution des encépagements en lien avec l'évolution climatique, et la recherche de vins à forte identité du point de vue de leurs caractéristiques organoleptiques en lien avec les conditions spécifiques de chaque site de production.
Au niveau des opérations pré-fermentaires, il s'agit à court terme maintenant d'améliorer aussi bien les phénomènes d'extraction que de clarification des moûts, en développant de préférence des solutions mécaniques non consommatrices d'intrants. La gestion de l'oxygène et la mise en œuvre de procédés continus pour les grandes unités de production constituent en outre des enjeux importants.

La fermentation alcoolique doit être de mieux en mieux maîtrisée. Une des pistes dont les premiers transferts se mettent en place en 2013, consiste à suivre en ligne et de façon fine son déroulement pour piloter son contrôle, en prenant en compte la variabilité de la matière première. De nouvelles données

[110] La complantation est la plantation conjointe de différentes espèces

[111] Il convient de noter cependant qu'il existe de nombreux freins à l'introduction d'espèces cultivées secondaires, lesquels pourraient tempérer ces tentatives de cultures associées. Voir Meynard et *al,.* 2013. Ce document de synthèse ainsi que le rapport d'étude (200 p.) sont disponibles sur le site de l'Inra (www.inra.fr)

[112] Titre de la thèse : Concilier réduction de l'usage des produits phytosanitaires, consommation énergétique et impact climatique en viticulture. Identifier et évaluer des systèmes techniques combinant performances agronomiques et environnementales par couplage d'analyses régionales des pratiques culturales et études compréhensives du fonctionnement d'exploitations agricoles

vont pouvoir être saisies et traitées au niveau des caves ayant investi dans le domaine du suivi et du pilotage des cinétiques fermentaires. Ceci concernera au début quelques sites de productions qui disposeront d'une avance technologique. Le choix des souches et espèces de levures, y compris de flores mixtes, offre aussi de plus en plus de perspectives pour orienter les caractéristiques des produits, avec, dès à présent, l'émergence de souches non *Saccharomyces.* Pour certains producteurs privilégiant l'utilisation des souches indigènes, un travail important reste à faire sur la compréhension et la maîtrise de ces flores : impacts technologiques, mécanismes d'interaction et d'implantation.

Le contrôle de l'évolution physico-chimique des vins, plus particulièrement de leur niveau d'oxydo-réduction, est un champ d'expérimentation impactant la qualité de vin. Son développement dépendra, en particulier, de la définition de nouveaux matériaux membranaires et des capteurs pour les mesures du potentiel redox, de la compréhension des mécanismes sous-tendant l'évolution physico-chimique des vins. Il s'agit là d'une recherche sur le moyen terme (10 ans). L'évaluation du couplage production/transformation en lien avec une évaluation environnementale des productions ont et auront des conséquences sur les évolutions technologiques à venir. Au stade de la transformation, il s'agit d'enjeux forts qui reconfigureront les caves et les concentreront en unités de tailles de plus en plus fortes pour certaines (de plusieurs centaines de milliers d'hl). Le cahier des charges vins issus de l'agriculture biologique évoluera pour obtenir des vins plus naturels avec moins d'intrant à la vigne et à la cave.

B2.1.h - Réduire les coûts énergétiques de la vinification

Les besoins énergétiques pour la vinification sont très importants (notamment pour la production de vin blanc). La fermentation est un processus très exothermique (environ 25 kcal/l de vin) qui nécessite de fortes dépenses énergétiques pour la régulation de température. Le refroidissement initial de la vendange est aussi fortement demandeur d'énergie frigorifique. Les besoins totaux, lors d'une vinification en blanc, peuvent dépasser 50 kcal/l, mais ils peuvent être considérablement abaissés en jouant :

- sur la température de la vendange (pratique de plus en plus répandue),
- sur le régime de température pendant la fermentation : des progrès importants restent à faire à ce niveau par exemple pour la maîtrise de la température de la vendange dès la récolte et son transport. Ceci concernera à moyen terme les vignobles en blanc et rosé.

B2.1.i - Mieux gérer les effluents et les coproduits

La viticulture, activité traditionnelle de notre pays se doit d'être une référence en termes de respect de l'environnement.
Concernant l'impact environnemental et la gestion des effluents, l'une des priorités est de supprimer l'utilisation de kieselguhr, adjuvant de filtration non biodégradable, dont les rejets représentent 2 à 2,6 g humide/l de vin. Cela passera par un remplacement des pratiques traditionnelles de filtration par alluvionnage. Le traitement et le recyclage des effluents se posent pour l'ensemble de la filière, plus particulièrement au niveau des metteurs en marché. Les meilleures voies d'économie d'énergie, la méthanisation, le stockage du carbone - en particulier celui émis par la fermentation - restent à optimiser ou à imaginer. La voie du compostage de l'ensemble des déchets solides et liquides pour les petites structures de production, avec utilisation du compost en circuit court, devrait faire partie des évolutions à venir. Le déchet peut aussi être considéré comme un coproduit pour en extraire des composés d'intérêt agro-alimentaire.

B2.1.j - Améliorer les méthodes de stabilisation

Le négoce international impose des cahiers des charges de plus en plus sévères, notamment pour la stabilité du vin en bouteilles. Le vendeur doit garantir à l'acheteur des stabilités parfaites aux niveaux physicochimiques et microbiologiques : absence de dépôts de toute sorte, limpidité, couleur, absence de microorganismes… L'usage de technologie de stabilisation (membranes, adsorbants, résines, nouveaux additifs dont les listes s'allongent chaque année en tant que nouvelles pratiques œnologiques) devient donc un domaine important : la profession sollicite la recherche pour valider et accompagner les évolutions et les tendances du commerce mondial des vins.

B2.1.k - Une nouvelle façon de penser les innovations

L'innovation en viticulture et en œnologie devra être davantage intégrée pour penser ensemble la manière de produire, son lien au territoire et les dimensions socio-économiques de ces innovations à partir du type de marché visé. Ceci suppose une meilleure connaissance des marchés et de leurs évolutions, une quantification plus systématique des coûts liés aux innovations au vignoble et à la cave et la capacité d'intégrer ces données dans des approches d'ingénierie reverse du vignoble à la cave pour répondre aux attentes du marché.

B2.2 - Augmenter la rentabilité des exploitations viti-vinicoles en réduisant les coûts de production

Cela passera par :

- L'adoption de méthodes de conduite moins gourmandes en temps comme par exemple une taille minimale ;
- L'amélioration de la gestion de l'eau au niveau des vignobles pour en réduire les coûts grâce :
  - ✓ Au développement de variétés tolérantes au stress hydrique : une variabilité existe au sein des variétés actuelles, et des travaux sont en cours pour l'étude de cette variabilité (Projet en cours à l'Inra de Bordeaux). A moyen et long termes, lorsque les bases génétiques de la tolérance des variétés et porte-greffes au stress hydrique seront mieux connues, la création de nouvelles variétés encore plus tolérantes sera possible.
  - ✓ A l'évaluation en ligne du stress hydrique couplée éventuellement au pilotage qualitatif de l'irrigation dans les régions les plus à risque (Sud de la France). Les méthodes de mesures existent mais reste du niveau de la recherche et sont manuelles. La définition et validation de capteurs appropriés pour les viticulteurs est un enjeu de recherche actuel.
  - ✓ A l'utilisation de sources alternatives d'eau pour irriguer la vigne : les recherches de demain devront permettre par exemple l'utilisation d'eau impropre à la consommation, issues des stations d'épuration urbaine.
- Une meilleure gestion de la vendange et une systématisation des prétraitements précoces à la parcelle (notamment tris des débris végétaux et raisins altérés et prévision quantitative de la récolte).
- La caractérisation du potentiel qualitatif des raisins au travers des mesures physicochimiques et microbiologiques et optimisation du stade de récolte par des méthodes non destructives (type moyen infra-rouge par exemple).
- Le contrôle de la température, la gestion de l'oxygène dissous, un meilleur suivi de la vinification pour une réduction de la facture énergétique grâce notamment à un contrôle optimisé des cinétiques fermentaires.
- L'augmentation des rendements sans modification de la qualité tout en maintenant les prix et en limitant les excédents de vins (plus forte productivité couplée à une réduction des surfaces) :
  - ✓ Utilisation de variétés à bas intrants, à haut rendement et qualitatives
  - ✓ Adaptation des systèmes de conduite
  - ✓ Amélioration des méthodes de transformation permettant d'amplifier le potentiel qualitatif de variétés à fort rendement.
- Le pas de temps de ces recherches pour arriver au transfert est de 10 ans à partir de variétés de vignes déjà existantes et de 15 à 20 ans pour les nouvelles variétés à venir.

B2.3 - Anticiper l'adaptation au changement climatique

Diverses actions sont envisageables dès maintenant au niveau des exploitations, en cas de changements limités de l'environnement climatique :

- La modification des modes de conduite et la diversification des interventions œnologiques sont disponibles pour limiter les effets des changements climatiques (notamment réchauffement et stress hydrique). Cela passe également par une meilleure adaptation du matériel végétal aux conditions de

milieu (combinaison cépage-porte-greffe, clones mieux adaptés) lors des replantations, d'où l'intérêt des études terroirs[113] et des travaux développés dans le cadre du projet LACCAVE[114]. Des interventions telles que la désalcoolisation (Escudier 1990 ; Gomez-Plaza et *al.,* 1999 ; Pilipovik et Riverol ,2005 ; Taka'cs et *al.,* 2007 ; Aguera et *al*., 2010 ; Gambuti et *al.,* 2011) pour réduire l'alcool, ou des interventions permettant un maintien de l'acidité ou du pH des vins sont à envisager ;

- La relocalisation des parcelles à l'échelle de l'exploitation ou de la petite région vers des zones plus favorables et la modification de l'encépagement ;
- L'amélioration de la gestion de l'eau (voir paragraphe C2.2) notamment par l'irrigation raisonnée.

B2.4 - Améliorer la qualité des raisins et des vins et l'adapter aux évolutions des consommateurs

Il s'agit de combiner des techniques agronomiques et œnologiques, et de nouvelles variétés pour réduire le degré d'alcool, pour permettre une meilleure expression organoleptique des vins, pour faire évoluer les profils des vins (objectif à moyen terme).

B2.5 - Réduire les risques de résidus et de mycotoxines par la recherche de substituts et de conditions plus contrôlées de vinification

Les pratiques œnologiques font appel à une liste sans cesse élargie d'additifs, dont le consommateur n'est pas informé. En termes de composition, l'étiquette ne mentionne que la teneur en alcool et la présence de sulfites. Des voies alternatives de procédés sans additif, en premier lieu le SO2, doivent être proposées. Le SO2, agent antimicrobien et antioxydant est ajouté dans le vin pour limiter la population microbienne des moûts, limiter le brunissement et pour préserver le vin (Ribereau-Gayon et *al.*, 2006) mais il a été associé à des cas d'allergies (Fredericks et *al.*, 2011 ; Threlfall & Morris, 2002). Quelques alternatives existent déjà au niveau expérimental (Buzrul, 2012 ; Falgera et *al.*, 2012 ; Fell et *al.*, 2007 ; Guzzon et *al.*, 2013 ; Izquierdo-Canas et *al.*, 2012 ; Salaha et *al.*, 2008 ; Sonni et *al.*, 2009) mais leur application à grande échelle nécessite encore des travaux.
La présence de résidus dans le vin (pesticides et autres molécules, Tomera, 1999) et de mycotoxines doit également être réduite par un meilleur contrôle de la récolte et de la vinification (Amézqueta et *al.*, 2009) et des méthodes alternatives telles que l'utilisation de levures (Ponsone *et al*, 2012). Par ailleurs la réduction du taux d'alcool, dans un contexte d'évolution climatique favorisant la richesse en sucre des moûts, est un objectif fort. Des solutions sont d'ores et déjà effectives (voir C2.3) mais restent améliorables.

B2.6 - Développer de nouveaux produits

L'extraction de molécules à impact nutritionnel et santé, notamment dans les boissons uvales alternatives constitue une piste prometteuse. Le vin possède des composants de qualité en terme nutritionnel (antioxydants, fibres solubles par exemple). Peu d'études cliniques l'analysent directement en raison de la teneur en alcool du vin. Mais la technologie (extraction, fractionnement lors des vinifications) pourrait venir en appui pour favoriser la composition des vins en ces composés.

Par ailleurs, les années 2010 ont permis d'initier une rupture de conception pour les jus de raisin. La demande mondiale en sucre et eaux de vie (brandies) doit permettre, à échéance 2020, de proposer des variétés de vigne aptes à produire sucre et eaux de vie, en utilisant beaucoup moins d'intrants, au champ comme à l'usine. La diminution du vignoble de ces vingt dernières années recrée de l'espace pour ceci. Il s'agit, à l'appui de demande à l'export structurel, d'installer sur les territoires du sud de la France en particulier, des activités agroindustrielles pérennes à échelle de quelques millions d'hectolitres.

[113] : voir application e-terroirs mise en ligne en janvier 2013 sur le site www.techniloire.com
[114] Le projet LACCAVE (Long term impacts and Adaptations to Climate Change in Viticulture and Enology) est un projet de recherche financé par l'Inra dans le cadre du méta-programme ACCAF qui s'intéresse à différents aspects du changement climatique

La vigne est une plante pérenne dont les variétés plantées ont été quasi-exclusivement sélectionnées pour l'élaboration de vin. Dans une logique « ingénierie reverse » il pourrait être possible, du gène au produit industriel, de construire tout le continuum de produits finis « hors vin ». Ce continuum se fera avec l'appui de nouvelles variétés à forts rendements et résistantes aux maladies cryptogamiques ; les technologies d'extraction, fractionnement permettront de définir les procédés industriels à faible impact environnemental.

B2.7 - Encourager le recours aux outils d'aide à la décision et analyses de cycles de vie

Il est impératif d'encourager la modification des usages et notamment de renforcer l'utilisation au vignoble des outils d'aide à la décision (modélisation à optimiser et développer davantage via une extension de l'implantation de stations météo, de bulletins de santé…), pour réduire le nombre de traitements et les doses à utiliser pour la couverture phytosanitaire, mais également en cuverie pour améliorer les procédures de vinification. Depuis quelques années, la filière a pris conscience de ce besoin et de nombreux travaux de recherche et développement sont engagés dans ce domaine.

L'évaluation environnementale des procédés par le développement des analyses des cycles de vie va également permettre une meilleure prise en compte de l'effet de la viticulture sur l'environnement. Les analyses peuvent être conduites au niveau des territoires (Loiseau et *al.,* 2012) ou de différentes cultures (Bessou et *al.,* 2013 ; Vazques-Rowe et *al.,* 2012) ou encore différentes partie de la chaine de production (Aranda et *al.,* 2005).

Compte tenu de la vulnérabilité des filières agricoles face aux évolutions du climat, de sa contribution mais aussi de son potentiel d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, les Pouvoirs Publics ont coordonné la mise en place d'un outil de diagnostic Energie- GES spécifique au secteur agricole : l'outil DIA'TERRE[115]. Réalisé en association avec l'IFV pour la viticulture et l'Inra DIA'TERRE inclut le stockage de carbone dans les sols, les plantations et boisements. Il permet d'effectuer l'analyse à l'échelle de l'exploitation dans sa globalité, ou de descendre à l'échelle des ateliers.
Par ailleurs, des travaux ont déjà débuté à l'Inra en association avec l'ESA[116] (Renaud *et al*, 2010) et à l'IFV[117].

C - Les leviers d'action au niveau de la filière, de la Recherche-Formation-Développement et des politiques publiques

C1 - Au niveau de la filière

Selon les régions, l'échelle des territoires viticoles est variable (commune, ensemble de communes d'un syndicat viticole, vignoble régional) et l'insertion des exploitations, la diffusion des innovations et de l'information, la coopération, l'organisation économique, la formation… dépendent de cette échelle. Les marges de progrès seront donc variables selon les régions viticoles et les types de production. Les leviers

[115] http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=24391
[116] http://www.inra.fr/Entreprises-Monde-agricole/Resultats-innovation-transfert/Toutes-les-actualites/techniques-viticoles
[117] http://www.vignevin.com/recherche/developpement-durable/economie-de-lenergie/economie-de-lenergie/resultats-acquis.html

les plus importants se situent au niveau des organismes de gestion des indications géographiques, des syndicats et des interprofessions.
En effet, d'une manière générale, une meilleure organisation de la filière et le renforcement de la coopération entre régions devraient contribuer à :

- L'amélioration de la compétitivité des entreprises via des innovations logistiques, l'organisation économique, la contractualisation, l'évolution des systèmes de qualité (AOP, IGP, certifications…), l'innovation technique à la vigne et à la cave ;
- Le développement ou le renforcement de nouvelles filières (sucres, alcool, produits sans alcool, jus de raisin (Ojeda et *al*., 2009) ;
- Le renforcement de clusters régionaux favorisant les relations entre recherche, développement (IFV-chambres d'agriculture), entreprises, organisations professionnelles, associations, collectivités ;
- Le renforcement de coopérations entre régions viticoles pour éviter les concurrences, favoriser la mutualisation d'expériences, assurer des investissements communs (R&D, promotion…) ;
- Le développement des investissements commerciaux et du marketing sectoriel.

C1.1 -Adaptation au changement climatique

Les leviers pour améliorer la durabilité concernent en premier lieu l'adaptation au changement climatique, avec la mise en place d'actions permettant une évolution du parcellaire pour utiliser les zones plus favorables, potentiellement moins impactées et disponibles dans les terroirs actuels. En effet, dans le cadre de stratégies à moyen terme, il existe des marges de manœuvre au niveau des territoires, sans modifier les contours géographiques des AOP actuelles ; en effet, dans bien des cas, les surfaces plantées ne concernent qu'une fraction de la zone délimitée et la relocalisation des parcelles sur des espaces non consacrés à la vigne, en fonction de l'orientation, de la réserve en eau du sol est possible (d'où l'intérêt des études « terroirs »). Cela pose cependant des questions au niveau de la propriété du foncier. Le recours plus systématique aux dispositifs d'assurance pour couvrir les risques interannuels est également à classer dans cette catégorie.

C1.2 - Gestion de l'eau

La gestion de l'eau est aussi un point clé de la durabilité dans les régions du Sud (au vignoble et dans les caves) mais aussi pour beaucoup de vignobles. La question se pose trois années sur dix dans certains vignobles sur sols peu profonds du Val de Loire où la pluviométrie est parfois inférieure à celle du Languedoc, quoique mieux répartie (Mérot et *al.,* 2012). Certaines pratiques d'entretien du sol contribuent à réduire l'effet des sécheresses. Là encore les études « terroirs » peuvent aider à la relocalisation sans avoir à recourir obligatoirement à l'irrigation.

C1.3 - Image de la vigne et du vin

Toute action permettant le maintien ou l'accentuation de la dimension patrimoniale de la viticulture associant investissements culturels et démarches volontaires, ou permettant l'amélioration de l'image de la vigne et du vin entrent dans cette catégorie :

- Amélioration de la qualité nutritionnelle des produits de la vigne (variétés améliorées, nouvelles méthodes de vinification) tel que travaillé dans le cadre du projet Fijus Rai@sol, ce qui va nécessiter d'engager des études nutritionnelles.
- Développement de l'œno-tourisme et promotion du tourisme ou de l'image de la gastronomie.
- Intégration dans le marketing territorial.

C2 - Au niveau de la Recherche-Formation-Développement

Pour favoriser les évolutions vers une viticulture plus durable, il conviendrait de mettre en place des mesures permettant :

- Le développement de travaux de recherche pluridisciplinaires et le renforcement des approches système, l'intensification de la collaboration Recherche-Développement, associant les acteurs à la définition des objectifs de recherche[118] et favorisant l'accès à l'innovation, le développement des approches socio-économiques qui permettront d'étudier les coûts des évolutions possibles ou nécessaires et de définir les niveaux d'acceptabilité par les producteurs et les consommateurs ;
- Le développement ou le maintien de la recherche plus spécialement dans les domaines suivants [119] :
  - ✓ méthodologies de sélection et études du déterminisme des caractères d'adaptation biotique et abiotique d'afin d'accélérer la création variétale ;
  - ✓ viticulture et œnologie de précision (au sens large) pour aller vers une filière plus respectueuse de l'environnement avec la recherche d'alternatives aux produits phytosanitaires et la limitation des intrants et additifs ;
  - ✓ connaissance des parasites et de leurs évolutions possibles, dont surveillance de l'émergence de nouvelles maladies et de l'évolution des agents pathogènes ;
  - ✓ gestion des transitions vers des systèmes innovants (Bio et autres) dans leurs dimensions biophysique et technique ;
  - ✓ connaissance de l'impact des changements climatiques et des stratégies d'adaptation (notamment dans la cadre du projet LACCAVE et de sa suite) ;
  - ✓ dynamique des relations terroir-typicité dans un contexte changeant ;
  - ✓ processus d'innovations dans la filière ;
  - ✓ formes d'organisations économiques (rôle des interprofessions, stratégies des entreprises, évolution du système de qualité) et le cadre politique (évolution OCM) ;
  - ✓ formes d'intégration dans les démarches de développement local ou régional, les liens au tourisme, le maintien de l'emploi ;
  - ✓ évolution des attentes et pratiques des consommateurs, notamment au travers de l'étude de l'évolution du goût des consommateurs et de leurs pratiques de consommation ;
- Améliorer la gestion des données ;
- L'importance du rôle de l'homme dans l'élaboration du vin, génère à chaque millésime un grand nombre d'observations. L'utilisation croissante de capteurs aussi bien au vignoble qu'à la cave génère de nouvelles données. L'ensemble de ces informations reste largement sous-utilisé et il existe un réel enjeu en termes de capitalisation des connaissances, voire de modélisation de ces informations qui sont sous différentes formes (numériques, expertise…) ;
- Promouvoir l'ouverture aux innovations ;
- Afin de permettre un développement des mesures préconisées précédemment, il est impératif que la formation initiale, la formation continue et la formation des conseillers soient des vecteurs plus efficaces des innovations techniques et du progrès génétique. Une refonte du conseil indépendant de l'amont s'avère également nécessaire.

C3 - Leviers réglementaires, rôle des politiques publiques

La mise en place d'une politique d'adaptation plus rapide aux nouveaux systèmes de production (nouvelles variétés et clones, évolution des équipements, insertion de la viticulture et de l'œnologie

[118] http://www.vignevin.com/recherche/vigne-et-terroir/ecoviti.html
[119] Développées également dans la note d'orientation de la recherche, de l'expérimentation et du développement destinée à la filière vitivinicole (CST) pour 2014-2020

de précision, la gestion intégrée de l'irrigation…) sur le continuum vigne-raisin-vin nécessite de faire évoluer la réglementation, notamment pour permettre une appropriation facilitée, plus rapide et systématique des innovations.

Plus globalement, les politiques publiques doivent conduire des actions incitatives dans les domaines suivants :

- L'aide à la réorganisation de la filière pour réduire son éclatement par de nouvelles formes de coopération ou de partenariat, des politiques de mutualisation de la R&D, de communication ;
- La réorganisation parcellaire sur la base d'études terroirs pour une meilleure adaptation des vignobles aux changements climatiques. Dans des stratégies à plus long terme, en lien avec le changement climatique, il faudra envisager des re-délimitations d'AOP pour prendre en compte la « dérive » territoriale causée par l'augmentation des températures et des sécheresses estivales. Dans les régions /territoires où existe une forte déprise et un mitage croissant du vignoble, une intervention des Pouvoirs Publics pourrait inciter à une reconcentration progressive du vignoble, là où les conditions de milieu sont les plus aptes à la production de vins de qualité ;
- Le déblocage à plus long terme de moyens financiers dédiés à la viticulture pour faire évoluer les zones viticoles (migration vers le nord ou en altitude) en lien avec le changement climatique : explorer les recours aux assurances, à des fonds de financement publics ou privés, etc. ;
- Le renforcement de la communication auprès des consommateurs, notamment sur les bienfaits de la vigne.

D - Conclusion

Pour la filière Vigne et produits de la vigne, les priorités sont de rendre la culture plus respectueuse de l'environnement, d'améliorer la rentabilité des exploitations et de proposer des adaptations au changement climatique :

- A court terme, les leviers concernent essentiellement les modifications des modes de conduite et les interventions œnologiques ;
- A moyen terme, il y a un besoin de plus de technicité dans la culture et la transformation et de plus d'innovations, ce qui nécessitera une évolution de la formation des viticulteurs et une modification des règlementations, une meilleure prise en compte de l'attente des consommateurs, l'amélioration de l'image de la vigne, une relocalisation des parcelles à l'échelle des exploitations et des modifications du matériel végétal utilisé (cépages, clones, porte-greffes) tout en accentuant la dimension patrimoniale et paysagère de la culture ;
- A long terme, il est important de prévoir le développement de nouvelles filières, le renforcement de la coopération entre régions pour réduire l'éclatement de la filière. Une réorganisation parcellaire pourrait être nécessaire et il faudra trouver les moyens financiers pour atténuer les effets des changements globaux.

Ces nécessaires modifications doivent également s'accompagner d'une politique volontaire de recherche et développement. Une note d'orientation de la recherche, de l'expérimentation et du développement destinée à la filière vitivinicole[120] pour 2014-2020 vient d'être écrite. Elle reprend une partie des propositions développées dans le présent document.

[120] Note d'orientation de la recherche, de l'expérimentation et du développement destinée à la filière Vitivinicole. Proposée par le Comité Scientifique et Technique de la filière Vitivinicole pour la période 2014-2020

E - Références bibliographiques

ADRIAN M., TROUVELOT S., GAMM M., POINSSOT B., HÉLOIR MC, DAIRE X. 2012. Activation of grapevine defense mechanisms : theoritical and applied approaches. **In** : MERILLON JM., RAMAWAT KG. (éditeurs). Plant Defense : Biological control, Progress in Biological control. Ed. Springer, 412p.

AGUERA E., ATHES-DUTOUR V., BES M., CAILLE S., COTTEREAU P., ESCUDIER JL., MIKOLAJCZAK M., ROY A., SABLAYROLLES JM., SAMSON A., SOUCHON I., VIDAL JC. 2010. Reduction of wine alcohol content : A comparative study of different technologies. *Bulletin OIV*, 83

AMBIAUD E., GROSMANN J. 2012a. Pratiques phytosanitaires dans la viticulture en 2010 : Moins de désherbants dans les vignes. *Agreste primeur*, 288

AMBIAUD E., GROSMANN J. 2012b. Pratiques phytosanitaires dans la viticulture en 2010 : Fortes disparités de protection contre l'oïdium et le mildiou. *Agreste primeur*, 289

AMEZQUETA S., GONZALEZ-PEÑAS E., MURILLO-ARBIZU M., LOPEZ DE CERAIN A. 2009. Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control*, 20, 326-333

ARANDA A., SCARPELLINI S., ZABALZA I. 2005. Economic and environmental analysis of the wine bottle production in Spain by means of life cycle assessment. *Int J Agr Resour Govern Ecol.*, 4, 178-191

BELISARIO-SANCHEZ Y.Y., TABOADA-RODRIGUEZ A., MARIN-INIESTA F., LOPEZ-GOMEZ A. 2009. Dealcoholized wines by spinning cone column distillation: phenolic compounds and antioxidant activity measured by the 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl method. *J Agric Food Chem.,* 57, 6770–6778

BERTHIER C., BARBIER JM., CANUS B., CONSTANT N., COULON T., DAVIDOU L., DELIERE L., DI-BARI D., GARY C., GROSMAN J., GUISSET M., JACQUET O., LAFOND D., PANON ML., PANIGAI L., PLEYBER E., TRAVERS R., SAUVAGE D., SEILER A. 2011. CEPviti : un guide de co-conception de systèmes viticoles économes en produits phytosanitaires. MAAPAR, 62 p. (http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-guide-cepviti)

BESSOU C., BASSET-MENS C., TRAN T., BENOIST A. 2013. LCA applied to perennial cropping systems: a review focused on the farm stage. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 340-361

BUTAULT J.P., DEDRYVER C.A., GARY C., GUICHARD L., JACQUET F., MEYNARD J.M., NICOT P., PITRAT M., REAU R., SAUPHANOR B., SAVINI I, VOLAY T. 2010. Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude, Inra (Ed.), 90 p.

BUTAULT J.P., DELAME N. , JACQUET F. , ZARDET G. 2011. L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction. *NESE*, 35, 7-26

BUZRUL S. 2012. High hydrostatic pressure treatment of beer and wine: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 13, 1-12

COHEN S.D., TARARA J.M., KENNEDY J.A. 2012. Diurnal Temperature Range Compression Hastens Berry Development and Modifies Flavonoid Partitioning in Grapes*. Am J Enol Vitic.*, 63 (1), 112-120

DELIÈRE L., D. FORGET, R. MÉTRAL, J. WERY, M. THIOLLET-SCHOLTUS, L. LEY, G. BARBEAU, V. SARROT. 2013. Expérimentations systèmes en viticulture. *Inra Science et impact*. 4-5/02/ 2013

DESTRAC A., GOUTOULY J.P., DURAND L., DUMONT C., MARGUERIT E., VIVIN P., CHOUET M., NEGRE V., OLLAT N., VAN LEEUWEN K., DELROT S. 2012. Phenotyping strategies. 4th meeting of the Grape Research Coordinated Network, 15-18/07/2012, Corvallis (Etats-Unis)

DOS SANTOS T.P., LOPES C.M., LUCÍLIA RODRIGUES M., DE SOUZA C.R., RICARDO-DA-SILVA J.M., MAROCO J.P., PEREIRA J.S., MANUELA CHAVES M. 2007. Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. *Scientia horticulturae*, 112, 321-330

DUCHENE E., HUARD F., DUMAS V., SCHNEIDER C., MERDINOGLU D. 2010. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Climate Research*, 41(3), 193-204

ESCUDIER J.L. 1990. Evaluation de quelques techniques adaptées à la désalcoolisation. *Rev. Oenol*, 575

FALGUERA V., FORNS M., IBARZ A. 2013. UV-vis irradiation: An alternative to reduce SO2 in white wines? *Lwt-Food Science and Technology*, 51, 59-64

FELL A.J., DYKES S.I., NICOLAU L., KILMARTIN P.A. 2007. Electrochemical microoxidation of red wine. *Am J Enol Vitic.*, 58, 443-450

FREDERICKS I.N., DU TOIT M., KRÜGEL M. 2011. Efficacy of ultraviolet radiation as an alternative technology to inactivate microorganisms in grape juice and wines. *Food Microbiology*, 28, 510–517

GAMBUTI A., RINALDI A., LISANTI M.T., PESSINA R., MOIO L. 2011. Partial dealcoholisation of red wines by membrane contactor technique: influence on colour, phenolic compounds and saliva precipitation index. *European Food Research and Technology*, 233, 647-655

GARCIA-RUIZ A., BARTOLOME B., MARTINEZ-RODRIGUEZ A.J., PUEYO E., MARTIN-ALVAREZ P.J., MORENO-ARRIBAS M.V. 2008. Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. *Food Control*, 19, 835-841

GARRIGOU A., BALDI I., JACKSON M. 2012. The use of pesticides in French viticulture: a badly controlled technology transfer! *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 41, 19-25

GARRIGOU A., BALDI I., LE FRIOUS P., ANSELM R., VALLIER M. 2011. Ergonomics contribution to chemical risks prevention: An ergotoxicological investigation of the effectiveness of coverall against plant pest risk in viticulture. *Applied Ergonomics*, 42, 321-330

GARY C., HOFFMANN C., MUGNAI L., DUBOIS, P.H., BLUM B., VIRANYI F., FERMAUD M., WIEDEMANN-MERDINOGLU S., THIERY D., BARBIER J.M., LOLAS M., CALONNEC A., VALDÉS H., RADDI P. 2010. Pesticide use in viticulture, available data on current practices and innovations, bottlenecks and need for research. *Deliverable DR1.23, Grapevine Case Study, European Network for Durable Exploitation of crop protection strategies (Endure)*, 14 p.

GOMEZ-PLAZA E., LOPEZ-NICOLAS J.M., LOPEZ-ROCA J.M., MARTINEZ-CUTILLAS A. 1999. Dealcoholization of wine. Behaviour of the aroma components during the process. *Food Sci Technol-Leb*, 32, 384–386

ICV. 2003. Ochratoxine A dans les vins, État des connaissances, 10 p.

IFV-Inra-**MONTPELLIER SUPAGRO-VINIFLHOR**. 2007. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France, 2ème édition-JL Dairien Ed. 455 p.

IZQUIERDO-CANAS P.M., GARCIA-ROMERO E., HUERTAS-NEBREDA B., GOMEZ-ALONSO S. 2012. Colloidal silver complex as an alternative to sulphur dioxide in winemaking. *Food Control*, 23, 73-81

JONES G.V., WHITE M.A., COOPER O.R., STORCHMANN K. 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73, 319-343

KABAK B., DOBSON A.D.W. 2009. Biological strategies to counteract the effects of mycotoxins. *J. Food Protect*, 72, 2006–2016

KENNEDY J.A., MATTHEWS M.A., WATERHOUSE A.L. 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 268– 274

KOBAYASHI H., SUZUKI S., TAKAYANAGI T. 2011. Correlations between Climatic Conditions and Berry Composition of 'Koshu' (Vitis vinifera) Grape in Japan. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 80, 255-267

LATASTE C., BERGER J.L., MOLOT B. 2005. Vin et analyse des risques pour le consommateur. *Revue Française d'œnologie*, 210

LOISEAU E., JUNQUA G., ROUX P., BELLON-MAUREL V. 2012. Environmental assessment of a territory: An overview of existing tools and methods. *Journal of Environmental Management*, 112, 213-225

MEROT P., DUBREUIL V., DELAHAYE D., DESNOS P. 2012. Changements climatiques dans l'Ouest. Evolutions, impacts, perceptions. Presses universitaires de Rennes 2012. Collection Espaces et Territoires. 458 p.

MEYNARD J.M., MESSEAN A., CHARLIER A., CHARRIER F., FARES, LE BAIL M., MAGRINI M.B., SAVINI I. 2013. Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au M. niveau des exploitations agricoles et des filières. Synthèse du rapport d'étude, Inra, 52 p.

MEZIERE D., GARY C., BARBIER J.M., RIO P., BERNOS L., CLEMENT C., CONSTANT N., DELIERE L., FORGET D., GROSMAN J., MOLOT B., SAUVAGE D., SENTENAC G. 2009. Ecophyto R&D, vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Tome III, analyse comparative de différents systèmes en viticulture, MEEDDAT-MAP- Inra, 57 p.

MOORE R.D., PEARSON T.A. 1986. Moderate alcohol consumption and coronary artery disease: a review. *Medicine*, 65, 242267

OJEDA H., ALBAGNAC G., SIVRY A., GUYOT P., ESCUDIER JL. 2009. Diversification des produits de la vigne : création d'une filière « jus de raisin ». *Revue des OEnologues*, 30

OJEDA H., ANDARY C., KRAEVA E., CARBONNEAU A., DELOIRE A. 2002. Influence of pre- and post-*véraison* water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 261–267

PIERI P., LEBON E., BRISSON N. 2012. Climate Change Impact on French Vineyards as Predicted by Models. Xxviii International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People. *Acta Hort*., 931, 29-37

PILIPOVIK M.V., RIVEROL C. 2005. Assessing dealcoholization system based on reverse osmosis. J *Food Eng*, 69, 437–441

PONSONE M.L., CHIOTTA M.L., PALAZZINI J.M., COMBINA M., CHULZE S. 2012. Control of Ochratoxin A Production in Grapes. *Toxins*, 4, 364-372

RENAUD S., DE LORGERIL M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 20 (339), 1523-6

RENAUD C., BENOIT M., THIOLLET-SHOLTUS M., JOURJON F. 2010. Evaluation des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles de production de vins AOP en Val de Loire :

démarche d'adaptation de la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV). VIIIe Congrès International des Terroirs Viticoles, 14-18/06/2010, Soave (Italie).

RIBEREAU-GAYON P., DUBOURDIEU D., DONECHE B., LONVAUD A. 2006. The use of sulphur dioxide in must and wine treatment. Handbook of enology, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 193–220

RIMM E.B., WILLIAMS P., FOSHER K., CRIQUI M., STAMPFER M.J. 1999. Moderate alcohol intake and lower risk of coronary heart disease: meta-analysis of effects on lipids and haemostatic factors. *BMJ,* 319, 1523–1528

ROBY G., HARBERTSON J.F., ADAMS D.A. & MATTHEWS M.A. 2004. Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research,* 10, 100–107

ROBY G., MATTHEWS M.A. 2004. Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit. *Aust. J. Grape Wine Res*, 10, 74–82

ROMANO P., SUZZI G. 1993. Sulfur dioxide and wine microorganisms. **In** : FLEET G.H. (éditeur). Wine microbiology and biotechnology. Harwood Academic Publishers, 373–393

SADRAS V.O., MORAN M.A., BONADA M. 2013. Effects of elevated temperature in grapevine. I Berry sensory traits. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19, 95-106

SADRAS V.O., MORAN M.A. 2012. Elevated temperature decouples anthocyanins and sugars in berries of Shiraz and Cabernet Franc. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18, 115-122

SALAHA M.I., KALLITHRAKA S., MARMARAS I., KOUSSISSI E., TZOUROU I. 2008. A natural alternative to sulphur dioxide for red wine production: Influence on colour, antioxidant activity and anthocyanin content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 660-666

TAKA´CS L., VATAI G., KORA´NY K. 2007. Production of alcohol free wine by pervaporation. *Journal of Food Engineering*, 78, 118–125

THIS P., LACOMBE T., THOMAS MR. 2006. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, 22, 511-519

THRELFALL R.T., MORRIS J.R. 2002. Using dimethyldicarbonate to minimize sulfur dioxide for prevention of fermentation from excessive yeast contamination in juice and semi-sweet wine. *Journal of Food Science*, 67, 2758–2762

TOMERA J.F. 1999. Current knowledge of the health benefits and disadvantages of wine consumption. *Trends in Food Science & Technology*, 10, 129-138

TONIETTO J., CARBONNEAU A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124, 81-97

VAZQUEZ-ROWE I., VILLANUEVA-REY P., IRIBARREN D., MOREIRA M.T., FEIJOO G. 2012. Joint life cycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rias Baixas appellation (NW Spain). *Journal of Cleaner Production*, 27, 92-102

ZSOFI Z., TOTH E., RUSJAN D., BALO B. 2011. Terroir aspects of grape quality in a cool climate wine region: Relationship between water deficit, vegetative growth and berry sugar concentration. *Scientia horticulturae*, 127, 494-499

CHAPITRE 3B
Synthèse

A - Eléments du contexte et enjeux

A1 - Contexte économique et social

La France est le premier producteur de vins dans le monde, avec une production de 50 millions d'hectolitres (Mhl) en 2011[121] et 42 Mhl en 2012 (prévisions OIV[122]). Le vin contribue donc à l'image de la France à l'étranger. De plus, vins et spiritueux apportent la plus forte contribution à la croissance des exportations du secteur agroalimentaires à l'étranger, et permettent le maintien de son excédent (en 2012, 9,5 milliards d'euros d'excédents pour les vins et spiritueux, deuxième poste après l'aéronautique[123]).
La filière Vigne et Produits de la Vigne représente en France un poids économique très important : en 2010, avec 788637 ha, la culture de la vigne représente 3% de la SAU[124] mais 15% de la valeur de la production agricole pour 87 400 exploitations (soit 23% des UTA agricoles).

Pour de nombreux français, le vin revêt également un contexte historique et patrimonial fort (c'est un produit culturel par excellence). La filière bénéficie d'actions privées et publiques, notamment autour de l'œnotourisme qui met en exergue la valeur paysagère de la vigne et la valeur culturelle du vin. La filière est par ailleurs caractérisée par une très grande segmentation, une organisation de la production par régions, une très forte diversité des produits et de fortes réglementations en matière d'innovations, notamment variétales.

Globalement au niveau économique, on peut noter quelques faiblesses ou menaces :

- Une baisse de la consommation de vin dans les pays traditionnellement producteurs (notamment la France) qui s'est accompagnée d'un changement du goût des consommateurs (nouveaux pays consommateurs, nouvelles générations) ;
- Un éclatement et une segmentation de la filière et un sous-investissement dans l'immatériel, notamment le commercial, les marques, la R&D et la formation ;
- Une incertitude sur l'évolution des cadres réglementaires et politiques notamment les droits de plantation, etc. ;
- Le développement de vignobles concurrents méditerranéens et du Nouveau Monde, avec des conditions de production souvent plus favorables et des investissements commerciaux importants ;
- On a également vu une multiplication des signes de qualité (privés, officiels) pouvant compliquer ou menacer le système européen des indications géographiques.

Il y a également des éléments positifs :

[121] http://www.franceagrimer.fr/filiere-vin-et-cidriculture/Vin/La-filiere-en-bref/La-production-de-vin-en-2011.
[122] http://www.oiv.int/oiv/info/frconjoncture/OIVnoteconjmars2013FRDEF.pdf.
[123] http://www.commerce-exterieur.gouv.fr/files/dp-commerce-exterieur-2012.pdf#page=26.
[124] http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_primeur271.pdf.

- Le développement de la consommation dans les pays émergents comme la Chine ;
- Une structuration des vins en termes de signes de qualité à forte notoriété (AOP, IGP) reconnus dans les accords internationaux, défendus par l'UE ;
- La possibilité de développement de nouvelles filières (jus, sucre, alcool, etc.) ;
- L'augmentation récente du prix du raisin ou du vin, et du revenu des viticulteurs, ainsi qu'une bonne résistance du secteur malgré la crise économique (mais l'incertitude demeure sur la pérennité de cette résistance).

Il faut aussi noter la diversité des modèles, références et compétences de la filière, qui sont des atouts pour l'adaptation et la résilience.

A2 - Enjeux environnementaux et de santé publique

Une caractéristique importante de la filière est son empreinte environnementale forte. En effet, la filière fait un usage très important de fongicides (contre oïdium et mildiou essentiellement). De même la lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée (cicadelle) implique des traitements insecticides systématiques sur des superficies importantes. La multiplicité des traitements influe également sur l'empreinte énergétique de la culture. A noter que la biodiversité dans le vignoble est insuffisante au regard des enjeux de maîtrise des bioagresseurs. Les producteurs sont très sensibles actuellement au problème des maladies de dépérissement des ceps (Esca/BDA, Eutypiose) qui entraînent une mortalité importante du vignoble et contre lesquelles aucune méthode de lutte n'est actuellement disponible.

L'environnement a également un fort impact sur la culture de la vigne, avec des effets sur la qualité finale des vins et la sensibilité aux maladies. La filière sera donc particulièrement exposée aux changements climatiques, situation exacerbée par la nature pérenne de cette culture, mais variable selon les régions dans son intensité et les principaux facteurs limitants. Un point crucial lié au changement climatique est le risque d'augmentation du degré alcoolique des vins, amplifiant les risques sur la santé publique. Un point de vigilance pour la filière reste les risques sanitaires (résidus, mycotoxines, SO_2, etc.) qui pourraient avoir des conséquences désastreuses sur la consommation de vin.

La filière dispose ou disposera rapidement des leviers techniques potentiels notamment en termes de variétés et d'évolution des pratiques agronomiques et œnologiques. Le Plan Ecophyto 2018 et au-delà, le législateur, devront encourager des changements profonds de la filière. Le développement de la viticulture biologique, réaffirmant l'image « naturelle » du vin et permettant de nouvelles expérimentations techniques, sera aussi un bon atout.

B - Leviers d'action au niveau des exploitations

En vue d'assurer la durabilité de la viticulture, diverses actions peuvent être entreprises au niveau des exploitations afin d'améliorer leur compétitivité et leurs performances environnementales.

B1 - Rendre la culture de la vigne et l'élaboration du vin plus respectueuses de l'environnement

A cette fin, trois leviers d'action apparaissent prioritaires :

- Réduire l'utilisation des pesticides : cela passera par une modification des modes de conduite, le développement de modes de lutte alternative, l'amélioration des équipements et l'introduction de système de décision innovants ainsi que la création de nouvelles variétés conjuguant résistances durables aux

maladies, qualité des produits et capacités d'adaptation (Meziere et *al.*, 2009 ; Berthier et *al.*, 2011 ; Gary et *al.*, 2011).

- Améliorer les conditions de vendange et développer l'œnologie de précision pour réduire les intrants et les additifs et les risques sanitaires lors de la vinification.
- Mieux gérer les effluents et les coproduits.

B2 - Augmenter la rentabilité des exploitations en réduisant les coûts de production

Cela passera par :

- Une réduction des coûts de la culture et de la vinification : adoption de méthodes de conduite moins gourmandes en temps comme par exemple taille minimale, meilleure gestion de la vendange, meilleur suivi de la vinification pour une réduction de la facture énergétique ;
- Une amélioration de la gestion de l'eau au niveau des vignobles pour en réduire les coûts : développement de variétés tolérantes, de méthodes de mesure du statut hydrique, systématisation de l'irrigation raisonnée, utilisation d'eau impropre à la consommation (issues des stations d'épuration notamment) ;
- Une augmentation des rendements sans modification de la qualité tout en maintenant les prix et en limitant les excédents: utilisation de variétés à bas intrants sanitaires à haut rendement et qualitatives, adaptation des systèmes de conduite, amélioration des méthodes de transformation.

B3 - Anticiper l'adaptation au changement climatique

Diverses actions sont envisageables immédiatement au niveau des exploitations, en cas de changements limités de l'environnement :

- La modification des modes de conduite et la diversification des interventions œnologiques pour limiter les effets du CC (désalcoolisation par exemple) ;
- La relocalisation des parcelles à l'échelle de l'exploitation ou de la petite région vers des zones plus favorables et la modification de l'encépagement ;
- L'amélioration de la gestion de l'eau (cf. point précédent) notamment l'irrigation raisonnée ;
- Le recours plus systématique aux dispositifs d'assurance pour couvrir les risques interannuels.

B4 - Améliorer la qualité des raisins et des vins et l'adapter aux évolutions des consommateurs

Deux actions à ce titre :

- Combiner des techniques agronomiques et œnologiques et de nouvelles variétés pour réduire le degré d'alcool, permettre une meilleure expression organoleptique des vins, faire évoluer les profils des vins ;
- Améliorer la traçabilité et la réduction des risques sanitaires à l'échelle des exploitations notamment en limitant les intrants du vin.

B5 - Capitaliser la connaissance

Afin de permettre un développement des mesures préconisées précédemment, il faut améliorer le transfert des informations de la recherche et du développement vers les viticulteurs. Il conviendra donc

que la formation initiale, la formation continue, la formation des conseillers soient des vecteurs plus efficaces des innovations techniques et du progrès génétique. Il faudra aussi rendre le conseil indépendant de l'amont de la filière.

C - Leviers d'action au niveau de la filière dans son ensemble

Au niveau de la filière, les leviers sont d'un autre type. Selon les régions, l'échelle des territoires viticoles est variable (commune, ensemble de communes d'un syndicat viticole, vignoble régional) et l'insertion des exploitations, la diffusion des innovations et de l'information, la coopération et l'organisation économique, la formation, etc. dépendent de cette échelle. Les marges de progrès seront donc variables selon les régions viticoles.

Au niveau de la filière, les leviers pour améliorer la durabilité concernent également l'adaptation au changement climatique, avec la mise en place d'actions permettant une évolution du parcellaire pour utiliser les zones plus favorables, potentiellement moins impactées et disponibles, dans les terroirs actuels.

Mais les leviers les plus importants se situent au niveau des organismes de gestion des indications géographiques, des syndicats et des interprofessions ; ils concernent les points suivants.

C1 - Image de la vigne et du vin

Toutes les actions permettant le maintien ou l'accentuation de la dimension patrimoniale de la viticulture associant investissements culturels et démarches volontaires, ou des actions permettant l'amélioration de l'image de la vigne et du vin, entrent dans cette catégorie:

- Amélioration de la qualité nutritionnelle des produits de la vigne (variétés améliorées, nouvelles méthodes de vinification), études nutritionnelles à engager ;
- Réduction des risques de résidus et mycotoxines par la recherche de substituts et conditions plus contrôlées de vinification ;
- Développement des investissements commerciaux et du marketing sectoriel ;
- Intégration dans le marketing territorial, la promotion touristique ou gastronomique ;
- Evaluation environnementale des productions au travers des procédés par le développement des analyses de cycle de vie.

C2 - Organisation de la filière, renforcement de la coopération

Les actions ayant des effets sur l'organisation de la filière et le renforcement de la coopération entre régions sont également importantes pour renforcer la durabilité de la filière vigne et vin. Entrent dans cette catégorie des actions pour :

- L'amélioration de la compétitivité des entreprises via des innovations logistiques, l'organisation économique, la contractualisation, l'évolution des systèmes de qualité (AOP, IGP, certifications, etc.), l'innovation technique à la vigne et à la cave ;
- Le développement ou le renforcement de nouvelles filières (sucres, alcool, produits sans alcool - jus de raisin) ;

- Le renforcement de clusters régionaux favorisant les relations entre recherche, développement, entreprises, organisations professionnelles, associations, collectivités ;
- Le renforcement de coopérations entre régions viticoles pour éviter les concurrences, favoriser la mutualisation d'expériences, assurer des investissements communs (R&D, promotion, etc.).

D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ?

Pour favoriser les évolutions vers une viticulture plus durable, il conviendrait de mettre en place des mesures permettant :

- De développer les travaux de recherche pluridisciplinaire et le renforcement des travaux sur les approches systèmes, la génétique, l'épidémiologie des maladies, les alternatives aux produits phytosanitaires ou permettant la réduction des doses, la viticulture et l'œnologie de précision, les impacts du changement climatique et les stratégies d'adaptation de la vigne, et les études socio-économiques (innovations, organisation économique et cadre politique, formes d'intégration, maintien de l'emploi, études consommateurs). Une intensification de la collaboration recherche - développement est à promouvoir tout en associant mieux les acteurs à la définition des objectifs de recherche[125].
- La mise en place d'une politique d'adaptation plus rapide aux nouveaux systèmes de production (nouveaux matériels végétaux, évolution des équipements, insertion de la viticulture et de l'œnologie de précision, la gestion intégrée de l'irrigation, etc.) sur le continuum vigne-raisin-vin en faisant évoluer la réglementation.
- De promouvoir l'ouverture aux innovations de l'enseignement viticole pour la formation initiale et continue et une refonte du conseil indépendant de l'amont.
- D'améliorer et de renforcer la communication auprès des consommateurs, notamment sur les bienfaits de la vigne.
- Une réorganisation parcellaire sur la base d'études terroirs pour une meilleure adaptation des vignobles aux changements climatiques.
- D'aider la filière à se réorganiser pour réduire son éclatement par de nouvelles formes de coopération ou de partenariat, des politiques de mutualisation de la R&D, de la communication, etc.
- De donner à plus long terme les moyens financiers à la viticulture de faire évoluer les zones viticoles (migration vers le nord ou en altitude) : explorer les recours aux assurances, à des fonds de financement publics ou privés, etc.

E - En guise de conclusion

Pour la filière vigne et produits de la vigne, les priorités sont de rendre la culture plus respectueuse de l'environnement et d'améliorer la rentabilité des exploitations, puis de traiter le problème du changement climatique.
A court terme, les leviers concernent essentiellement les modifications des modes de conduite et les interventions œnologiques.

[125] http://www.vignevin.com/recherche/vigne-et-terroir/ecoviti.html.

A moyen terme, il y a un besoin de plus de technicité dans la culture et la transformation, et de plus d'innovations, ce qui nécessitera une évolution de la formation des viticulteurs, une modification des règlementations, une meilleure prise en compte de l'attente des consommateurs, l'amélioration de l'image de la vigne, une relocalisation des parcelles à l'échelle des exploitations et des modifications de l'encépagement tout en accentuant la dimension patrimoniale et paysagère de la culture.

A long terme, il est important de prévoir le développement des nouvelles filières et le renforcement de la coopération entre régions pour réduire l'éclatement de la filière. Une réorganisation parcellaire pourrait être nécessaire et il faudra trouver les moyens financiers pour atténuer les effets des changements globaux.

CHAPITRE 4
FILIÈRE PORCINE

CHAPITRE 4A Filière Porcine 242
A - Contexte 242
B - Leviers d'actions au niveau de l'atelier 248
C - Leviers d'actions au niveau de l'exploitation 256
D - Leviers d'actions au niveau des filières et des territoires 260
E - Conclusion : vers quels modèles d'exploitations porcines durables ? 264
F - Références bibliographiques 266

CHAPITRE 4B Synthèse 271
A - Eléments de contexte 271
B - Évaluation environnementale et leviers d'action 273
C - Vers quels modèles d'exploitations porcines durables ? 274
D - En guise de conclusion 275

CHAPITRE 4A
Filière Porcine

***Auteur** : Jean-Yves Dourmad (Inra)* [126]

A - Contexte

A1 - Evolution de la production et de la consommation, contexte international

Au cours de la dernière décennie la production porcine française a légèrement diminué (-1 %) alors qu'elle augmentait dans l'UE (+9 %) (Figure 1 ; IFIP, 2013). Sur cette période la réduction du cheptel français est plus marquée que celle de la production. En effet, selon les résultats du recensement 2010 le nombre de porcs présents (13,8 millions en 2010) a diminué de 7% et le nombre de truies (1,1 million en 2010) de près de 20 %. L'accroissement de la productivité des truies et du poids d'abattage des animaux ont donc permis de compenser en grande partie cette réduction d'effectif. Au cours de la même période, la croissance de la production était particulièrement marquée en Allemagne (+ 30 %) et en Espagne (+ 20 %) (Figure 1) ; la production porcine allemande s'est ainsi accrue de l'équivalent en volume de la moitié de la production française. Pendant la même période la production diminuait de plus de 12% au Royaume-Uni et en Europe centrale. On assiste donc en Europe à des déplacements de production qui s'accompagnent d'une mutation profonde et rapide des élevages de porcs (Rieu et Roguet, 2012). Ces évolutions correspondent à la création d'un grand bassin transfrontalier (regroupant le Danemark, les Pays-Bas, les Flandres Belges et le nord-ouest de l'Allemagne et qui représente à lui seul près de 40 % de la production européenne. Ce bassin de production se caractérise par une certaine spécialisation des activités d'élevage selon les pays (naissage au Danemark et aux Pays-Bas, engraissement en Allemagne) voire des activités d'abattages (Allemagne).

La France reste toutefois le troisième pays producteur de porc de l'UE, après l'Allemagne et l'Espagne, juste devant le Danemark (IFIP, 2013).

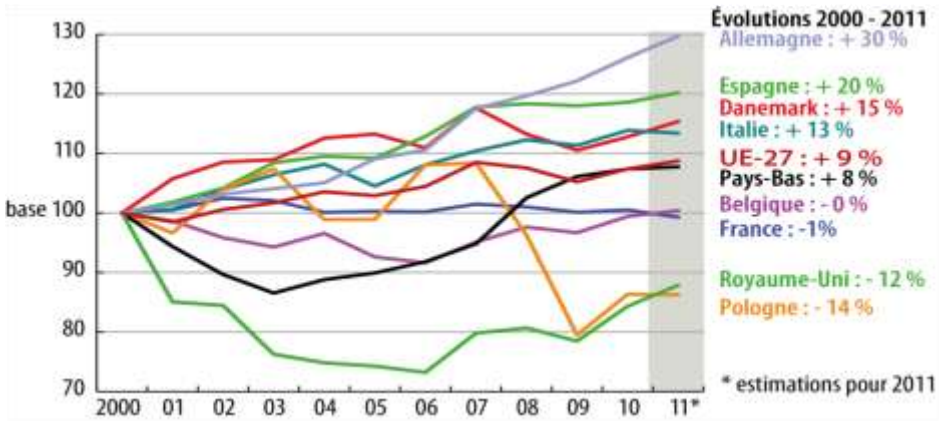


***Figure 1** : Évolution de* la production dans différents pays européens ; Source IFIP (2013)

[126] *Remerciements : Etienne Zundel (Inra)*

Sur cette période le niveau d'auto-approvisionnement de la France a diminué tout en restant supérieur à 100% (Figure 2), mais la balance commerciale s'est détériorée pour devenir négative à partir de 2009. Le déficit commercial s'élevait ainsi à près de 600 millions d'euros en 2011. Ceci s'explique par des différences de valeurs entre les produits importés (pièces de découpe, produits transformés) et les produits exportés (abats, carcasses entières) liées en partie aux habitudes nationales de consommation (consommation très élevée de jambon en France). Le déficit provient ainsi essentiellement des viandes désossées (255 millions €) et des produits transformés (311 millions €). En moyenne les importations et les exportations représentent l'équivalent d'environ 27 et 30 % de la production nationale. L'Espagne est le premier fournisseur (50 %) suivi de l'Allemagne (17 %). A l'export l'UE représente plus des 2/3 des volumes, l'ensemble Chine-Hong-Kong 10 % et la Russie 8 % (IFIP, 2013). Au niveau européen le niveau d'auto-approvisionnement des différent pays est très variable avec des pays largement excédentaires (Danemark : 650 %, Pays-Bas : 290 %, Belgique : 263 %, Espagne : 147 % ; Irlande : 146 %, Allemagne : 115 %) et d'autre très déficitaires (Royaume-Uni, Italie et la plupart des pays de l'est), la France se trouvant dans une situation intermédiaire.

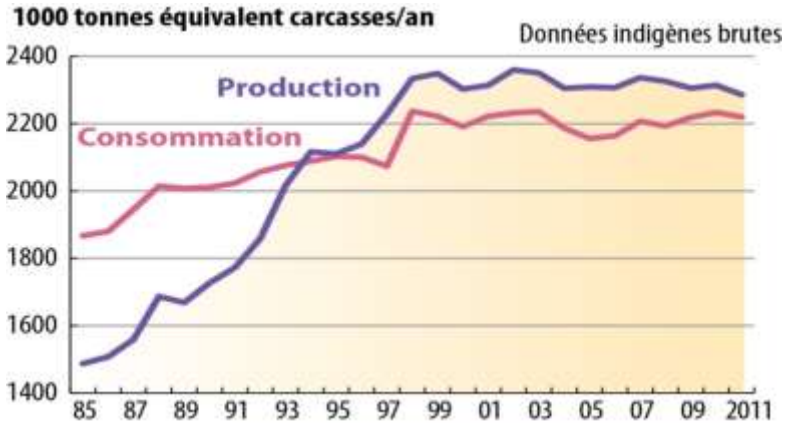


Figure 2 *: Evolution du niveau d'auto-approvisionnement de la France en viande de porc ; Source : IFIP (2013)*

Le niveau moyen de consommation de viande de porc s'élevait à 34 kg équivalent carcasse par habitant en 2011, soit une valeur en légère diminution depuis 2000 (36 kg), l'accroissement de la population contribuant à maintenir la consommation totale nationale qui est restée relativement stable depuis la fin des années 90. La consommation moyenne par habitant est inférieure à la moyenne européenne (41 kg/an), les consommations les plus élevées étant observées en Allemagne, Autriche Danemark et Espagne (54 kg/an) et la plus faible au Royaume Uni (22 kg/an).

Les perspectives pour les prochaines années laissent présager, surtout si aucune mesure de relance n'est prise, une poursuite de la réduction de la production en France et un creusement du déficit commercial. Ceci contraste avec des perspectives plutôt favorables à cette production au niveau des marchés mondiaux. Cette situation s'explique d'une part par les difficultés liées à la prise en compte des réglementations relatives à l'environnement et plus récemment au bien-être animal, et d'autre part, par un certain manque de compétitivité de l'aval de la filière (coût de la main d'œuvre, taille des structures), relativement à d'autres pays, alors que le niveau technique des éleveurs français et les performances des élevages restent très satisfaisants. Selon Rieu et Roguet (2012) l'origine des écarts de compétitivité entre les différents bassins de production européens est complexe. Elle s'explique par l'application des réglementations communautaires (environnement, bien-être, sécurité sanitaire...) et leurs adaptations nationales, les attentes des citoyens et des consommateurs, le contexte politique, économique et social et les dynamiques des filières dans leur globalité.

C'est donc dans un contexte de compétitivité plutôt défavorable pour la production porcine française que s'inscrit cette réflexion sur l'évolution des systèmes d'élevage.

A2 - Les structures d'élevages

Selon les premiers résultats du recensement agricole (Agreste, 2013) la France comptait en 2010, 22 300 exploitations élevant des porcs (59 500 en 2000), mais 99 % du cheptel était présent dans 11 500 élevages possédant plus de 100 porcs ou plus de 20 truies (16 800 en 2000), avec un effectif moyen de 1 200 porcs (900 porcs en 2000). Ce sont donc essentiellement les très petits élevages qui ont disparu. En 2010 on compte tout de même 10 700 élevages de moins de 100 porcs ou de moins de 20 truies comptant seulement pour 1 % du cheptel national avec 9 porcs présents en moyenne. Pour ce qui concerne les truies, 98 % du cheptel national est présent dans 5 700 élevages.

Le modèle dominant reste le modèle naisseur-engraisseur avec 85 % des truies et 66 % des porcs à l'engrais élevés dans ce type d'élevage. La répartition est différente en termes d'élevages puisque les naisseurs-engraisseurs représentent 50 % des élevages, les engraisseurs 43 % et les naisseurs 6 %. Les élevages de petite taille sont donc surtout des élevages d'engraissement et pour une partie d'entre eux il s'agit d'engraissement « à façon » pour un autre éleveur. On note par ailleurs un développement récent des maternités collectives qui sont des élevages de grande taille (plus de 500 truies) spécialisés en naissage. Ces élevages produisent des porcelets pour le compte de leurs associés qui les engraissent sur leur exploitation. Ce modèle bien que différent dans son organisation et sa logique économique se rapproche du modèle principal de développement dans les pays du nord de l'Europe (cf. Tableau 1). Il est intéressant en termes d'organisation et d'efficacité du travail, sur le plan environnemental et également au plan économique. Il facilite également les investissements et la réorganisation des élevages, par exemple dans le cas de la mise aux normes bien-être ou environnementale. C'est aussi parfois une solution choisie par des engraisseurs dans les zones à faible densité porcine pour assurer l'approvisionnement en porcelets.

***Tableau 1** : Structure des élevages porcins dans différents pays européens.*
Répartition des truies et des porcs à l'engrais par taille d'élevage ; Source : IFIP (2013)

Année 2007	Danemark	Pays-Bas	Allemagne	Belgique	France	Espagne	Roy-Uni	Irlande	Pologne
< 100 truies	2,1%	2,6%	23,1%	16,4%	33,8%	11,8%	11,5%	2,2%	83,7%
100-199 truies	4,1%	11,3%	26,0%	37,8%	35,7%	9,4%	11,4%	4,4%	3,0%
200-499 truies	25,6%	42,3%	27,8%	34,0%	32,9%	18,9%	26,4%	20,7%	2,9%
500 truies et plus	68,3%	43,8%	23,0%	11,8%	17,6%	60,0%	50,8%	72,7%	10,4%
Total (nombre de truies X 1000)	1 413	1 145	2 502	568	1 203	3 227	512	164	1 818

Année 2007	Danemark	Pays-Bas	Belgique	Allemagne	France	Espagne	Roy-Uni	Irlande	Pologne
< 400 porcs	3,7%	11,4%	9,0%	21,2%	15,2%	7,7%	9,8%	1,5%	78,4%
400-999 porcs	15,3%	25,3%	41,2%	35,1%	41,9%	17,4%	19,6%	5,8%	6,8%
1000 porcs et plus	81,1%	63,3%	49,8%	43,7%	42,9%	75,0%	70,6%	92,8%	14,8%
Total (nombre de porcs X 1000)	8 045	5 680	4 050	17 401	7 935	14 148	3 062	988	10 815

En 2007 les élevages de plus de 200 truies élevaient 55 % du total des truies en France, contre 94 % au Danemark, 86 % aux Pays-Bas, 78 % en Espagne et 51 % en Allemagne. Les élevages de plus de 1000 porcs à l'engrais élèvent 43 % du total des porcs, contre 81% au Danemark, 63 % aux Pays-Bas, 75 % en Espagne et 44 % en Allemagne. Les élevages porcins français sont donc moins spécialisés et d'une taille plutôt plus réduite que dans les principaux bassins européens concurrents. Bien qu'en moyenne les tailles des structures soient voisines en France et en Allemagne, on note des différences dans la dynamique d'évolution avec un fort développement récent d'élevages de grande taille dans le Nord de l'Allemagne et une disparition progressive des petits élevages dans le sud (IFIP, 2013).

En France les bâtiments sont généralement plus anciens et moins automatisés que dans les principaux pays concurrents qui dans la période récente ont plus développé et/ou restructuré leurs élevages. Ce manque d'investissement dans les bâtiments tend ces dernières années à pénaliser les performances techniques. Au cours des 10 dernières années la productivité des truies en termes de nombre de porcelets sevrés par an s'est ainsi accrue moins rapidement en France qu'au Danemark ou aux Pays-Bas et elle est aujourd'hui légèrement inférieure à celle de ces deux pays d'environ un porcelet/an, tout en

restant plus élevée qu'en Allemagne et en Espagne (d'environ 1 porcelet/an). Mais malgré cela, à court terme, les coûts de production des élevages Français restent compétitifs, en partie en raison de moindres charges financières (du fait d'investissement faibles) qu'au Danemark ou aux Pays-Bas (Rieu et Roguet, 2012).

Selon le recensement 2010 (Agreste, 2013) plus de 70 % des exploitations porcines (de plus de 100 porcs ou de plus de 20 truies) ont un statut sociétaire (50 % en 2000), principalement Earl, Gaec et Scea. L'âge moyen des éleveurs est de 46 ans en moyenne ; il s'est accru depuis 2000 (42 ans), relativement peu de jeunes s'étant installés ces dix dernières années. Le niveau de formation est élevé puisque 50 % des exploitants ont suivi une formation secondaire longue ou supérieure. En 2010 27000 équivalents temps pleins, dont 28 % de salariés, travaillaient dans les élevages porcins (Agreste, 2013). La productivité moyenne apparente s'élève ainsi à 510 porcs par ETP contre 380 en 2000. Un éleveur français produit en moyenne 100 kg de carcasse de porc par heure de travail (50 minutes par porc), soit une quantité voisine de celle observée en Espagne ou en Allemagne mais inférieure à celles observées au Danemark ou aux Pays-Bas (135 à 140 kg, 35 minutes par porc produit) (Figure 3)

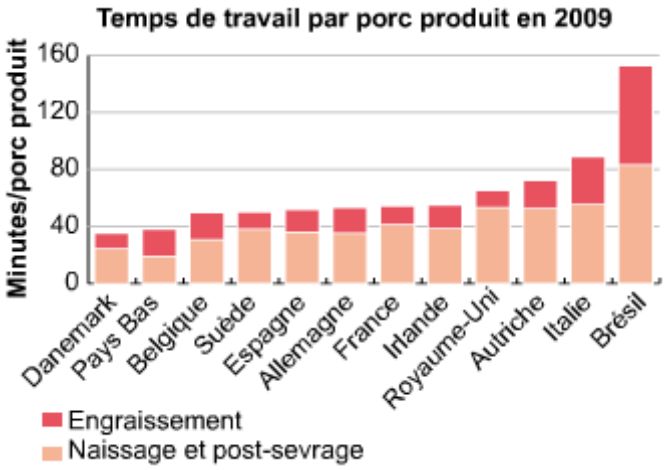


Figure 3 *: Temps de travail par porc produit dans différents pays européen et au Brésil ; Source : IFIP (2013)*

A3 - Les systèmes de production

Il existe peu d'études relatives à la typologie des exploitations porcines, la plupart des travaux s'intéressant seulement à l'atelier d'élevage. Une première étude réalisée en 2004 sur la base du recensement agricole (Ilari et *al*., 2004) mettait en évidence une assez grande diversité des exploitations, qui contraste avec l'image d'uniformité généralement décrite pour cette production. Les élevages spécialisés représentaient 22% des exploitations et 44% du cheptel. Dans 33% des exploitations, représentant 25% du cheptel, l'élevage porcin était associé à la production laitière soit sous la forme d'un atelier d'engraissement ou dans le cadre d'exploitations de type GAEC associant un atelier porc naisseur-engraisseur et un atelier lait. Dans 33% des exploitations, représentant 27% du cheptel, l'élevage porcin était associé à des productions céréalières. Une étude similaire a été réalisée à partir des premiers résultats du recensement agricole 2010 avec une typologie moins différentiée (agreste, 2013). Dans cette étude les élevages spécialisés « porc » représentent environ 70% du cheptel (65% en 2000) mais moins de 30% des exploitations.

Toutes les catégories d'élevages disposent de surfaces agricoles, mais le chargement varie assez fortement selon les types avec des niveaux plus élevés pour les exploitations spécialisés (60-90 porcs/ha),

que pour les exploitations céréalières (5-20 porcs/ha) ou les exploitations élevant aussi des bovins (5-10 porcs/ha) (Tableau 2). Les données du RGA 2010 (Agreste, 2013) font apparaitre pour les exploitations porcines de plus de 100 porcs ou plus de 20 truies, une surface moyenne de 83 ha de SAU dont 55 % sont cultivées en céréales et oléo protéagineux (66 ha en moyenne en 2000). La SAU varie selon les régions : 70 ha en moyenne en Bretagne (5 ares/porc), 94 ha en Pays de la Loire (10 ares/porc) et 153 ha en Champagne Ardenne (12 ares/porc). Mais ces moyennes cachent une grande variabilité entre les exploitations.

Tableau 2 *: Typologie en 8 types des exploitations porcines françaises ayant des porcs en 2000 : répartition du cheptel et des exploitations (source : Ilari et al., 2004).*

		Types	SAU (ha)	Nb moy porcs	Exploitations (nombre)	%	Cheptel (millions)	%
4.1	8.1	Grands céréaliers Engraisseurs	135	536	1 865	10	1,00	7
	8.2	Petits Céréaliers N ou E, ou NE	57	360	3 509	18	1,27	9
4.2	8.3	Grands céréaliers NE	95	1 810	884	5	1,60	11
	8.4	Spécialisées porc	36	2 117	2 650	14	5,61	38
4.3	8.5	Petites structures orientées Bovins	45	184	2 770	14	0,51	3
	8.6	Petites structures spécialisées Porcs	7	669	1 360	7	0,91	6
4.4	8.7	Bovins lait / engraisseur	58	276	2 679	14	0,74	5
	8.8	GAEC bovins lait /NE	77	840	3 571	19	3,00	20
		Total	62	759	19 288	100	14,63	100

Bien qu'il soit probable que la typologie présentée dans ce tableau ait évolué au cours des 10 dernières années, on peut penser que la diversité persiste et s'accompagne de situations variées quant à la durabilité des exploitations, en particulier relativement à la dimension environnementale. Les exploitations ne disposant pas de suffisamment de surfaces d'épandage sont amenées à traiter leurs effluents ou à les épandre sur d'autres exploitations, ce qui entraine des coûts supplémentaires, alors qu'à l'inverse les exploitations valorisant leurs effluents bénéficient de coût moindres de fertilisations.

Les systèmes de production sous label concernent principalement la production biologique, le Label Rouge (LR) et la production sous identification géographique protégée (IGP) (Figure 4). En 2011, la production LR concernait environ 3,1 % (dont 0,3 % en LR fermier sur litière et 0,4 % en plein air). La production de porc LR s'est fortement accrue en 2006 suite au changement du cahier des charges relatif à la charcuterie LR qui a imposé d'utiliser des porcs élevées sous label LR. Paradoxalement ceci a coïncidé avec une forte réduction de la production de charcuterie LR au profit d'autres voies de différentiation. La production de charcuterie sous IGP est estimée à près de 15% de la production totale. La production biologique est en augmentation (+10 % de truies et +23 % de porcs charcutier depuis 2010) mais reste toutefois marginale (0,3 % de la production française). D'autres voies de diversification comme la qualité nutritionnelle, avec la filière bleu-blanc-cœur se développent également rapidement.

Activité 2011	Porcs biologiques		Label Rouge	
	2011	% / 2010	2011	% / 2010
Nombre d'élevages	323	+ 11,0%	744	- 1,6%
Nombre truies	6 962	+ 9,7%	-	-
Production (têtes)	73 235 (1)	+ 22,9%	751 843	+ 1,0%
Tonnages abattus (tec)	6 951 (1)	+ 23,3%	68 418	+ 1,1%
% de la production nationale	0,3	-	3,1	-

(1) Hors vente directe, estimée à environ 8 500 porcs pour 740 tec

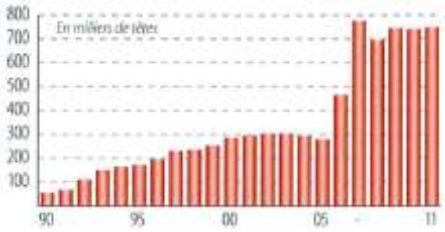


Figure 4 *: Production sous signe de qualité en 2011 et évolution de la production de porc Label Rouge depuis 1990 ; Source : IFIP (2013)*

A4 - L'intégration sur les territoires et dans les filières

La production porcine française est marquée par une très forte régionalisation, la Bretagne et le grand ouest représentant respectivement 58 et 74 % de la production nationale (IFIP, 2013) ou des cheptels (Agreste , 2013, Figure 5). Cette régionalisation se poursuit, surtout du fait de la réduction de la production en dehors du grand ouest. Sur les dix dernières années la production s'est ainsi légèrement accrue dans l'Ouest (+3 % environ), alors qu'elle a diminué de près de 8% dans le reste de la France (IFIP, 2013). Les trois autres "bassins" de production significatifs sont le Sud-Ouest (6 %), le Centre-Est (6 %) et le Nord (5,5 %). Cette régionalisation est un élément déterminant à considérer dans la prise en compte des questions de durabilité. Les questions se posent principalement en termes d'amélioration la durabilité environnementale dans les zones à forte densité animale et d'amélioration de la durabilité économique et de l'acceptabilité sociétale dans les autres régions.

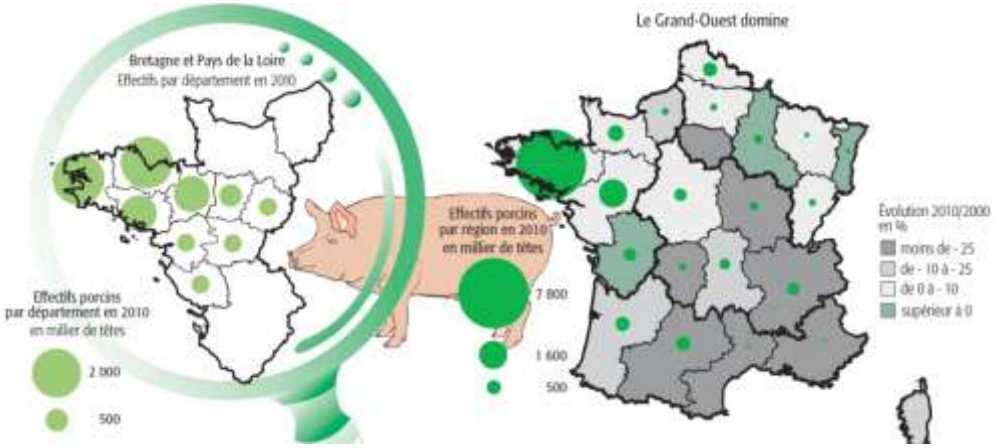


Figure 5 *: Répartition régionale de la production porcine française en 2010 ; Source : Agreste (2013)*

Une autre spécificité de la filière porcine est son fort degré d'organisation. On comptait en 2011 cinquante groupements de producteurs qui assuraient 91% de la production (IFIP, 2013). Ces groupements sont en majorité des coopératives liées à un territoire. Ils jouent un rôle déterminant dans l'organisation technique et économique de la production porcine et aussi dans la prise en compte des questions environnementales. Ils sont aussi de plus en plus impliqués dans l'amont (production des aliments et sélection) et l'aval de la filière (abattage, découpe, transformation). L'amélioration de la durabilité des élevages conditionne aussi celle de la filière toute entière. Cette forte organisation collective de la filière constitue un moteur mais parfois aussi un frein dans les évolutions. Elle a en effet favorisé une certaine homogénéisation des « modèles » de production aussi bien en termes de modes d'élevage que de production, avec une orientation vers une production « de masse ». Ce n'est que depuis peu que l'on voit apparaitre une certaine diversification des modes de production, associée à une démarcation des produits et un affichage plus marqué de l'origine géographique. La question environnementale et plus récemment celle du bien-être animal, ont été au centre des préoccupations des groupes économiques dont la compétitivité et l'avenir dépendaient de leur capacité à proposer des solutions aux éleveurs. Cela a toutefois souvent conduit à une approche « partielle » des problèmes (un problème = une solution) alors qu'une démarche plus globale prenant en compte les implications en terme de durabilité aurait été plus efficace.

Pour le futur, ces structures économiques constituent donc des acteurs incontournables dans l'orientation de l'évolution des exploitations porcines vers plus de durabilité et dans la liaison aux territoires. L'enjeu est sûrement de les inciter à mieux prendre en compte les différentes dimensions de la durabilité dans leurs choix de mode de production et à mieux valoriser la diversité existante des exploitations en relation avec la diversité de la demande. La question de l'organisation de solutions collectives aux problèmes d'environnement à l'échelle des territoires est également centrale, tout au moins dans les zones à forte densité.

B - Leviers d'actions au niveau de l'atelier

L'amélioration de l'efficacité productive des élevages, aussi bien en termes de productivité numérique des truies, de conversion alimentaire, ou de main d'œuvre a constitué un facteur majeur d'évolution des exploitations porcines au cours de ces trente dernières années. Ceci a conduit au développement d'un système d'élevage dominant qui représente aujourd'hui plus de 95 % de la production nationale. Ce système se caractérise par l'élevage des animaux en environnement fermé, généralement sur caillebotis, les déjections étant stockées sous la forme de lisier. L'alimentation se fait essentiellement à base d'aliments complets, souvent produits à l'extérieur de l'exploitation. Cette évolution de la production s'est accompagnée d'un agrandissement des élevages et de leur spécialisation, les exploitations de polyculture-élevage faisant progressivement place à des ateliers spécialisés de plus grande taille.

L'évolution de la production porcine s'est rapidement heurtée à l'apparition de problèmes environnementaux, résultant de la trop forte concentration des élevages et, plus généralement, à la remise en cause par la société du modèle dominant de production. Ceci a conduit à l'apparition, dès les années 1980, de règlementations visant à réduire l'impact environnemental des élevages ou à améliorer le bien-être des animaux. Malgré ces évolutions, le constat peut toujours être fait aujourd'hui d'une image dégradée de la production porcine (Petit et van der Werf, 2003), alors que, paradoxalement, les produits du porc sont plutôt bien perçus par les consommateurs.

Face à cette situation différents leviers d'action sont mobilisables au niveau des ateliers d'élevages pour améliorer la durabilité économique, environnementale ou sociétale de la production porcine. Pour beaucoup d'entre eux ils ont déjà été mobilisés pour répondre aux enjeux de compétitivité des élevages et les adapter aux nouvelles réglementations en matière d'environnement et de bien-être animal. Toutefois des marges de progrès relativement importantes existent toujours et de nouvelles approches innovantes peuvent aussi être envisagées.

B1 - L'amélioration des performances

Bien que les performances des élevages se soient largement améliorées au cours des dernières années, il apparait que le potentiel génétique des animaux ne s'est pas complètement exprimé en situation de terrain, en particulier pour les performances de croissance. On note ainsi un écart important entre les performances des animaux suivis dans les tests de contrôle en station expérimentale et les performances en élevages, alors qu'il s'agit d'animaux génétiquement équivalents (IFIP, GTE 2012). Ainsi la vitesse de croissance en élevage est inférieure d'environ 230 g/j à celle observée en station et l'indice de consommation est supérieur de 0,16 kg/kg. A l'inverse la qualité des carcasses (taux de muscle des pièces, TMP) est légèrement meilleure (environ 0,05 point) dans les élevages de production. Ces écarts de performances s'expliquent à la fois par les conditions d'élevages et les pratiques d'alimentation. Des conditions de logement non optimales (densités élevées, ambiance) et/ou un statut sanitaire détérioré y contribuent largement. L'éleveur peut aussi être amené à réduire le niveau d'alimentation pour mieux contrôler des troubles digestifs ou respiratoires. La recherche d'un TMP élevé peut aussi s'accompagner d'un rationnement trop sévère conduisant à une réduction de la vitesse de croissance et parfois à un accroissement de l'indice de consommation. Par ailleurs, il semble que les éleveurs soient parfois amenés à compenser des problèmes d'organisation de leurs élevages (incohérence de la chaîne de bâtiment, sur-chargement ponctuels des cases, succession rapide de bandes sans vide sanitaire ou avec mélanges d'animaux…) par des alternatives nutritionnelles (aliments plus concentrés, mieux consommés) ou médicamenteuses qui permettent de maintenir des performances techniques convenables mais contribuent à l'augmentation du coût de production. Pour les performances de reproduction on note à l'inverse assez peu d'écart entre les performances observées dans les élevages de sélection et les élevages de production. Toutefois on peut rappeler que l'augmentation très importante de la

prolificité s'est accompagnée d'un accroissement de la mortalité pré-sevrage et de l'hétérogénéité des portées, ce qui ne facilite pas le travail de l'éleveur.

L'amélioration du statut sanitaire des élevages constitue un moyen prioritaire de maintien ou d'amélioration de la compétitivité de la production porcine, avec des incidences positives sur l'environnement, le bien-être des animaux et l'image de la production et des produits. La gestion et la conduite de l'élevage, et de façon plus générale, la biosécurité et la zootechnie, deviennent par conséquent les outils prioritaires pour contrôler ou améliorer l'état sanitaire des animaux. Par ailleurs, bien qu'il se soit nettement amélioré ces dernières années, le taux de mortalité en post sevrage et engraissement reste élevé (5,9 % au total en 2012, 7,9 % en 2000). Ceci pénalise les résultats économiques des élevages et compromet en grande partie l'effort réalisé sur l'atelier de naissage. Différentes pathologies (MAP (maladie d'amaigrissement du porcelet), problèmes digestifs et respiratoires) peuvent expliquer en partie cette évolution, mais on ne peut écarter d'autres causes liées à la conduite d'élevage (cohérence des élevages, surcharge des bâtiments) ou encore à la dégradation du parc de bâtiments. L'amélioration de l'application des règles de biosécurité offre donc pour beaucoup d'élevages des marges de progrès conséquentes dans la maîtrise des maladies et par conséquent l'amélioration des performances. Ceci implique de séparer l'élevage en différentes zones selon les stades physiologiques afin de gérer la pression d'infection. La biosécurité externe doit également être améliorée afin de prévenir l'introduction de germes par les reproducteurs, par les animaux sauvages ou domestiques, ou par les visiteurs. Tout ceci implique généralement des investissements pour la construction d'installations spécifiques (sas, quarantaines, clôtures…) et l'adaptation des bâtiments à une conduite optimisée. Dans le cas des élevages présentant une situation sanitaire trop dégradée, des pistes doivent être également envisagées pour une remise à niveau, par exemple par des opérations de dépeuplement-repeuplement.

L'usage des antibiotiques reste important en élevage porcin, mais a diminué depuis 2006[127] (Anses, 2011). En 2011, les représentants de la filière porcine (Coop de France, FNP, INAPORC) ont décidé la mise en œuvre d'un moratoire sur l'utilisation des céphalosporines de 3e et 4e génération). Depuis a été mis en place par le MAAF et toutes les parties prenantes, le plan EcoAntibio 2017 (qui concerne toutes les filières animales). La filière porcine est engagée dans un réel effort pour maîtriser l'usage des antibiotiques par une amélioration des pratiques zootechniques.

L'amélioration du potentiel génétique des animaux constitue aussi un levier d'action important pour améliorer la compétitivité des élevages et réduire l'impact environnemental. Des perspectives existent toujours pour l'amélioration des performances de croissance et de qualité des carcasses et des viandes, mais il est probable que les perspectives de progrès sont plus limitées que par le passé, compte tenu des niveaux de performance déjà atteints. A l'inverse des progrès important peuvent être attendus à moyen terme sur les critères fonctionnels et les capacités d'adaptation des animaux (Dourmad et *al*., 2010). Ceci devrait permettre d'accroitre la robustesse des animaux, leur résistance aux maladies ou encore de réduire la charge de travail en ayant des animaux plus autonomes (truies reproductrices en particulier) et mieux adaptés aux systèmes d'élevages. Les nouvelles méthodes de sélection (sélection génomique) et le phénotypage à haut débit offrent des perspectives nouvelle en ce sens, mais nécessitent des investissements significatifs pour leur développement (Tribout et *al*., 2011).

La question de l'élevage de porcs mâles entiers mérite également d'être posée. Cette pratique permet d'améliorer très significativement l'efficacité alimentaire (de l'ordre de 0,20 point) et la qualité des carcasses. Elle permet également de répondre à la remise en cause de la castration chirurgicale et s'inscrit donc dans une perspective d'amélioration du bien-être animal. Les animaux peuvent également être alimentés à volonté favorisant ainsi leur bien-être. Cette pratique peut toutefois se heurter au risque de problèmes de défauts d'odeur des viandes qui pourraient affecter la

[127] Pour mémoire, les antibiotiques activateurs de croissance sont interdits en Europe, alors qu'ils sont toujours autorisés dans d'autre pays comme aux USA et en Chine par exemple.

consommation s'ils ne sont pas bien pris en compte. Différente techniques sont actuellement disponibles (tri des carcasses à l'abattoir, immunocastration), et cette pratique tend à se développer chez certains opérateurs français et plus largement en Europe, en particulier chez nos principaux fournisseurs où l'élevage de mâles entiers devient la pratique la plus courante (Espagne). La maîtrise de cette technique constitue donc un enjeu de compétitivité particulièrement important pour la filière française.

B2 - L'amélioration de l'alimentation

L'alimentation est un levier d'action majeur qui permet d'agir à la fois sur les résultats économiques et les impacts environnementaux. L'amélioration de l'efficacité d'utilisation des nutriments (protéines, minéraux, énergie…) s'accompagne en effet généralement d'une réduction du coût alimentaire et d'une diminution des rejets. Il s'agit donc souvent d'une stratégie « gagnant-gagnant » qui peut toutefois se heurter à des difficultés de mise en place dans les élevages en raison de la nécessité de faire évoluer les dispositifs de stockage et de distribution de l'aliment. Par ailleurs des optimums sont parfois à rechercher entre coût alimentaire et impact environnemental, ces optimums pouvant différer selon les caractéristiques de l'exploitation, en particulier les capacités d'épandage et les modalités de gestion des effluents (Dourmad, 2012).

Le premier levier d'action repose sur l'amélioration des connaissances relatives aux besoins des animaux de façon à mieux ajuster les apports et ainsi réduire les excès, le besoin étant généralement défini chez le porc comme l'apport permettant de maximiser la rétention. L'amélioration de la disponibilité, ou de la valeur biologique, des nutriments de la ration constitue la seconde voie envisageable. Nous allons voir comment la nutrition permet de réduire l'excrétion de N, P, Cu et Zn par les porcs ainsi que les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre. Nous verrons ensuite les principales limites au développement de ces pratiques dans les élevages.

B2.1 - Mieux ajuster les apports de protéines pour réduire l'excrétion d'azote

Pour ajuster l'apport de protéines et d'acides aminés au cours du temps en fonction de l'état physiologique des truies, des aliments spécifiques sont distribués pendant la gestation et la lactation. L'excrétion est ainsi réduite de 20 à 25 % par rapport à l'utilisation d'un seul aliment. Cette technique est déjà en place dans la majorité des élevages suite aux recommandations du Corpen (2003). Une réduction supplémentaire pourrait être envisagée dans le cas de l'utilisation de plusieurs aliments pendant la gestation, les besoins protéiques étant bien plus faibles au début qu'à la fin de la gestation. Dourmad et *al.* (2009) ont ainsi montré qu'en comparaison à une stratégie avec un seul aliment en gestation, une stratégie multiphase permettait de réduire l'excrétion d'azote de 10 à 20 % tout en réduisant le coût de l'aliment de près de 10 %. De la même manière l'adaptation de la composition de l'aliment pour les truies en lactation en fonction du rang de portée, du nombre de porcelets et de l'appétit des truies permettrait de réduire les apports de protéines et les rejets d'azote, mais les bases et les modalités d'application restent à préciser.

Chez le porc à l'engrais, comparativement à l'utilisation d'un aliment unique sur toute la période de croissance, l'excrétion azotée est réduite d'environ 10 % lorsque l'on utilise en phase de finition un régime à teneur réduite en protéines (régime bi-phase), mieux en accord avec les besoins des animaux. Cette technique est déjà en place dans la majorité des élevages suite aux recommandations du Corpen (2003). La réduction est encore plus importante avec un régime multi-phase (Figure 6) mais elle reste encore peu développée dans la mesure où elle nécessite des dispositifs d'alimentation spécifiques.

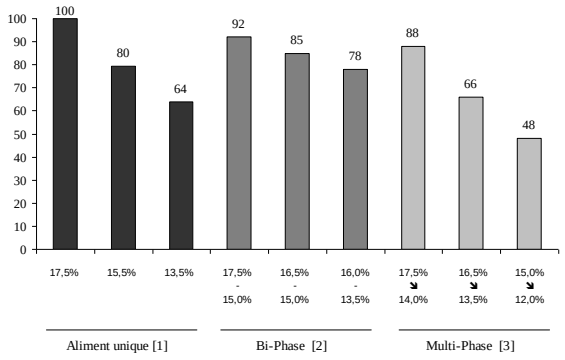


***Figure 6** : Influence de la teneur en protéines et de la stratégie d'alimentation sur l'excrétion de N des porcs à l'engrais. [1] Dourmad et al. (1993), [2] Latimier et Dourmad (1993), [3] Bourdon et al. (1997). Tous les régimes sont formulés pour assurer des apports adéquats en acides aminés. Ceci est possible grâce à l'ajout d'acides aminés.*

La seconde approche consiste à améliorer l'équilibre en acides aminés de la ration, ce qui permet de réduire sa teneur en protéines tout en apportant chacun des acides aminés indispensables en quantité suffisante. La réduction la plus importante des rejets est obtenue avec une alimentation multi-phase combinée avec des régimes parfaitement équilibrés en acides aminés (d'une composition proche de celle de la protéine idéale) et à teneur réduite en acides aminés non indispensables. Toutefois la réduction très poussée de la teneur en protéines des aliments entraîne une augmentation du coût, du fait de la nécessaire supplémentation du régime en différents acides aminés. Un compromis entre ce qui est techniquement et économiquement possible doit donc être trouvé.

B2.2 - Adapter l'alimentation pour réduire les émissions d'ammoniac

La diminution de la teneur en protéines de la ration entraine proportionnellement une réduction plus importante de l'excrétion urinaire que de l'excrétion fécale d'azote. En effet, la teneur en azote ammoniacal de l'effluent et son pH, deux paramètres modifiés par l'alimentation, influencent la volatilisation de l'ammoniac. La distribution de régimes à teneur réduite en protéines diminue la concentration en urée de l'urine et son pH (Portejoie et *al.*, 2004). Lorsque l'abreuvement est à volonté, la diminution de la teneur en protéines entraine également une réduction de la consommation d'eau et par conséquent de la production d'effluents (Portejoie *et al.*, 2004). Ces modifications des caractéristiques des déjections s'accompagnent d'une réduction marquée des émissions d'ammoniac dans le bâtiment et au cours du stockage et de l'épandage des effluents. Ainsi, dans l'étude de Portejoie et *al.* (2004) l'émission d'ammoniac depuis l'excrétion jusque l'épandage, était réduite de 63 % lorsque la teneur en protéines du régime passait de 20 à 12 %, soit de près de 8 % par point de protéines.

La volatilisation d'ammoniac peut également être réduite par l'ajout dans l'aliment de certains acides, comme l'acide benzoïque (Daumer et *al.*, 2007) qui diminue le pH de l'urine, ou par l'augmentation de la teneur en fibres qui favorise l'excrétion fécale de l'azote au détriment de l'excrétion urinaire et abaisse le pH des fèces et des effluents en favorisant la production d'acides gras volatils (Jarret et *al.*, 2011).

B2.3 - Influence de l'alimentation sur les émissions de gaz à effet de serre

La production d'origine entérique de méthane dépendant principalement de la quantité de fibres digestibles (Vermorel et *al.*, 2008), la quantité de méthane produite sera donc directement influencée à la fois par la composition du régime et la quantité d'aliment consommée. L'amélioration de l'efficacité alimentaire et la réduction de la teneur en fibres digestibles du régime constituent donc les principales voies à explorer pour réduire la production entérique de méthane.

***Tableau 3** : Influence de la nature du régime sur les émissions potentielles de méthane des effluents (Jarret et al., 2011)*

Aliment[1]	Témoin	Riche en fibres	Témoin	Riche en fibres
Effluent	Lisier		Fèces	
Cellulose brute, g/kg	29,4	49,0	29,4	49,0
Potentiel, L CH_4/ kg MO[2]	377	376	350	339
CH_4, L/porc/j				
potentiel maximal	76	126	67	107
stockage simulé (100 j)	55	97	68	92
méthaniseur (30 j)	44	74	61	110

[1]Aliment témoin : à base de céréales et de tourteau de soja, Aliment riche en fibres : à base de céréales, de drèches de blé et de tourteau de colza et sans tourteau de soja. [2]Potentiel maximal de production de CH_4

La production de méthane se poursuivant pendant le stockage des effluents, elle est également influencée par la composition des excrétas et en particulier leur teneur en MO et sa composition. Les travaux récents de Jarret et *al.* (2011) indiquent ainsi clairement que l'accroissement de la teneur en fibres des rations se traduit par un accroissement du potentiel de production de méthane des effluents, principalement en raison de l'excrétion accrue de MO (Tableau 3). Un potentiel de méthanisation élevé des effluents peut constituer un atout dans le cas de la mise en place d'un traitement anaérobie pour la production d'énergie, alors qu'il sera plutôt néfaste si les effluents ne sont pas traités, puisque dans ce cas la production non contrôlée de méthane sera accrue. La composition de l'aliment devrait donc être adaptée en fonction des modalités de gestion des effluents.

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude relative à l'influence de la composition de l'aliment sur l'importance des émissions de N_2O. Toutefois, dans les évaluations environnementales, les émissions de N_2O sont généralement calculées proportionnellement au flux d'azote excrété (utilisation de facteurs d'émissions, IPCC 2006). On considère donc que toute réduction de l'azote excrété entraîne une réduction proportionnelle du flux de N_2O.

B2.4 - Influence de l'alimentation sur l'excrétion de phosphore

Une première approche pour améliorer la digestibilité du P de la ration consiste à utiliser des sources de P minéral plus digestibles (phosphate monocalcique). Toutefois, la démarche la plus efficace pour réduire l'excrétion consiste à améliorer la digestibilité du P phytique (phytates) de la ration (Jondreville et Dourmad, 2005). L'incorporation dans l'aliment de phytases d'origine microbienne, qui constitue aujourd'hui une pratique courante dans les élevages, permet de diminuer ainsi l'excrétion de P jusqu'à 40 à 50 %. La seconde approche pour réduire l'excrétion de P consiste à mieux ajuster les apports au cours du temps en fonction du potentiel de croissance ou du stade physiologique des animaux. Ceci nécessite d'évaluer précisément les besoins des animaux et la disponibilité du P des aliments. C'est maintenant possible grâce d'une part au développement d'un système d'évaluation de la valeur du phosphore basé sur sa digestibilité apparente (Inra-AFZ, 2004) et d'autre part du calcul factoriel des besoins (Jondreville et Dourmad, 2005).

La distribution d'aliments spécifiques aux différentes phases de production est déjà en place dans la majorité des élevages suite aux recommandations du Corpen (2003). Toutefois des perspectives de réduction existent toujours puisque dans le cas du phosphore on peut aussi jouer sur la dynamique de minéralisation (Létourneau-Montminy *et al.*, 2011).

B2.5 - Influence de l'alimentation sur l'excrétion de Cu et Zn

Le cuivre et le zinc sont souvent incorporés dans les aliments en quantités bien supérieures aux stricts besoins des animaux, compte tenu de leurs effets comme facteurs de croissance ou encore en raison de l'utilisation de marges de sécurité importantes. En conséquence, ils se retrouvent en forte concentration dans les effluents ce qui peut à terme entraîner une toxicité pour les plantes ou les micro-organismes du

sol (Jondreville et *al.*, 2003). De plus, lorsque les effluents sont traités, ces éléments se retrouvent dans la fraction solide à des concentrations qui rendent difficile la commercialisation de ces produits comme amendements organiques.

La seule façon de réduire la teneur des effluents en éléments traces métalliques est d'en réduire l'incorporation dans les aliments. Suite aux travaux récents (Jondreville et *al.*, 2003), les normes maximales de teneur en Cu et Zn des aliments pour les porcs ont été largement réduites. La nouvelle réglementation a entraîné une réduction de près de 60 % des rejets de Cu et de 53 % de ceux de Zn (Dourmad et *al.*, 2009c). Avec les recommandations actuelles, les teneurs en Cu et en Zn des effluents (respectivement environ 350 et 1250 mg/kg MS) sont inférieures aux teneurs autorisées en France pour l'épandage des boues (respectivement 1000 et 3000 mg/kg MS), mais elles dépassent les teneurs autorisées pour les fertilisants organiques (respectivement 300 et 600 mg/kg MS). Par ailleurs, bien que la situation ait été très significativement améliorée par la nouvelle réglementation, les épandages de Cu et de Zn restent encore supérieurs aux capacités d'exportation des cultures (Dourmad et Jondreville, 2008). Des réductions plus poussées des apports de Cu et de Zn peuvent donc être envisagées pour l'avenir, conduisant à un meilleur équilibre entre les épandages et l'exportation par les plantes, mais ceci nécessite encore des développements complémentaires.

B2.6 - Le défi de l'alimentation de précision

L'alimentation constitue donc un levier d'action important à la fois pour réduire le coût de production et diminuer les émissions d'ammoniac et dans une certaine mesure de gaz à effet de serre. Toutefois le développement de ces pratiques se heurte souvent à des problèmes de mise en œuvre pratique liés aux équipements d'élevage. Les techniques d'alimentation par phase nécessitent des capacités de stockage des aliments et des équipements de distribution adapté. La mise en place de l'alimentation biphase recommandée par le Corpen (1996, 2003) a constitué une étape importante dans l'évolution des équipements d'alimentation (chaine de distribution et stockage). Près de vingt ans après, les élevages sont face au nouveau défi de l'alimentation de précision qui permettra d'encore mieux adapter les apports nutritionnels à l'évolution des besoins des animaux à tous les stades et pas seulement pour les porcs à l'engrais (van Milgen et *al*., 2010) . Des équipements existent déjà pour certains stades mais les règles de décision ne sont pas toujours bien formalisées. Il s'agit donc d'un défi en termes d'investissement pour les éleveurs mais aussi d'un défi en termes de production d'outils d'aide à la décision pour la recherche-développement et les équipementiers.

B3 - L'amélioration du bâtiment d'élevage

Bien qu'il soit en fait peu étudié et que les compétences techniques et scientifiques dans ce domaine se raréfient en France, le bâtiment d'élevage est au cœur des problématiques actuelles des élevages porcins. C'est en effet le lieu de vie des animaux avec des implications importantes pour leur bien-être qui est largement influencé par l'organisation des cases (type de sol, équipements, densité, taille des lots…) et l'ambiance (température, hygrométrie, qualité de l'air...). C'est également le lieu où les animaux sont alimentés, la possibilité de mettre en œuvre les différentes techniques proposées ci-dessus dépendant directement des équipements de distribution de l'aliment. C'est également le lieu de collecte et/ou de stockage des déjections et d'émission de différents gaz en provenance des animaux ou des effluents. Sur le plan sanitaire l'organisation des bâtiments joue également un rôle particulièrement important pour la mise en place des règles de biosécurité et le contrôle de la circulation des contaminants en provenance de l'extérieur ou entre les différentes salles. Plus généralement les conditions d'ambiance influencent également la sensibilité des animaux aux contaminants et les risques de maladie (pathologies respiratoires, digestives, locomotrices…) et aussi les conditions de travail de l'éleveur, voire son état de santé (affections respiratoires chroniques).

Le parc de bâtiments porcin souffre depuis plusieurs années d'un déficit d'investissement qui pèse sur les résultats technico-économiques (Roguet *et al.*, 2009). Ceci contraste avec les évolutions observées dans les pays du nord de l'Europe (Danemark, Pays-Bas, Allemagne) qui ont fortement investi dans la rénovation de leurs bâtiments ou la création de nouveaux élevages, avec des effets bénéfiques sur les performances, mais aussi en contrepartie, des charges financières élevées qui peuvent pénaliser leur coût de production. Pour l'avenir de la production française il semble donc urgent d'envisager un processus de rénovation du parc de bâtiments en raisonnant globalement la recherche de solutions novatrices d'aménagement qui prennent en compte simultanément le bien-être, la gestion des déjections, la maîtrise des nuisances et des émanations gazeuses, le bilan énergétique ainsi que la prévention sanitaire. Cette réflexion doit s'intéresser à la fois à l'évolution du parc existant de porcheries et à la conception de nouveaux outils en proposant dans une démarche prospective des modèles de bâtiments permettant d'intégrer ces différentes dimensions.

Ceci implique bien-sûr de considérer la question des capacités d'investissement des exploitations porcines françaises, les modalités d'application des différentes réglementations qui se superposent et la question de l'acceptabilité sociale des modèles proposés, ces différents éléments ayant par le passé constitué un frein à ces évolutions (Roguet et *al*., 2009).

B4 - Consommation d'énergie

Dans les bâtiments porcins la consommation directe d'énergie concerne principalement le chauffage (46 %) et la ventilation (39 %), la consommation des autres postes étant très limitée (éclairage :7 %, alimentation :4 %) (Ifip, Itavi, Idele, 2012). La maîtrise de l'ambiance constitue donc le principal poste sur lequel les efforts doivent être portés. La déperdition par les parois représentant environ 30 % des pertes thermiques, l'isolation des bâtiments est importante, d'autant plus qu'elle permet de maîtriser les problèmes de condensation. Toutefois c'est la maîtrise de l'ambiance et du chauffage qui est la plus importante, en particulier dans les salles de post sevrage et de maternité qui sont pratiquement les seules chauffées. De nouvelles technologies comme les échangeurs d'air ou les niches chauffantes permettent de réduire les coûts des chauffages de plus de 50 %. De nouveaux types de ventilateurs très économes en électricité (-75 %) sont également disponibles (Ifip, Itavi, Idele, 2012). Ces nouvelles techniques qui sont encore pratiquement absente des élevages français devraient permettre de fortement réduire les coûts énergétiques directs tout en améliorant les conditions d'ambiances pour les animaux.

B5 - Gestion des effluents au niveau de l'atelier et du stockage

Les caractéristiques des effluents issus des élevages porcins ont largement évolué ces dernières années, en réponse à la mise en place progressive des réglementations environnementales. Comme on l'a vu ci-dessus l'alimentation constitue un levier d'action important qui permet de réduire de façon très significative l'excrétion d'azote, de phosphore, de Cu et de Zn par les animaux et influence également les émissions gazeuses. La gestion des déjections depuis l'excrétion par les animaux jusqu'à leur utilisation agronomique constitue un deuxième levier d'action.

Dans le cas de l'élevage de porcs on trouve principalement deux modes de gestion des effluents. Le premier consiste à collecter l'effluent sous forme liquide au travers d'un caillebotis. Après une durée de stockage variable dans le bâtiment, le lisier ainsi formé est transféré pour être épandu ou stocké dans des fosses extérieures. En France, plus de 90 % des effluents sont gérés de cette manière (Gac et *al.,* 2007). La seconde modalité de collecte des effluents consiste à utiliser des litières de paille ou de sciure. Dans le cas d'une gestion sous la forme de lisier, donc en conditions anaérobies, les pertes d'azote ont lieu principalement sous la forme d'émissions d'ammoniac. Des émissions de N_2O peuvent également avoir lieu à la surface du caillebotis par nitrification en conditions aérobies. Dans le cas des litières, la porosité

du substrat et la disponibilité en carbone et en oxygène (O_2) permettent les réactions de nitrification et de dénitrification entraînant des émissions importantes de N_2 et de N_2O (Corpen, 2003). Des émissions de NH_3 sont également observées dans ces systèmes. L'importance relative de ces différentes émissions dépend de la température et de l'humidité de la litière et de la présence d'oxygène (porosité de la litière).

B5.1 - Evacuation fréquente des lisiers

Dans les systèmes les plus courants en élevage les effluents sont collectés au travers d'un caillebotis couvrant la totalité du sol, sous la forme de lisier qui est stocké plusieurs semaines sous les animaux. Ce système conduit à des émanations importantes de composés azotés (environ 25 % de l'excrété), principalement sous la forme d'ammoniac et une faible quantité de N_2O. L'utilisation d'un caillebotis partiel au lieu d'un caillebotis intégral réduit la surface d'émission dans la fosse mais l'accroît sur le sol. Ceci peut conduire selon les cas à la réduction des émissions d'ammoniac, à l'absence d'effet ou au contraire à une augmentation des émissions, en particulier en été (Dourmad, 2012). Bien qu'elle soit recommandée dans certains pays d'Europe du Nord pour réduire les émissions d'ammoniac ou améliorer le bien-être animal, cette technique ne parait pas la mieux adaptée pour réduire les émissions d'ammoniac dans les conditions françaises de production en raison de conditions climatiques plus chaudes.

L'évacuation fréquente des déjections (plusieurs fois par jour) constitue une voie plus efficace puisque la réduction des émissions d'ammoniac est estimée à environ 50 % dans le cas du raclage en V qui permet une séparation immédiate de l'urine (dans un caniveau) et des fèces (qui sont raclées) sous les animaux (Landrain et *al*., 2009) et 60 % pour les systèmes avec chasse d'eau, alors que le raclage à plat semble peu efficace. La réduction des émissions d'ammoniac a des effets bénéfiques sur la qualité de l'air pour les éleveurs et leurs animaux. Des études récentes montrent que cela peut également améliorer les performances de croissance et réduire l'indice de consommation, en particulier dans le cas des systèmes avec raclage en V (Landrain et *al*., 2009).

B5.2 - Lavage d'air et brumisation

Le lavage de l'air sortant du bâtiment constitue une voie efficace pour réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs. Le lavage d'air peut être plus facilement installé dans les élevages où la ventilation est centralisée. Le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac de 40 à 90 %, les émissions d'odeurs et de poussières d'environ 70 % (Guigand et *al*., 2010). Cette pratique est particulièrement adaptée pour les élevages ayant du fait de leur localisation des problèmes de voisinage. Cette pratique n'a par contre pas d'effet sur la qualité de l'air dans le bâtiment.

L'objectif principal de la brumisation est le refroidissement des bâtiments en périodes chaudes. Cette pratique permet d'accroitre la consommation alimentaire avec des effets bénéfiques sur les performances des animaux et leur bien-être (en particulier pour les truies en lactation et les porcs en finition). Cette pratique permet en outre de réduire les émissions de poussières, d'odeurs et d'ammoniac d'environ 20-30 %.

B5.3 - L'élevage sur litière

L'élevage sur litière des animaux permet d'améliorer leur bien-être et cette pratique est généralement mieux perçue par la société. Lorsqu'il est bien conduit (quantité de paille et surface suffisantes par porc), l'élevage sur litière permet de réduire significativement les odeurs (Bonneau et *al.*, 2008) sans toutefois réduire les émissions d'ammoniac, comparativement au caillebotis. Compte tenu de conditions aérobies et anaérobies qui coexistent dans la litière, d'autres composés azotés sont émis, essentiellement du N_2 et du N_2O. D'après la synthèse du Corpen (2003) on peut estimer que les pertes d'azote par volatilisation s'élèvent à respectivement 57 % et 72 % de l'azote excrété pour les litières de paille et de sciure soit des valeurs bien supérieures à celles mesurée pour les lisiers (25-30 %). La nature des gaz azotés émis semble

plus variable que l'émission totale. Dans le cas de litières bien conduites, propices à la dénitrification, les émissions d'ammoniac sont faibles (20-25 %) et celles de N_2O (4 %) et surtout de N_2 (30 %) sont élevées, le contraire étant observé dans le cas de litières humides dans lesquelles les conditions anaérobies prédominent.

Comparativement au lisier, l'élevage sur litière permet donc de réduire la charge azotée des effluents (entre 50 % et 30 % selon qu'il y ait ou non un compostage) et de réduire les émissions d'odeurs. Bien que l'émission de CH_4 soit significativement réduite, il s'accompagne d'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre du fait de la forte augmentation de l'émission de N_2O. La forme de l'azote dans l'effluents est très différente du lisier puisque moins de 15 % de l'azote est sous forme ammoniacale contre 70 % dans le cas du lisier. Au niveau de l'exploitation le fait de disposer de fumiers ou de composts en complément de lisier peut constituer un atout pour l'optimisation de l'utilisation agronomique des effluents porcins. Par ailleurs ces fumiers et/ou compost peuvent être plus facilement exportés en cas d'excédent d'azote ou de phosphore. Ils présentent par ailleurs l'avantage de générer beaucoup moins d'odeurs et de bénéficier de règles d'épandage (distance, calendrier) plus souples que pour les lisiers.

B5.4 - Le stockage des effluents

Au stade du stockage, la couverture des fosses constitue le principal levier d'action permettant de réduire les émissions d'ammoniac (de 70 à 80 % des émissions à ce stade), de contrôler les émissions d'odeur et de réduire la dilution par les eaux de pluie. Ceci permet de diminuer les volumes d'effluents à épandre et d'améliorer leur valeur fertilisante.

C - Leviers d'actions au niveau de l'exploitation

La problématique de l'autonomie est au centre des questions posées au niveau de l'exploitation. Elle se pose à la fois en termes d'autonomie pour la gestion des effluents et d'autonomie pour l'alimentation des animaux. Les implications sont nombreuses à la fois pour la rentabilité économique des exploitations et leur robustesse face aux fluctuations des prix du porc et des aliments, mais également au plan environnemental. Toutefois les marges de manœuvre dépendent largement des surfaces disponibles puisqu'elles conditionnent aussi bien les possibilités d'épandage que la possibilité de produire les aliments sur l'exploitation. En cas de surface insuffisante, la recherche d'autonomie de gestion des effluents peut alors se traduire par la mise en place de technologies de traitement.

La modélisation constitue une approche intéressante pour aborder ce type de questionnement. Les premiers résultats de telles approches confirment l'intérêt de raisonner à l'échelle du système, en intégrant les liens entre l'alimentation, la gestion des effluents, les productions végétales (assolement) et la fertilisation. Baudon et *al.* (2005) ont modélisé une exploitation agricole produisant à la fois des porcs à l'engrais et des cultures utilisées pour l'alimentation, afin d'optimiser la configuration du système de production sous contraintes environnementales. Pour chaque simulation, ce modèle détermine les formules d'aliment, l'assolement, le système de gestion des effluents et la fertilisation qui maximisent la marge brute de l'exploitation. Différentes filières de gestion des effluents (lisier ; fumier ; lisier + fumier ; compost de fumier ; compost de lisier ; traitement biologique avec ou sans séparation de phase) ont été testées avec ce modèle. Jusqu'à 50 porcs engraissés/ha/an, la filière lisier offre la marge brute la plus élevée. Entre 60 et 80 porcs/ha la filière mixte lisier/fumier apparaît la plus intéressante. Au-delà de 90 porcs/ha, les stratégies avec traitement (compostage de lisier ou traitement aérobie) offrent les meilleurs résultats. Dans l'ensemble, la marge brute est plus élevée pour les filières lisier que pour les filières fumier, principalement en raison du coût de l'approvisionnement en paille. Cette étude révèle les relations étroites qui existent dans une exploitation entre productions végétales et animales et confirme,

comme l'avaient déjà suggéré Teffène et *al.* (1999), l'intérêt qu'il y a à optimiser simultanément l'ensemble du système. Néanmoins, les systèmes les plus durables sur les plans environnemental et économique présentent des chargements plus faibles, l'optimum se situant autour de 50 à 80 porcs produits/ha/an, soit pour un élevage naisseur-engraisseur l'équivalent d'un chargement d'environ 2 à 3 truies et leur suite par ha. Dans cette situation, environ 25 à 30 % des effluents sont gérés sous forme solide (fumier ou lisier composté), le reste étant géré sous forme liquide, et ces effluents couvrent 80 % des besoins totaux en fertilisation. L'autonomie d'approvisionnement est respectivement de 100 % et 50 % pour la paille et les aliments.

C1 - Accroitre l'autonomie alimentaire des élevages

L'accroissement de l'autonomie alimentaire des élevages porcin constitue donc un premier levier d'action pour améliorer leurs performances économiques et réduire leur impact environnemental. Les bénéfices environnementaux et économiques proviennent en grande partie du recyclage des effluents comme fertilisants et de la diversification de l'activité de l'exploitation qui associe élevage et cultures. Selon l'association Airfaf (www.airfaf.fr) en 2011 le coût de l'aliment fabriqué à la ferme était en moyenne inférieur de 30 € par tonne d'aliment, ce qui se traduisait par un coût de production inférieur de 8 centimes € du kilo de carcasse.

Au cours des 10 dernières années la fabrication industrielle d'aliment composé pour les porcs diminué d'environ 20 % tandis que la fabrication d'aliment complémentaire progressait. Ceci indique une tendance à l'accroissement de la fabrication d'aliment à la ferme (FAF), en relation également avec l'accroissement de la SAU des exploitations porcines. On peut estimer qu'actuellement la FAF représente environ 30 à 35 % des aliments consommés par les porcs en France.

C2 - Optimiser la gestion des effluents

C2.1 - La valorisation agronomique des effluents

La valorisation agronomique constitue toujours et de loin la principale voie de valorisation des effluents porcins. Elle permet le recyclage des nutriments (azote, phosphore) dans un cadre réglementaire qui contrôle à la fois les apports totaux d'azote organique (directive nitrates), d'azote total (plan de fertilisation prévisionnel) et de phosphore. Selon la disponibilité de SAU dans l'exploitation les effluents sont valorisés sur les terres « en propre » ou des terres mises à disposition par d'autres exploitants. Des contrats d'échanges lisier-céréales existent également mais ils restent peu fréquents. La mise en œuvre de cette voie de valorisation ne semble toutefois pas toujours optimale. Elle peut se heurter à des problèmes d'acceptabilité, en particulier dans le cas de plan d'épandage en dehors de l'exploitation. Ainsi les plans d'épandage « collectifs » (i.e. organisés à grande échelle, au-delà des échanges de proximité) sont pratiquement inexistants en France alors qu'ils sont beaucoup plus courants dans d'autres pays (Pays-Bas, Belgique, Allemagne). Les limites administratives relatives à la taille des plans d'épandage ou à leur gestion ont aussi conduit certains éleveurs à privilégier la voie du traitement, qui en quelque sorte les rendaient plus « autonomes ».

La question de la maîtrise des odeurs peut aussi constituer une contrainte à la bonne valorisation agronomique des lisiers, alors que c'est beaucoup moins le cas pour les fumiers et les composts. Les nouveaux équipements d'épandage (injection, pendillard) permettent de répondre en partie à cette question, même si certains épandages peuvent rester problématiques (sur céréales). Dans ce contexte le traitement des effluents pourrait avoir une contribution intéressante, comme par exemple la méthanisation qui assure une désodorisation satisfaisante du lisier.

La question de la maitrise de la charge microbienne des effluents constitue également un aspect important pour leur bonne valorisation. Les effluents contiennent en effet des organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) qui sont susceptibles de contaminer les animaux ou l'Homme. Le stockage des lisiers permet de réduire leur charge microbienne, mais pas complètement. De même, les principaux procédés de traitement des effluents comme le traitement biologique par boue activée, le compostage et la méthanisation en phase thermophile permettent une hygiénisation satisfaisante des effluents pour la plupart des germes pathogènes, sans toutefois apporter une garantie totale, en particulier en cas de forte contamination initiale (Levasseur et Dutreme, 2007).

C2.2 - Le traitement des effluents pour réduire leur charge en N et P

La recherche de solutions aux excédents d'azote a conduit, surtout dans l'Ouest de la France, à un important développement du traitement des effluents, principalement par la digestion aérobie et le compostage de lisier (Levasseur et Lemaire, 2006). Ces installations produisent une grande diversité de coproduits dont les caractéristiques sont variables (Tableau 4). La plupart de ces filières de traitement éliminant une part importante de l'azote de l'effluent, les produits qui en sont issus présentent souvent un déséquilibre par rapport aux besoins des cultures, alors que le lisier brut est bien équilibré. Ces co-produits présentent cependant l'avantage, pour certains d'entre eux comme les résidus de séparation de phases, les composts ou les boues séchées, de pouvoir être exportés en dehors des zones d'élevage. Par ailleurs ces traitements présentent aussi l'avantage d'assurer une hygiénisation des effluents qui, pour certains traitements comme le séchage à haute température ou le compostage, peut être très efficace.

***Tableau 4** : Influence du mode de collecte des déjections et de leur traitement sur l'équilibre en éléments fertilisants et les teneurs en Cu et Zn. D'après CORPEN (2003) et Béline et al., 2003.*

	Liquide	Solide		Traitement biologique aérobie		
	Lisier	Compost	Fumier	Surnageant	Solides	Boues biol.
Équilibre						
N	100	100	100	100	100	100
P_2O_5	67	116	81	250	314	243
K_2O	89	207	145	822	33	54
Cu (g/kg MS)	175	190	95	-	140	1080
Zn (g/kg MS)	1000	1100	550	-	320	2650

Le traitement aérobie par boues activée constitue la principale technologie rencontrée dans les élevages (environ les ¾ des installations). Cette technologie permet d'éliminer de l'azote sous une forme non polluante (N_2). Elle est souvent associée à une séparation de la phase solide qui permet de gérer séparément le phosphore en excès par rapport aux capacités du plan d'épandage. Sur le plan environnemental cette technologie permet de réduire la charge en azote (du fait de l'abattement) et le cas échéant en phosphore (pour autant que la phase solide puisse être exportée). Elle est relativement « propre » quant aux émissions gazeuses polluantes qui sont réduites (ammoniac, CH_4) et présente l'avantage de désodoriser l'effluent restant. Par contre elle accroît la consommation d'énergie directe pour le traitement et surtout d'énergie indirecte du fait de l'élimination d'azote, qui à l'échelle globale, voire même localement, doit être compensé par de l'azote minéral (dans les exploitations céréalières).
Le compostage de lisier avec de la paille ou des déchets verts est l'autre technologie de traitement qui s'est développée de manière significative. Cette technique présente les mêmes avantages que la digestion aérobie en termes de réduction de la charge en N (par abattement) et P (en cas d'exportation). Elle est plus facilement réalisable pour les petits excédents. Sur le plan environnemental elle présente par contre l'inconvénient d'accroitre les émissions d'ammoniac.

La séparation de phase permet d'exporter une partie de l'azote (essentiellement la fraction organique) et une grande partie du phosphore. Elle peut être réalisée de manière mécanique par vis compacteuse (20 % d'extraction du P) ou centrifugation (70 % d'extraction du P) mais ces technologies sont gourmandes en

énergie. La séparation de l'urine et des fèces sous les animaux par un système de raclage en V est une technologie récente qui allie l'avantage de l'efficacité (50 % de N et 90 % de P retenus dans la phase solide) et de la très faible consommation d'énergie.

C2.3 - Le traitement des effluents pour la production d'engrais ou d'amendements

En situation d'excédent par rapport aux capacités d'épandage de l'exploitation, la production d'engrais organique constituerait une voie particulièrement intéressante puisqu'elle permet de réduire locale la charge en N et P tout en facilitant le recyclage des éléments. Différentes technologies permettent de réaliser la production d'engrais organique « à la ferme ». Elles impliquent généralement l'élimination de l'eau de l'effluent pour en réduire la masse soit par séchage, soit par compostage, souvent après une séparation de phase. La chaleur nécessaire au séchage peut être obtenue par la méthanisation de l'effluent ou issue d'un autre processus agro-industriel. D'autres technologies de type physicochimique comme le stripping de l'azote avec la production d'engrais azoté sont également envisageables et ont d'ailleurs été un peu utilisées sur le terrain. Ces différentes technologies, en particulier les plus complexes, sont aussi souvent mise en œuvre à une échelle plus collective (voir ci-après).

C2.4 - La méthanisation

Pour les exploitations porcines, la méthanisation permet de produire de l'énergie sous la forme de chaleur pour le chauffage des bâtiments, de produire de l'électricité, de désodoriser et dans une certaine mesure d'assainir le lisier. Elle permet de réduire significativement l'émission de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie de l'exploitation. La plupart des installations de méthanisation existantes ou en projet concernent des équipements de taille conséquente avec généralement un apport extérieur significatif de substrats organiques, généralement issus des industries agroalimentaire présentes à proximité, ce qui implique une organisation au niveau des territoires (cf ci-après). Techniquement, la méthanisation peut être réalisée dans de petites structures à la ferme, mais ce modèle peine à trouver sa rentabilité économique (Levasseur et *al*., 2013), alors qu'elle présente beaucoup d'avantages.

C2.5 - Comparaison des différentes stratégies de gestion des effluents

L'importance et la nature des émissions de composés azotés peut donc varier de façon considérable selon les modalités de gestion des effluents, et ceci d'autant plus que l'on prend également en compte l'effet de traitements éventuels des effluents (Bonneau et *al*., 2008 ; Figure 7). Ceci influence à la fois les flux de gaz polluants (NH_3, N_2O) mais également la quantité d'azote qui peut être recyclée comme fertilisants. L'amélioration de la durabilité des systèmes d'élevage implique de mieux contrôler ces émissions gazeuses, à la fois pour éviter la production de gaz nocifs pour l'environnement et pour préserver le pouvoir fertilisant des effluents. Les filières liquides de gestion des effluents, lorsqu'elles sont bien maîtrisées, présentent un avantage à cet égard (Figure 7).

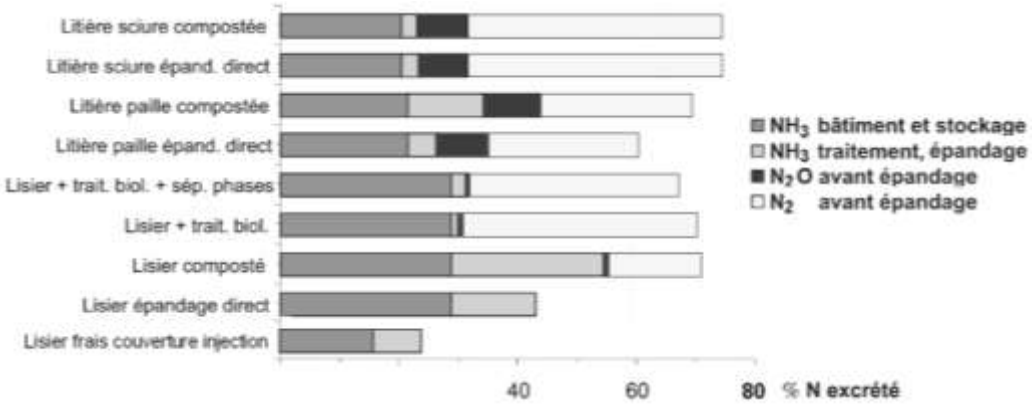


***Figure 7** : Influence de différentes filières de gestion des effluents porcins sur l'importance et la nature des émissions de composés azotés (d'après Bonneau* et al., *2008)*

Rigolot et *al*. (2009) ont utilisé la méthode d'analyse de cycle de vie (ACV) pour comparer les impacts associés à cinq différentes filières de gestion des effluents. Les cinq filières considérées sont : (1) Production de lisier, (2) Naissage sur lisier avec l'engraissement d'une partie des porcs sur paille, (3) Production de lisier avec compostage sur paille du lisier de l'engraissement, (4) traitement aérobie avec séparation de phases et (5) Collecte de lisier frais avec méthanisation. Les résultats de cette étude (Tableau 5) montrent que le classement des différentes filières dépend des impacts considérés. L'écart entre les systèmes est plus marqué pour le réchauffement climatique, l'impact de la filière "lisier composté" s'élevant à plus du double de celui de la filière "méthanisation". Cette dernière filière semble particulièrement intéressante puisqu'elle présente les valeurs les plus faibles pour toutes les catégories d'impacts considérées. L'élimination de l'azote est particulièrement pénalisante lorsqu'elle se fait sous la forme d'ammoniac (acidification) ou de protoxyde d'azote (réchauffement climatique). Ce gaspillage d'azote entraîne aussi une consommation supérieure d'énergie pour la production d'engrais. Au contraire, la filière "méthanisation" associée à une collecte de lisier frais permet de réduire les émissions non contrôlées de méthane et de produire de l'énergie, tout en préservant l'azote de l'effluent.

***Tableau 5** : Évaluation par analyse de cycle de vie de l'impact environnemental de cinq filières de gestion des effluents[(1)] (Rigolot et al., 2009)*

	Acidification	Eutrophisation	Réchauffement climatique	Énergie non renouvelable
Lisier	100 (4)	100 (4)	100 (2)	100 (3)
Lisier + méthanisation	74 (1)	88 (1)	74 (1)	91 (1)
Lisier + fumier	88 (2)	95 (2)	152 (4)	92 (2)
Lisier et lisier composté	105 (5)	102 (5)	170 (5)	102 (4)
Traitement aérobie	91 (3)	96 (3)	109 (3)	110 (5)

[(1)] Les valeurs sont exprimées en pourcentage du système lisier. Les valeurs entre parenthèses correspondent au classement des 5 systèmes par catégorie d'impact, du moins polluant au plus polluant.

Dans l'avenir, les filières de gestion des effluents porcins devront donc limiter autant que possible les émissions de gaz nocifs pour l'environnement (NH_3, N_2O, CH_4...) et préserver et valoriser au mieux les éléments fertilisants. Dans un contexte d'accroissement du prix des fertilisants, cette démarche est aussi intéressante au plan économique. C'est ce qui ressort clairement d'une étude prospective sur l'optimisation environnementale des élevages porcins de demain (Espagnol et *al*., 2012). En quelque sorte, il convient de rechercher des organisations d'élevages permettant, dans une démarche d' « agroécologie » et d' « écologie industrielle », de reconstituer le cycle des nutriments et de l'énergie, tout en minimisant les fuites vers l'environnement. La question se pose alors de l'échelle géographique à laquelle on souhaite reconstituer ces cycles.

D - Leviers d'actions au niveau des filières et des territoires

Comme nous l'avons indiqué dans la partie relative au contexte, la filière porcine se caractérise par un très fort degré d'organisation en groupements de producteurs et une forte régionalisation. La mise en œuvre des différents leviers d'action rapportés ci-dessus pour l'atelier ou l'exploitation implique donc également les filières et les territoires, en termes d'appui technique ou plus directement dans leur mise en œuvre à des échelles plus collectives. L'adaptation des ateliers et des exploitations vers plus de durabilité est d'ailleurs également nécessaire à la durabilité de la filière elle-même, surtout dans un contexte de réduction de la production.

La dimension collective de la gestion de la santé est particulièrement importante en élevage porcin en particulier pour le contrôle des maladies contagieuses ou endémiques qui peuvent être véhiculées par les animaux, les aliments ou la semence, ou aéroportées. Ceci implique de considérer à la fois la question de l'organisation spatiale des élevages sur les territoires et la question de l'organisation des filières, en particulier les échanges de reproducteurs entre les étages de sélection, multiplication et production. Les études réalisées dans le cadre du programme SANCRE (2011) indiquent que malgré les progrès réalisés des efforts restent à faire en termes de biosécurité interne et externe des élevages. Par ailleurs, certains choix stratégiques doivent également être faits au niveau des filières et des territoires, comme par exemple la question de l'éradication du SDRP ou concernant les salmonelles qui ne sont pas ou peu pathogènes pour le porc mais pourraient constituer un problème zoonotique.

D1 - Organisation des différents stades de production

Comme nous l'avons vu précédemment le modèle dominant de production reste le modèle naisseur-engraisseur qui présente des avantages en termes sanitaires, en réduisant les risques liés au transport des animaux, et économiques, en réduisant les effets de « spéculation » sur le prix des porcelets. Toutefois, dans certaines conditions, ce modèle n'est pas toujours optimal en termes d'investissement, d'organisation du travail ou d'optimisation environnementale. Par exemple, le modèle d'organisation basé sur des maternités collectives associées à des élevages d'engraissement peut s'avérer intéressant en « concentrant » la technicité et une partie importante des investissements dans des ateliers de naissage de taille importante, mais produisant relativement peu de rejets (les truies ne produisent que 20 % des rejets d'un élevage naisseur-engraisseur), et en répartissant l'engraissement dans des exploitations plus liées au sol valorisant les effluents comme fertilisants. Ainsi un élevage naisseur de 1200 truies (taille fréquente des élevages danois ou hollandais) produit une quantité d'azote dans les effluents équivalente à celle d'un élevage naisseur-engraisseur de 250 truies (taille fréquente des élevages naisseur-engraisseur français).

Ce type d'organisation pourrait constituer un mode de développement intéressant dans les zones denses de production, et peut-être encore plus dans les zones périphériques moins denses dans lesquelles le potentiel de développement est important, compte tenu des surfaces d'épandage disponibles. On pourrait aussi envisager ce mode de d'organisation pour favoriser le développement de filières alternatives, comme par exemple la production biologique, pour lesquelles l'étape de production des porcelets est le plus souvent la plus limitante au plan technique.

Sur le plan sanitaire ce type d'organisation pourrait être plus favorable au contrôle des maladies dites « zootechniques » du fait de la séparation plus marquée des stades de production dans des ateliers spécifiques, avec toutefois un risque accru liés au transport des animaux et à la diffusion des maladies contagieuses. Sur le plan économique la question des modalités de fixation du prix des porcelets peut aussi constituer un élément déterminant de ce type d'organisation.

D2 - Vers une plus grande diversification de la production

Le fort degré d'organisation collective de la filière porcine et dans une certaine mesure sa forte régionalisation ont favorisé une certaine homogénéisation des « modèles » de production aussi bien en termes de modes d'élevage que de systèmes production, avec une orientation marquée vers une production «de masse». Ce n'est que depuis peu que l'on voit apparaitre une diversification plus importante des modes de production, associée à une démarcation des produits et un affichage de l'origine géographique, de la manière de produire ou de caractéristiques nutritionnelles particulières des produits.

La crise que connait la production porcine depuis quelques années met en évidence des problèmes structurels et constitue sûrement une transition vers des équilibres économiques nouveaux dans lesquels la compétitivité et la valorisation des produits seront déterminantes. Il existe une certaine variabilité dans la demande des consommateurs, offrant ainsi la possibilité de diversifier l'offre en diversifiant les systèmes de productions. Carpentier et Latouche (2005) ont cherché à évaluer les attentes des consommateurs vis-à-vis de différents attributs de la viande porcine : la sécurité alimentaire, les qualités organoleptiques, l'environnement et le bien-être animal. L'attribut le plus important pour le consommateur français est sans conteste la sécurité alimentaire, suivi de la qualité organoleptique, le bien-être animal venant souvent en quatrième position après l'environnement. L'origine géographique des animaux constitue aussi un élément déterminant dans le choix des consommateurs, les produits locaux étant considérés comme plus sécurisants et de meilleure qualité. Par ailleurs, une frange minoritaire de consommateurs se distingue en classant le bien-être animal en priorité : ceux-ci pourraient constituer un public cible pour des produits spécifiques. Dans une étude similaire conduite aux Pays-Bas, le bien-être animal apparaissait beaucoup plus important, ce qui confirme l'existence de particularités géographiques dans les attentes des consommateurs.

Bien que le consentement des consommateurs français à payer pour un porc "amélioré" reste faible (Carpentier et Latouche, 2005) les différents attributs de la qualité (façon de produire et qualité intrinsèque) jouent un rôle dans la décision d'achat, y compris dans la compétition entre produits animaux. Une meilleure prise en compte de cette demande par les filières constitue sûrement un enjeu important, même s'il reste difficile à formaliser. En quelque sorte et schématiquement il semble important que les filières évoluent de la situation actuelle qui tend à opposer les systèmes (conventionnels et alternatifs) entre eux à une situation qui valoriserait les synergies. Ceci pourrait aussi constituer une voie pour mieux valoriser la diversité de type d'élevage existant sur le terrain. Cette démarche semble plus avancée dans plusieurs grands groupes européens de la viande qui ont développé depuis plusieurs années des stratégies « de gammes » axées en particulier sur l'environnement ou le bien-être animal.

D3 - Mise en œuvre de solutions collectives de gestion des effluents

Les leviers d'action cités ci-dessus dans le domaine de la gestion des effluents peuvent souvent être envisagés à l'échelle individuelle ou à l'échelle collective. Le fait de les envisager au niveau collectif devrait permettre d'en réduire le coût et d'en améliorer l'efficacité.

D3.1 - Plans d'épandage collectifs

Les plans d'épandages collectifs se sont largement développés dans d'autres pays comme par exemple aux Pays-Bas et en Belgique. Ils permettent de mettre en relation un collectif d'exploitations « donneuses » et un collectif d'exploitation « receveuses ». Ceci permet d'optimiser la valorisation des effluents comme fertilisant en bénéficiant d'économies d'échelles en termes de transport et d'épandage. En France les tentatives de mise en place de ce type de plan d'épandage ont souvent été infructueuses, malgré des travaux montrant l'intérêt environnemental de cette approche (Lopez-Ridaura et *al*., 2009). Une analyse plus poussée des freins et limites au développement de ce type de démarches mériterait d'être réalisées, compte tenu de l'intérêt qu'elles présentent au niveau économique et environnemental.

D3.2 - Production d'engrais ou d'amendement organiques

Les installations de traitement des effluents produisent une grande diversité de coproduits dont les caractéristiques sont variables selon les procédés retenus. Ces coproduits présentent l'avantage, pour certains d'entre eux, comme les résidus solides de séparation de phase, les composts ou les boues séchées, de pouvoir facilement être exportés en dehors des zones d'élevage. Des filières d'exportation de

ces fertilisants se développent à des échelles locales, régionale ou nationales (voire internationales). Ces produits sont généralement commercialisés dans le cadre des normes NF fertilisants ou amendement organiques, ou dans le cadre de produits certifiés. Cette commercialisation peut avoir lieu à l'échelle individuelle (échanges locaux entre producteurs) ou à une échelle plus large impliquant des entreprises spécialisées qui peuvent ou non être liées aux filières animales. Certains groupements de producteurs de porcs assurent ainsi la collecte et la valorisation des coproduits de leurs adhérents en intégrant cette activité dans le reste de la filière de manière, par exemple, à valoriser de la chaleur disponible à certains maillons (abattoir) pour le séchage de boues. D'autres démarches associent plusieurs activités sur un même territoire comme la méthanisation d'effluents d'élevage, la production d'électricité et le séchage et l'exportation hors zone des boues. Des opérateurs privés ou associatifs existent également sur certains territoires en particulier pour les filières de compostage.

Dans un contexte d'accroissement du prix des fertilisants, cette démarche devrait devenir de plus en plus intéressante au plan économique. En quelque sorte il convient de développer des filières de gestion permettant de reconstruire à différentes échelles géographique le cycle des nutriments, tout en minimisant les fuites vers l'environnement.

D3.3 - Développement de la méthanisation

Comme indiqué ci-dessus, la méthanisation présentent de nombreux intérêts sur le plan environnemental : réduction des émissions de gaz à effet de serre, production de chaleur et d'électricité, désodorisation et assainissement des effluents. Différente modèles de développement peuvent être envisagés (Levasseur et *al.*, 2013) : la petite méthanisation à la ferme (moins de 100 kW) des installation de taille intermédiaires (200 à 500 kW) et de grosses installations industrielles (plus de 1 MegaW). Pour améliorer la rentabilité de ces projets des synergies sont à rechercher au niveau des filières et des territoires, à la fois pour gérer l'approvisionnement en matières fermentescibles et pour la valorisation de la chaleur (Beline, 2011). Sur des territoires très sensibles (par exemple les bassins versants algues vertes) on pourrait aussi envisager d'associer l'élevage de porcs à la production de fourrages séchés à haute valeur, en valorisant la chaleur disponible par la méthanisation. Ceci permettrait d'accroitre la surface en herbe, y compris dans des exploitations porcines. Toutefois, le recours à une telle stratégie implique de pouvoir assurer l'approvisionnement des méthaniseurs en matières fermentescibles autres que celles déjà directement valorisables par les animaux (telles que les fourrages ensilés, par exemple). L'utilisation de co-produits d'industries agroalimentaire voisines constitue une première voie déjà largement valorisés dans les installations existantes. L'utilisation des produits des inter-cultures pourrait aussi constituer une alternative intéressante (Levasseur et *al.*, 2013).

D4 - L'évaluation environnementale : un outil de progrès pour les filières

La question de l'affichage environnemental, en particulier des produits alimentaires, a été au cœur du Grenelle de l'environnement. Des expérimentations sont actuellement en cours et cet affichage pourrait aussi à terme constituer un levier d'action pour faire évoluer les systèmes de production. La méthode généralement retenue est celle de l'analyse de Cycle de Vie (ACV), une méthode normée (ISO) qui présente l'avantage de considérer simultanément différents impacts environnementaux, comme le réchauffement climatique, l'eutrophisation, l'acidification ou la consommation d'énergie non renouvelable, et de prendre en compte à la fois les impacts directs générés par l'atelier porcin et les impacts indirects associés à la production d'intrants et au devenir des effluents. Cette méthode peut être utilisée pour comparer des systèmes/filières de production (Basset-Mens et van der Werf, 2005 ; Dourmad et *al*., 2013).

L'étude de Basset-Mens et van der Werf (2005) montre ainsi des différences marquées entre les systèmes de production comparés (conventionnel, label rouge, biologique). Lorsque les impacts sont exprimés par kg de porc produit, le système conventionnel présente souvent les impacts les plus faibles, mis à part pour

l'eutrophisation et l'acidification en raison d'émissions importantes d'ammoniac dans ce système (Tableau 6). Les systèmes label rouge et biologique qui utilisent des litières présentent un impact changement climatique accru du fait des émissions de N_2O des litières. Lorsque les impacts sont exprimés par hectare, les systèmes plus extensifs présentent par contre des impacts moindres en raison d'une utilisation plus importante de surface. Des résultats similaires sont obtenus par Dourmad et *al*. (2011) en comparant au niveau européen différents systèmes de production porcine (conventionnel, biologique et traditionnel). Ces différents résultats indiquent que le système optimal dépend des impacts considérés, locaux (eutrophisation) ou globaux (changement climatique) et de l'importance accordée aux ressources (surface, énergie).

Tableau 6 *: Évaluation par ACV de l'impact environnemental de trois systèmes d'élevages*[(1)] *(Basset-Mens et van der Werf, 2005)*

	par kg de porc produit			**par ha de surface utilisée**		
	Conv.	LR	Bio	Conv.	LR	Bio
Eutrophisation (kg PO_4 eq)	0,021	0,017	0,022	38,3	26,4	21,9
Chang. climatique (kg CO_2 eq)	2,30	3,46	3,97	4236	5510	4022
Acidification (kg SO_2 eq)	0,044	0,023	0,037	80,1	36,0	37,7
Utilisation d'énergie (MJ)	15,9	17,9	22,2	29282	28503	22492
Surface utilisée (m^2)	5,43	6,28	9,87	-	-	-
Porc produit (kg)	-	-	-	1842	1592	1013

[(1)]Conv :conventionnel, LR : label rouge, Bio : biologique

Il existe également une variabilité intra-système, principalement en relation avec les performances des animaux, l'origine des aliments et la gestion des effluents. En comparant plusieurs systèmes conventionnels de production français se différenciant principalement par la taille de l'élevage, la gestion des effluents et la formulation des aliments, Espagnol et *al*. (2012) obtiennent des écarts entre systèmes extrêmes de 9 et 12 % respectivement pour l'émission de gaz à effet de serre et l'utilisation d'énergie et de 25 % pour l'eutrophisation et l'acidification. Toutefois, ces valeurs qui se réfèrent à des systèmes moyens sous-estiment la variabilité entre élevages qui est certainement bien plus importante, ne serait-ce qu'en raison des écarts de performances techniques.

Bien que cette approche mérite d'être encore améliorée, par exemple pour mieux prendre en compte la localisation des impacts, ou pour considérer d'autre impacts comme la biodiversité, il apparait de ce type d'outil pourrait constituer un levier d'action particulièrement intéressant pour faire progresser les élevages sur le plan environnemental, au même titre que les outils de gestion techniques ou technico-économique ont par le passé permis de faire progresser les performances technique et économiques des élevages.

E - Conclusion : vers quels modèles d'exploitations porcines durables ?

Bien que la dimension environnementale de la durabilité soit très prégnante dans le cas de la production porcine, les dimensions économiques et sociales sont également très présentes. L'acceptabilité des exploitations est largement dépendante de la façon dont sont gérées les questions environnementales et de bien-être animal, et ces choix influencent également la rentabilité économique. Les choix de systèmes dépendent aussi du contexte territorial de l'exploitation et de la filière dans laquelle elle s'insère. Il existe ainsi toute une gamme d'évolutions possibles que l'on peut schématiser autour de trois « archétypes » indiquant des voies possibles d'amélioration de la durabilité, ces « archétypes » pouvant en partie se combiner entre eux, en fonction des caractéristiques des exploitations.

E1 - La liaison au sol par la valorisation directe des effluents comme fertilisants

C'est sûrement la situation idéale en terme de durabilité environnementale et économique, mais elle implique de disposer de surfaces suffisantes pour l'épandage des effluents dans le respect de la fertilisation raisonnée. Le fait d'assurer, tout au moins en partie, l'autonomie alimentaire (et le cas échéant en substrat pour les litières) confère aussi plus de robustesse économique aux exploitations. Par contre, en l'absence de traitement des effluents, les questions relatives aux émissions gazeuses et aux odeurs restent posées. La méthanisation qui permet de désodoriser les effluents pourrait alors constituer une option intéressante au niveau des exploitations, tout en contribuant à leur meilleure autonomie énergétique, mais la rentabilité économique peut être difficile à trouver pour de petites installations. Les émissions gazeuses, en particulier d'ammoniac, peuvent être maitrisée par des technologies de lavage d'air et de couverture des fosses. Par ailleurs, ces exploitations disposant généralement de paille du fait de la production de céréales, son utilisation dans l'élevage peut aussi être envisagée, avec l'élevage d'une partie des animaux sur paille et la production de fumier, ce qui peut être bénéfique pour l'amélioration de la fertilité des sols et le bien-être des animaux.

La liaison au sol peut s'organiser à l'échelle d'une exploitation individuelle mais aussi ou niveau de plusieurs exploitations dans le cadre de plans d'épandage collectifs. Cette voie peut être particulièrement intéressante à l'échelle d'un territoire mais elle se heurte souvent à des questions réglementaires ou d'acceptabilité locale, qui limitent les échanges entre exploitations. Une réflexion mérite donc d'être menée pour identifier les facteurs limitant des échanges d'effluents entre exploitations et ainsi identifier les conditions qui permettraient de les faciliter tout en assurant une bonne maitrise des impacts environnementaux.

E2 - La spécialisation des élevages avec traitement des effluents et production d'engrais organiques.

Cette solution s'appuie également sur le principe du recyclage des nutriments mais à une échelle géographique plus large que l'environnement immédiat des exploitations. C'est une solution qui peut s'avérer indispensable dans les zones à forte densité animale. La démarche est ici de s'orienter vers un traitement non destructif des effluents, contrairement à ce qui a été privilégié jusqu'à présent, avec l'objectif de produire des fertilisants organiques, de qualité contrôlée (teneur en fertilisants, qualité bactériologique…) qui peuvent être valorisés en dehors du territoire de production. Cette démarche implique souvent une approche collective à l'échelle des filières ou des territoires.

Différentes technologies sont envisageables à l'échelle de l'exploitation ou de manière plus collective. On peut ainsi envisager la séparation de phases (solide/liquide) avec séchage ou compostage de la phase liquide. La production d'engrais ou d'amendement organiques peut aussi être associée à la méthanisation qui produit la chaleur nécessaire au séchage des effluents. L'azote ou le phosphore peuvent aussi être extraits par des technologies physico-chimiques. Cette voie d'évolution qui peut être particulièrement efficace en termes de réduction de l'impact environnemental de la production peut se heurter à des difficultés liées aux investissements nécessaires ou aussi à l'acceptabilité des solutions proposées.

E3 - Une production orientée vers des marchés spécifiques à plus forte valeur ajoutée et valorisant une image ou des caractéristiques particulières des produits ou des modes de production.

Cette orientation donne la prépondérance à la dimension sociale de la durabilité. Il s'agit ici de s'appuyer sur une différentiation de la façon de produire ou du produit (prise en compte plus poussée du bien-être

animal, choix de races ou de pratiques d'élevage améliorant la qualité des produits, origine des aliments, autonomie des exploitations...). C'est par exemple le cas de la production biologique et de la production sous label ou sous « marque » commerciale. La question de l'équilibre nécessaire entre le coût de production qui s'accroit et le consentement à payer de la part du consommateur, constitue généralement le principal frein à cette voie d'évolution des systèmes de production porcine.

E4 - Vers une approche plus construite de la diversité

Ces différentes voies d'amélioration de la durabilité peuvent se combiner au sein d'une même exploitation, en fonction de sa configuration, du territoire et de la filière dans lesquels elle s'intègre et aussi des attentes de l'éleveur en termes de travail et de revenu. Elles peuvent aussi se combiner au sein d'un territoire ou d'une structure économique. Il existe ainsi plusieurs voies d'évolution des exploitations porcines vers plus de durabilité. L'enjeu est alors de favoriser une plus grande diversité des systèmes, ce qui contraste avec l'histoire de cette production qui a longtemps cherché à s'homogénéiser de plus en plus. Pour les organisations économiques il s'agit de trouver plus de complémentarités et de synergies entre les différentes voies d'évolution pour répondre à la fois à la diversité des attentes des éleveurs et des consommateurs, en termes systèmes d'élevage, de qualité des produits, d'environnement, de bien-être animal…

A ce titre, la filière porcine française se situe à une étape clé de son évolution. Alors qu'elle est plutôt dans une situation difficile et en décroissance elle doit investir, en particulier au niveau des élevages, pour rénover les bâtiments et ainsi répondre aux enjeux de bien-être et de santé animale, d'environnement et de performances technico-économiques. Aussi, il est particulièrement important pour le long terme que les choix techniques soient réalisés en prenant en compte l'ensemble des dimensions de la durabilité.

F - Références bibliographiques

AGRESTE. 2013. Les élevages de porcs en France métropolitaine en 2010. Recensement agricole 2010, 11 500 élevages porcins détiennent la quasi-totalité du cheptel national. *Primeur*, 300

AIRFAF. *[en ligne] (consulté le 04/07/2013)* www.airfaf.fr

ANSE, 2011. http://www.anses.fr/Documents/ANMV-Ra-Antibiotiques2011.pdf

BASSET-MENS C., VAN DER WERF H. 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production. *Agr. Ecosys. Env.*, 105, 127-144

BAUDON E., COTTAIS L., LETERME P., ESPAGNOL S., DOURMAD J.Y. 2005. Optimisation environnementale des systèmes de production porcine. *Journées. Rech. Porcine*, 37, 325-332

BELINE F., 2011. Territoires de méthanisation, Diodecol2, PSDR-GO, les 4 pages PSDR3

BELINE F., DAUMER M.L, GUIZIOU F. 2003. Traitement biologique aérobie du lisier de porcs : performances des système de séparation de phases et caractéristiques des co-produits. *Ingénieries*, 34, 25-33

BONNEAU M., DOURMAD J.-Y., GERMON J.-C., HASSOUNA M., LEBRET B., LOYON L., PAILLAT J.-M., RAMONET Y., ROBIN P. 2008. Connaissance des émissions gazeuses dans les différentes filières de gestion des effluents porcins. *Inra Prod. Anim.*, 21 (4), 345-360

BOURDON D., DOURMAD J.Y., HENRY Y. 1997. Reduction of nitrogen output in growing pigs by multiphase feeding with decreased protein level. 48th Annual Meeting of the EAAP, 25-28/08/1997, Vienne (Autriche)

CARPENTIER A., LATOUCHE K. 2005. French consumers and citizens concern: which willingness to pay for "green pork?. International workshop on green pork production, 25-27/05/2005, Paris (France), 17-18

CORPEN. 2003. Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des porcs - Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Corpen, 41 p.

DOURMAD J.Y., BROSSARD L., VAN MILGEN J., 2009. Nutrition-Environment interaction in the sow : interest of modelling approach. in Proceeding of the 30th Western nutrition Conference, Winnipeg, Manitoba, 182-192

CORPEN. 2003. Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des porcs - Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Corpen, Paris, 41 p.

DAUMER M.L., GUIZIOU F., DOURMAD J.Y. 2007. Influence de la teneur en protéines de l'aliment et de l'addition d'acide benzoïque et de phytase microbienne sur les caractéristiques des effluents chez le porc à l'engraissement. *Journées Rech. Porcine*, 39, 13-22

DOURMAD J.Y., JONDREVILLE C. 2008. Improvement of balance of trace elements in pig farming systems. **In** : SCHLEGEL P., DUROSOY S., JONGBLOED A. (éditeurs). 2008. Trace elements in animal production systems. *Wageningen Academic Publishers*, 139-142

DOURMAD J.Y., CANARIO L., GILBERT H., MERLOT E., QUESNEL H., PRUNIER A. 2010. Évolution des performances et de la robustesse des animaux en élevage porcin. *Inra Production Animale*, 23, 53-64

DOURMAD J.Y., RYSCHAWY J., TROUSSON T., BONNEAU M., GONZALEZ J., HOUWERS W., HVIID M., ZIMMER C., NGUYEN T.L.T., MORGENSEN L. 2013. Évaluation par analyse de cycle de vie de la durabilité environnementale de systèmes contrastés de production porcine en Europe. *Journées Rech. Porcine*, 45, 109-114

DOURMAD J.Y. 2012. Influence des pratiques d'élevage sur l'impact environnemental des systèmes de production porcine. *Journées Rech. Porcine*, 44, 115-126

ESPAGNOL S., RUGANI A., BARATTE C., ROGUET C., MARCON M., TAILLEUR A., RIGOLOT C., DOURMAD J.Y. 2012. Référentiel environnemental et socio-économique des systèmes d'élevage porcin conventionnels français, Base pour le pilotage d'une amélioration environnementale. *Journées Rech. Porcine*, 44, 109-14

GAC A., BELINE F., BIOTEAU T., MAGUET K. 2007. A French inventory of gaseous emissions (CH4, N2O, NH3) from livestock manure management using a mass-flow approach. *Livest. Sci.*, 112, 252-260

GUINGAND N., QUINIOU N., COURBOULAY V., 2010. Émissions comparées d'ammoniac et de gaz à effet de serre par des porcs charcutiers élevés au froid sur caillebotis partiel ou à la thermoneutralité sur caillebotis intégral. *Journées Rech. Porcine*, 42, 277-300

IFIP. 2013. Le porc par les chiffres, Edition 2012-2013. 44 p.

IFIP / ITAVI / IDELE, 2012. Le bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie. 9 p.

IFIP. Observatoire compétitivité. [en ligne] (consulté le 04/07/2013). www.ifip.asso.fr

IFIP. Gestion Technico Economique des élevages porcins 2012. *[en ligne] (consulté le 04/07/2013).* www.ifip.asso.fr

ILARI E., DARIDAN D., DESBOIS D., FRAYSSE J.L., FRAYSSE J. 2004 Les systèmes de production du porc en France :typologie des exploitations agricoles ayant des porcs. *Journées Rech. Porcine*, 36, 1-8

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use. *[en ligne] (consulté le 04/07/2013).* http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html

JARRET G., CERISUELO A., PEU P., MARTINEZ J., DOURMAD J.Y. 2011. Impact of pig diets with different fibre contents on the composition of excreta and their gaseous emissions and anaerobic digestion. *Agri. Ecosys. Env.*, 45, 6204-6209

JONDREVILLE C., DOURMAD J.Y. 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. *Inra Prod. Anim.*, 18 (3), 183-192

JONDREVILLE C., REVY P.S., DOURMAD J.Y. 2003. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. *Livest. Prod. Science*, 84, 147-156

LANDRAIN B., RAMONET Y., QUILLIEN J.P., ROBIN P. 2009. Incidence de la mise en place d'un système de raclage en « V » en préfosse dans une porcherie d'engraissement sur caillebotis intégral sur les performances zootechniques et les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote. *Journées Rech. Porcine*, 41, 259-264

LATIMIER P., DOURMAD J.Y. 1993. Effect of three protein feeding strategies, for growing-finishing pigs, on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air. **In :** Verstegen M.W.A., den Hartog L.A., van Kempen G.J.M., Metz J.H.M. (éditeurs). 1993. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication, 69, 242-245

LETOURNEAU-MONTMINY M.P., LOVATTO P.A., POMAR C. 2011. Effets d'un protocole de déplétion-réplétion en phosphore et calcium sur l'utilisation digestive et métabolique de phosphore et de calcium chez le porc en croissance. *Journées Rech. Porcine*, 43, 87-94

LEVASSEUR P., COOREVITS T., ESPAGNOL S. 2013. Émissions de gaz à effet de serre et bilan économique de la petite méthanisation à la ferme et du raclage des déjections en élevage porcin, *Journées Rech. Porcine*, 45, 135-136

LEVASSEUR P., DUTREME S. 2007. Hygiénisation des effluents d'élevage porcin. *Techni Porc*, 30(2), 3-18.

LEVASSEUR P., LEMAIRE N. 2006. Etat des lieux du traitement des lisiers de porcs en France. *TechnipPorc*, 29 (1), 29-31

LOPEZ-RIDAURA S., VAN DER WERF H., PAILLAT J.M., LE BRIS B. 2007. Transférer ou Traiter ? Evaluation environnementale de deux modes de gestion du lisier excédentaire par Analyse de Cycle de Vie. *Journées Rech. Porcine*, 39, 7-12

PETIT J., VAN DER WERF H.M.G. 2003. Perception of the environmental impacts of current and alternative modes of pig production by stakeholder groups. *J. Env. Manag.*, 68, 377-386

POMAR C., HAUSCHILD L., ZHANG G.H., POMAR J., LOVATTO P.A. 2010. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals. **In** : Sauvant D., van J. Milgen,

Faverdin P. & Friggens N. (éditeurs). 2010. Modelling Nutrition Digestion and Utilization in FarmAnimals, 327-334

PORTEJOIE S., DOURMAD J.Y., MARTINEZ J., LEBRETON Y. 2004. Effect of lowering dietary crude protein on nitrogen excretion, manure composition and ammonia emission from fattening pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 91, 45-55

RIEU M., ROGUET C. 2012. Tendances de l'élevage porcin dans l'Union européenne : un modèle en pleine mutation. *Journées Recherche Porcine*, 44, 219-228

RIGOLOT C., MEDA B., ESPAGNOL S., TROCHET T., DOURMAD J.Y. 2009. Analyses de cycle de vie (ACV) de 5 systèmes porcins avec différentes hypothèses de comptabilisation des impacts. *Journées Recherche Porcine*, 41, 281-282

ROGUET C., MASSABIE P., RAMONET Y., RIEU M. 2009. Les élevages porcins de demain vus par les acteurs de terrain. *Journées Rech. Porcine*, 41, 285-290

ROGUET C., RIEU M. 2001. Essor et mutation de la production porcine dans le bassin nord-européen: émergence d'un modèle d'élevage transfrontalier inédit. *Journées Recherche Porcine*, 43, 229-234

SANCRE. 2011. Santé animale et compétitivité des filières : atouts et vulnérabilités du Grand Ouest. http://www.psdrgo.org/Les-projets/SANCRE/Colloque-SANCRE.

TEFFENE O., PLOUCHARD B., LONGCHAMP J.Y., CASTAING J., BAUDET J.J., HEMIDY L., LANDAIS E., SALAÜN Y. 1999. Optimisation de l'alimentation, de l'assolement et de la fertilisation dans des exploitations céréalières avec porcs. Méthodologie et résultats. *Journées Rech. Porcine*, 31, 77-84

TRIBOUT T., BIDANEL J.P., PHOCAS F., SCHWOB S., GUILLAUME F., LARZUL C. 2011. La sélection génomique : principe et perspectives d'utilisation pour l'amélioration des populations porcines. Etude, par simulations, de l'intérêt d'une sélection génomique dans une population porcine de type mâle. *Journées Rech. Porcine*, 43, 13-25

VERMOREL M., JOUANY J.P., SAUVANT D., EUGENE M., NOBLET J., DOURMAD J.Y. 2008. Évaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. *Inra Prod.Anim.*, 21 (5), 403-418

VAN MILGEN J., NOBLET J., DOURMAD J.Y., LABUSSIERE E., GARCIA-LAUNAY F., BROSSARD L. 2012. Precision pork production: Predicting the impact of nutritional strategies on carcass quality. *Meat Science*, 92 (3), 182-187

CHAPITRE 4B
Synthèse

A - Eléments de contexte

Au cours de la dernière décennie, la production porcine française a légèrement diminué (- 2 %) alors qu'elle augmentait dans l'UE (+ 9 %), la croissance étant particulièrement marquée en Allemagne (+ 30 %) et en Espagne (+ 20 %). La France reste toutefois le troisième pays producteur de porc de l'UE, après l'Allemagne et l'Espagne, juste devant le Danemark. Sur cette période le niveau d'auto-approvisionnement de la France a diminué tout en restant supérieur à 100 %, mais la balance commerciale s'est détériorée pour devenir négative à partir de 2009. Les perspectives pour les prochaines années laissent présager une poursuite de la réduction de la production et un creusement du déficit commercial. Ceci contraste avec des perspectives plutôt favorables à cette production au niveau des marchés mondiaux. Cette situation s'explique d'une part par les difficultés liées à la prise en compte des réglementations relatives à l'environnement et plus récemment au bien-être animal, et d'autre part par un certain manque de compétitivité de l'aval de la filière, relativement à d'autres pays, alors que le niveau technique des éleveurs français reste élevé. C'est donc dans un contexte plutôt défavorable pour la production que s'inscrit cette réflexion sur l'évolution des systèmes d'élevage.

A1 - Pratiques d'élevage et systèmes de production

En 2010, la France comptait un peu moins de 13 000 exploitations porcines possédant plus de 20 truies. Le modèle dominant reste le modèle naisseur-engraisseur qui concerne 83 % des truies et 62 % des porcs à l'engrais. Les élevages de plus de 200 truies élèvent 55% du total des truies, contre 94 % au Danemark, 86 % aux Pays-Bas, 78 % en Espagne et 51 % en Allemagne. Les élevages de plus de 1 000 porcs à l'engrais élèvent 43 % du total des porcs, contre 81 % au Danemark, 63 % aux Pays-Bas, 75 % en Espagne et 44 % en Allemagne. Les élevages porcins français sont donc moins spécialisés et d'une taille plutôt plus réduite que dans les principaux bassins européens concurrents. Les bâtiments sont généralement plus anciens et moins automatisés, ce qui entraine des temps de main d'œuvre en moyenne supérieurs par porc produit. Ce manque d'investissement tend à pénaliser les performances techniques ; en dépit, à court terme, les coûts de production restent compétitifs, en partie en raison de moindres charges financières.

Il existe peu d'études relatives à la typologie des exploitations porcines, la plupart des travaux s'intéressant seulement à l'atelier d'élevage. Une étude réalisée en 2004 sur la base du recensement agricole met en évidence une assez grande diversité des exploitations, qui contraste avec l'image d'uniformité généralement décrite pour cette production. Les élevages spécialisés représentaient 22 % des exploitations et 44 % du cheptel. Dans 33 % des exploitations, représentant 25 % du cheptel, l'élevage porcin était associé à la production laitière soit sous la forme d'un atelier d'engraissement ou dans le cadre d'exploitations de type GAEC associant un atelier porc naisseur-engraisseur et un atelier lait. Dans 33 % des exploitations, représentant 27 % du cheptel, l'élevage porcin était associé à des productions céréalières. Toutes les catégories d'élevages disposent de surfaces agricoles, mais

le chargement varie assez fortement selon les types avec des niveaux plus élevés pour les exploitations spécialisés (60-90 porcs/ha), que pour les exploitations céréalières (5-20 porcs/ha) ou les exploitations élevant aussi des bovins (5-10 porcs/ha).

Les systèmes de production sous label concernent principalement la production biologique, le Label Rouge (LR) et la production sous identification géographique protégée (IGP). En 2011, la production LR concernait environ 3,1 % de la production nationale (dont 0,3 % en LR fermier sur litière et 0,4 % en plein air). La production de charcuterie sous IGP est estimée à près de 15 % de la production totale. La production biologique est en augmentation (+10 % de truies et +23 % de porcs charcutier depuis 2010) mais reste toutefois marginale (0,3 % de la production française).

Bien qu'il soit probable que cette typologie ait évolué au cours des 10 dernières années, on peut penser que la diversité persiste et s'accompagne de situations variées quant à la durabilité des exploitations, en particulier relativement à la dimension environnementale. Les exploitations ne disposant pas de suffisamment de surfaces d'épandage sont amenées à traiter leurs effluents ou à les épandre sur d'autres exploitations, ce qui entraine des coûts supplémentaires, alors qu'à l'inverse les exploitations valorisant leurs effluents bénéficient de coût moindres de fertilisations.

A2 - Intégration dans les filières et sur les territoires

La production porcine française est marquée par une très forte régionalisation, la Bretagne et le grand ouest représentant respectivement 58 et 74 % de la production nationale. Cette régionalisation se poursuit, surtout du fait de la réduction de la production en dehors du grand ouest. C'est un élément déterminant à considérer dans la prise en compte des questions de durabilité. Les questions se posent principalement en termes d'amélioration la durabilité environnementale dans les zones à forte densité animale, d'amélioration de la durabilité économique et de l'acceptabilité sociétale dans les autres régions.

Une autre spécificité de la filière porcine est son fort degré d'organisation. On comptait en 2011 cinquante groupements de producteurs qui assuraient 91 % de la production. Ces groupements sont en majorité des coopératives liées à un territoire. Ils jouent un rôle déterminant dans l'organisation technique et économique de la production porcine et aussi dans la prise en compte des questions environnementales. Ils sont aussi de plus en plus impliqués dans l'amont (production des aliments et sélection) et l'aval de la filière (abattage, découpe, transformation). L'amélioration de la durabilité des élevages conditionne aussi celle de la filière toute entière. Cette forte organisation collective de la filière constitue un moteur mais parfois aussi un frein dans les évolutions. Elle a en effet favorisé une certaine homogénéisation des « modèles » de production aussi bien en termes de modes d'élevage que de production, avec une orientation vers une production « de masse ». Ce n'est que depuis peu que l'on voir apparaitre une certaine diversification des modes de production, associée à une démarcation des produits et un affichage plus marqué de l'origine géographique. La question environnementale et plus récemment celle du bien-être animal, ont été au centre des préoccupations des groupes économiques dont la compétitivité et l'avenir dépendait de leur capacité à proposer des solutions aux éleveurs. Cela a toutefois souvent conduit à une approche « partielle » des problèmes (un problème = une solution) alors qu'une démarche plus globale prenant en compte les implications en terme de durabilité aurait été plus efficace.

Pour le futur, ces structures économiques constituent donc des acteurs incontournables dans l'orientation de l'évolution des exploitations porcines vers plus de durabilité et dans la liaison aux territoires. L'enjeu est sûrement de les inciter à mieux prendre en compte les différentes dimensions de la durabilité dans leurs choix de mode de production et à mieux valoriser la diversité existante des exploitations en relation avec la diversité de la demande. La question de l'organisation de solutions

collectives aux problèmes d'environnement à l'échelle des territoires est également centrale, tout au moins dans les zones à forte densité.

B - Évaluation environnementale et leviers d'action

La dimension environnementale de la durabilité de la production porcine a beaucoup été étudiée ces dernières années, en particulier dans le cadre du programme « porcherie verte », à la fois pour mieux quantifier les flux et les impacts potentiels des élevages et pour explorer des voies de réduction de ces impacts.

Les caractéristiques des effluents issus des élevages porcins ont largement évolué ces dernières années, en réponse à la mise en place progressive des réglementations environnementales. L'alimentation a été un levier d'action important qui a permis de réduire de façon très significative l'excrétion d'azote (N), de phosphore (P), de cuivre (Cu) et de zinc (Zn) par les animaux. Ces pratiques sont maintenant largement appliquées dans les élevages. Des perspectives de réduction plus poussée de l'excrétion par la voie alimentaire sont encore envisageables, en particulier en améliorant la santé et les performances des animaux, grâce à l'utilisation accrue d'enzymes et d'acides aminés, ou en développant l'alimentation de précision.

La recherche de solutions aux excédents d'azote a conduit, surtout dans l'Ouest de la France, à un important développement du traitement des effluents, principalement par la digestion aérobie et le compostage de lisier. Ces installations produisent une grande diversité de coproduits dont les caractéristiques sont variables. La plupart de ces filières de traitement éliminant une part importante de l'azote de l'effluent, les produits qui en sont issus présentent souvent un déséquilibre par rapport aux besoins des cultures. Ces coproduits présentent cependant l'avantage, pour certains d'entre eux comme les résidus de séparation de phases, les composts ou les boues séchées, de pouvoir être exportés en dehors des zones d'élevage.

L'analyse de cycle de vie a été utilisée pour comparer différents systèmes de production en France (conventionnel, label rouge et biologique) et en Europe. Les résultats montrent des différences parfois marquées entre systèmes. Lorsque les impacts sont exprimés par kilogramme de porc produit, le système conventionnel présente souvent les impacts les plus faibles. Lorsque les impacts sont exprimés par hectare, les systèmes plus extensifs présentent généralement des impacts plus faibles, du fait d'une utilisation accrue de surface.

La recherche de solutions pertinentes de gestion des effluents au niveau des exploitations porcines nécessite de prendre en compte de très nombreux paramètres, les solutions techniques possibles étant nombreuses. Le développement d'outil de pilotage constitue un élément important pour aborder ce type de questionnement et raisonner à l'échelle du système, en intégrant les liens entre l'alimentation des animaux, la gestion des effluents, les productions végétales (assolement), la fertilisation et l'économie.

Dans l'avenir, les filières de gestion des effluents porcins devront limiter autant que possible les émissions de gaz nocifs pour l'environnement (NH_3, N_2O, CH_4...) et préserver et valoriser au mieux les éléments fertilisants. Dans un contexte d'accroissement du prix des fertilisants, cette démarche est aussi intéressante au plan économique. C'est ce qui ressort clairement d'une étude prospective sur l'optimisation environnementale des élevages porcins de demain. En quelque sorte, il convient de rechercher des organisations d'élevages permettant, dans une démarche d' « agro-écologie » ou d' « écologie industrielle », et de reconstituer le cycle des nutriments et de l'énergie, tout en

minimisant les fuites vers l'environnement. La question se pose alors de l'échelle géographique à laquelle on souhaite reconstituer ces cycles.

C - Vers quels modèles d'exploitations porcines durables ?

Bien que la dimension environnementale de la durabilité soit très prégnante dans le cas de la production porcine, les dimensions économiques et sociales sont également très présentes. L'acceptabilité des exploitations est largement dépendante de la façon dont sont gérées les questions environnementales et de bien-être animal, et ces choix influencent également la rentabilité économique. Les choix de systèmes dépendent aussi du contexte territorial de l'exploitation et de la filière dans laquelle elle s'insère. Il existe ainsi toute une gamme d'évolutions possibles que l'on peut schématiser autour de trois « archétypes » indiquant des voies possibles d'amélioration de la durabilité, ces « archétypes » pouvant en partie se combiner entre eux, en fonction des caractéristiques des exploitations.

C1 - La liaison au sol par la valorisation directe des effluents comme fertilisants

C'est sûrement la situation idéale en terme de durabilité environnementale et économique, mais elle implique de disposer de surfaces suffisantes pour l'épandage des effluents dans le respect de la fertilisation raisonnée. Le fait d'assurer, tout au moins en partie, l'autonomie alimentaire confrère aussi plus de robustesse économique aux exploitations. Par contre, en l'absence de traitement des effluents, les questions relatives aux émissions gazeuses et aux odeurs restent posées. La méthanisation qui permet de désodoriser les effluents pourrait alors constituer une option intéressante. Les émissions gazeuses, en particulier d'ammoniac peuvent être maitrisée par des technologies de lavage d'air et de couverture des fosses. Par ailleurs, ces exploitations disposant de paille, son utilisation dans l'élevage peut aussi être envisagée, avec l'élevage d'une partie des animaux sur paille et la production de fumier, ce qui peut être bénéfique pour la fertilité des sols. La liaison au sol peut s'organiser à l'échelle d'une exploitation individuelle mais aussi au niveau de plusieurs exploitations dans le cadre de plans d'épandage collectifs. Cette voie peut être particulièrement intéressante à l'échelle d'un territoire mais elle se heurte souvent à des questions réglementaires ou d'acceptabilité locale, qui limitent les échanges entre exploitations.

C2 - La spécialisation des élevages avec traitement des effluents et production d'engrais organiques

Cette solution s'appuie également sur le principe du recyclage des nutriments mais à une échelle géographique plus large. C'est une solution qui peut s'avérer indispensable dans les zones à forte densité animale. La démarche est ici de s'orienter vers un traitement non destructif des effluents avec l'objectif de produire des fertilisants organiques, de qualité contrôlée (teneur en fertilisants, qualité bactériologique…), qui peuvent être valorisé en dehors du territoire de production. Différentes technologies sont envisageables à l'échelle de l'exploitation ou de manière plus collective. On peut ainsi envisager la séparation de phases (solide/liquide) avec séchage ou compostage de la phase liquide. La production d'engrais organiques peut aussi être associée à la

méthanisation qui produit la chaleur nécessaire au séchage des effluents. L'azote ou le phosphore peuvent aussi être extrait par des technologies physico-chimiques. Cette voie d'évolution qui peut être particulièrement efficace en termes de réduction de l'impact environnemental de la production peut se heurter à des difficultés liées aux investissements nécessaires ou aussi à l'acceptabilité des solutions proposées.

C3 - Une production orientée vers des marchés spécifiques à plus forte valeur ajoutée et valorisant une image ou des caractéristiques particulières des produits ou des modes de production.

Cette orientation donne la prépondérance à la dimension sociale de la durabilité. Il s'agit ici de s'appuyer sur une différentiation de la façon de produire ou du produit (prise en compte plus poussée du bien-être animal, choix de races ou de pratiques d'élevage améliorant la qualité des produits, origine des aliments, l'autonomie des exploitations...). C'est par exemple le cas de la production biologique et de la production sous label ou sous « marque » commerciale. La question de l'équilibre nécessaire entre le coût de production qui s'accroît et le consentement à payer de la part du consommateur, constitue généralement le principal frein à cette voie d'évolution des systèmes de production porcin.

D - En guise de conclusion

Ces différentes voies d'amélioration de la durabilité peuvent se combiner au sein d'une même exploitation, en fonction de sa configuration, du territoire et de la filière dans lesquels elle s'intègre et aussi des attentes de l'éleveur. Il existe ainsi plusieurs voies d'évolution des exploitations porcines vers plus de durabilité. L'enjeu est alors de favoriser une plus grande diversité des systèmes, ce qui contraste avec l'histoire de cette production qui a longtemps cherché à s'homogénéiser de plus en plus. Pour les organisations économiques il s'agit de trouver plus de complémentarités et de synergies entre les différentes voies d'évolution pour répondre à la fois aux attentes des éleveurs et à celles des consommateurs.

A ce titre, la filière porcine française se situe à une étape clé de son évolution. Alors qu'elle est plutôt en décroissance elle doit investir, en particulier au niveau des élevages, pour rénover les bâtiments et ainsi répondre aux enjeux de bien-être et de santé animale, d'environnement et de performances technico-économiques. Aussi, il est particulièrement important pour le long terme que les choix techniques soient réalisés en prenant en compte les différentes dimensions de la durabilité.

CHAPITRE 5
FILIÈRES AVICOLES

CHAPITRE 5A Filières avicoles 278
Introduction 278
A - Filière avicole de chair 278
B - Spécificités de la filière ponte 294
C - Spécificités de la filière foie gras 305
D - Conclusions et perspectives 311
E - Références bibliographiques 312

CHAPITRE 5B Synthèse volailles de chair 317
A - Eléments de contexte 317
B - Leviers d'action au niveau des exploitations 318
C - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière et des territoires 320
D - Favoriser les évolutions souhaitables aux niveaux éleveur, interprofessionnel, sociétal et des pouvoirs publics 321
E - En guise de conclusion 323

CHAPITRE 5A
Filières avicoles

Auteurs : *Bernard Coudurier (Inra), Elisabeth Blesbois (Inra)* [128]

Introduction

Le secteur des productions avicoles se subdivise en trois grandes filières en fonction du type de produit majoritairement (ou exclusivement) obtenu : volailles de chair, œufs, foie gras. Plusieurs espèces sont utilisées à ces différentes fins. La plus importante reste l'espèce Gallus, pour laquelle des souches aux orientations productives très différentes ont été sélectionnées de longue date, soit pour la chair, soit pour la ponte. Ce distinguo entre souches à orientations productives différentes se rencontre également dans des espèces avicoles moins répandues telles que le canard et l'oie, soit à rôtir, soit à foie gras (encore que dans le cas du canard, le distinguo s'applique au canard de Barbarie d'une part et au canard mulard, l'hybride stérile qui en est issu, d'autre part). D'autre espèces, telles que la dinde ou la pintade, sont par contre élevées à une unique fin, la chair.

En première approximation, la règle en aviculture est la spécialisation, les animaux élevés au sein d'une filière donnée contribuant à un seul type de produit. Pour autant, une complémentarité entre productions existe parfois, comme c'est le cas en particulier en filière palmipèdes gras où les mêmes animaux produisent du foie gras, mais également des carcasses valorisées en filière chair. Une autre situation de ce type prévaut également en filière ponte, mais de manière plus anecdotique via la valorisation des pondeuses de réforme.

D'après la commission des comptes de l'agriculture de la Nation (CCAN, 2013), le chiffre d'affaires des produits avicoles au stade de la production devrait s'établir à 3,560 Mds € pour les volailles et à 1,494 Mds € pour les œufs, en 2012. Les parts respectives de chaque type de produit seraient donc de 77 et 23 % respectivement, suite à la flambée du cours de l'œuf en 2012 (lors des années antérieures, avec un prix d'œuf plus habituel, le ratio volailles / œufs était de l'ordre de 80 / 20). Les produits de la filière palmipèdes gras sont inclus dans le total des produits volailles. Sur la base de la valorisation moyenne des canards gras sortis d'élevage et du nombre d'animaux concernés, le chiffre d'affaires spécifique à la filière palmipèdes gras est d'environ 0,555 Mds € (la valeur du foie gras seul pouvant être estimée grossièrement aux 2/3 de ce total, en prenant en compte les prix pratiqués au stade du marché de gros).

A - Filière avicole de chair

A1 - Eléments de contexte

La viande de volaille est consommée partout dans le monde. Elle bénéficie d'une grande accessibilité en termes économiques et ne fait l'objet d'aucun tabou culturel ou religieux. En outre, elle dispose auprès des consommateurs occidentaux d'une bonne image diététique et sanitaire. Tiré par le développement de la consommation en Asie, le marché mondial de la volaille de chair, de l'ordre de 104,5 M de tonnes équivalent

[128] *Remerciements : Pascale Magdelaine (ITAVI), Agnès Braine (ITAVI), Etienne Zundel (Inra), Elisabeth Baéza, Michel Duclos, Yves Nys, et tous les membres du Groupe Filière Avicole*

carcasse (tec), progresse à un rythme de l'ordre de 2 à 3 % par an, plus rapidement que celui du porc qu'il talonne désormais, loin devant la production de viande de bovins et d'ovins qui stagne. Ainsi, d'après la FAO, la volaille représentait 34,6 % de la consommation mondiale de viandes en 2012, soit la seconde viande consommée après le porc (36,7 %), loin devant le bœuf (22,1 %). En Europe (Figure 1), dans un contexte de réduction tendancielle de la consommation de viande, la volaille représente un peu moins de 30 % de la consommation de produits carnés, avec de fortes disparités entre pays mais une tendance générale à la hausse. Une évolution similaire est observée en France, où la consommation de viande de volailles a pratiquement doublé en 40 ans pour rejoindre celle du bœuf, chacune représentant un peu moins de 30 % des produits carnés, assez loin derrière le porc cependant. Dans ce contexte mondial dynamique, les échanges internationaux sont devenus très importants puisqu'ils représentent désormais 12 % environ de la production, hors échanges intra-communautaires. Sur les 20 dernières années, ils ont progressé de 7 % par an en moyenne, quoique plus modestement en 2012. Les principaux exportateurs sont les Etats-Unis et le Brésil, dont la production a explosé depuis le début des années 2000 et qui occupe désormais la première place. La production progresse également dans l'Union Européenne, mais à un rythme moindre, de l'ordre de 1 % par an, avec de fortes disparités entre pays.

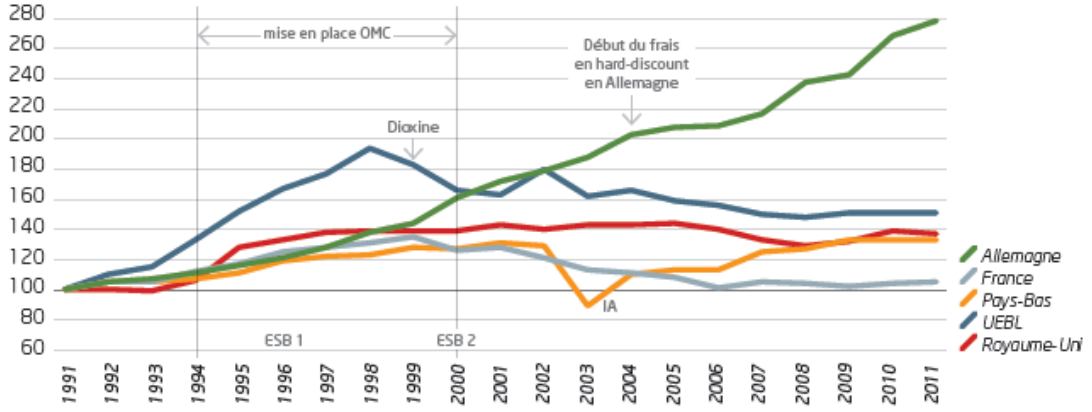


***Figure 1** : Evolution de la production de volaille de 1991 à 2011, en tonnes équivalent carcasse (ESB : encéphalite spongiforme bovine ; IA : influenza aviaire) ; Source : Commission européenne DG agriculture.*

La France, en particulier, est en perte de vitesse (Figure 2). Après le pic observé vers la fin des années 90 à 2,3 M de tec, sa production stagne un peu au-dessus de 1,8 M tec, soutenue par le poulet (notamment export) et malgré l'effondrement de la dinde (- 50 % depuis le début des années 2000).

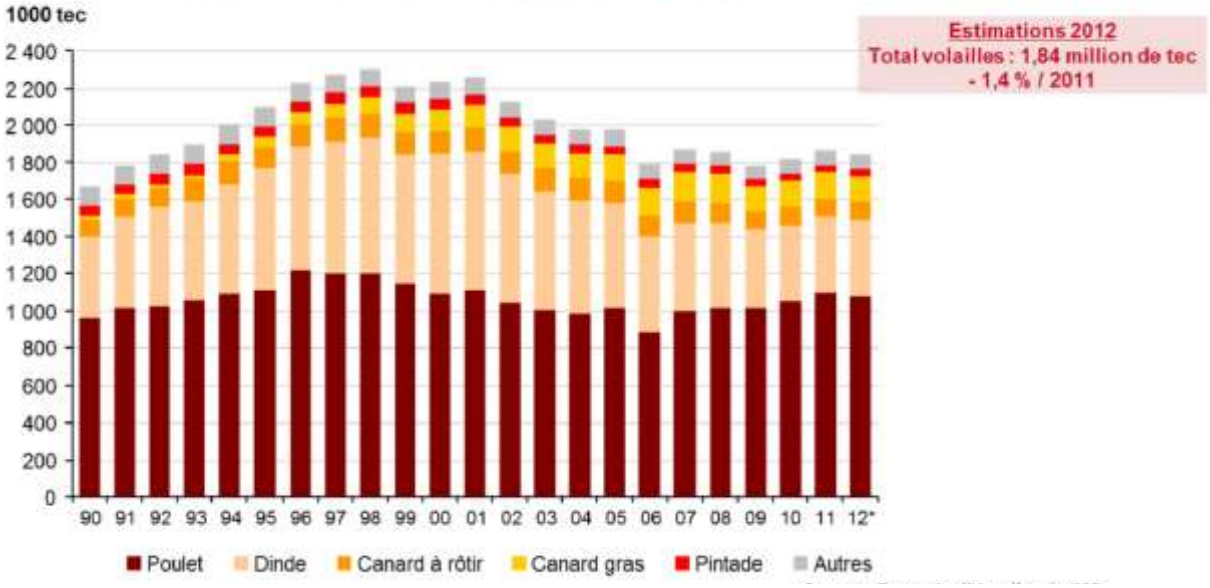


***Figure 2** : Production indigène brute de volaille en France ; Source : FranceAgriMer d'après SSP*

En outre, si le solde des échanges reste encore positif en 2012 (+ 0,13 M tec), il ne cesse de se dégrader (Figure 3). Cette autosuffisance apparente dissimule en fait d'importants écarts entre exportations (+ 0,64 M tec) et « importations » y compris de l'UE (- 0,51 M tec). Ainsi, plus de 40 % des poulets consommés sont importés tandis qu'un peu moins de 50 % des poulets produits sont exportés, majoritairement à destination d'un marché spécifique (Moyen Orient) dépendant du maintien des restitutions. La situation des échanges est plus favorable en dinde mais se dégrade fortement, la France ayant perdu la position dominante qu'elle occupait au début de la précédente décennie.

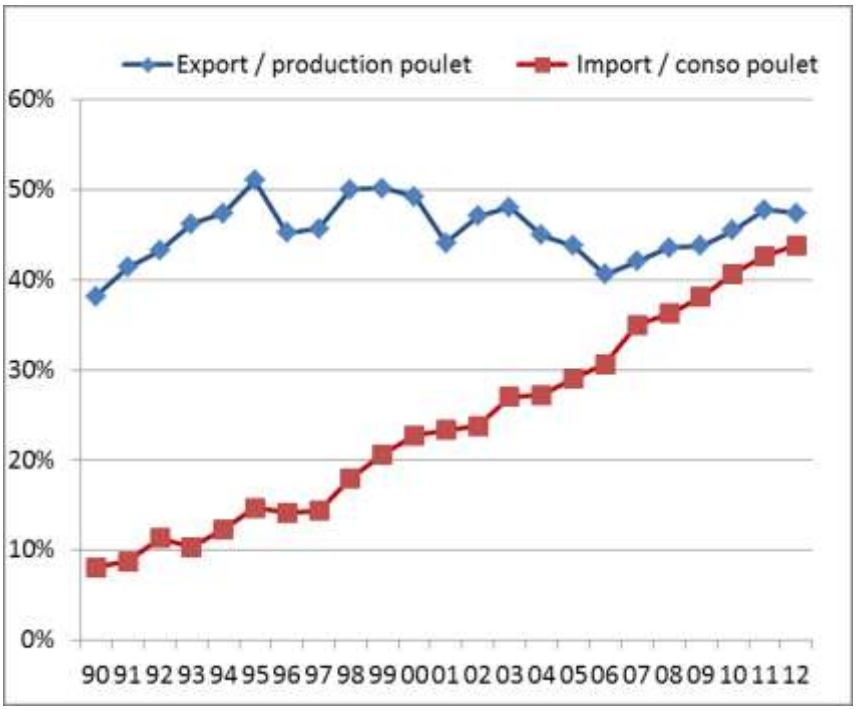


Figure 3 : *Evolution de la part des importations dans la consommation de poulet et des exportations dans la production de poulet ; Source : ITAVI d'après Douanes, FAM et SSP*

Ce constat a conduit la filière et les pouvoirs publics à s'interroger sur les raisons de la perte de compétitivité de la filière avicole de chair française. De nombreux rapports ont été établis au cours des dernières années, soit spécifiquement sur la filière avicole (CGAAER 2010, Compétitivité de la filière volailles de chair française ; Berger 2013, Rapport de mission sur la filière avicole française), soit sur les filières porc et volailles (AND / IFIP / ITAVI 2011, Compétitivité des filières des viandes blanches françaises dans le contexte de l'Union Européenne), soit sur les filières animales dans leur ensemble, y compris industrie laitière (Rouault, 2010, Analyse comparée de la compétitivité des industries agroalimentaires françaises par rapport à leurs concurrentes européennes). La dernière de ces missions (Berger 2013) a d'ailleurs sous tendu les dispositions du plan d'avenir de la filière volaille lancé par le Ministre en charge de l'agriculture en avril dernier. Bien qu'il soit difficile de résumer les nombreux diagnostics formulés par ces auteurs sans risquer de simplifier à outrance voire de trahir leur pensée, les éléments repris ci-après peuvent être considérés comme majeurs.

L'évolution des modes de consommation (plus de praticité) mais aussi du pouvoir d'achat (du moins la part des revenus affectée à l'alimentation) a progressivement modifié la forme sous laquelle la volaille était consommée. Au niveau européen, la consommation de poulet prêt à cuire (PAC) a fortement régressé au profit de la découpe (cuisses et surtout filets, autrefois présentés entiers mais de plus en plus souvent escalopés) ainsi que plus récemment des préparations élaborées. Cette évolution a induit un besoin de « matière première » à très bas prix pour la découpe (largement utilisée en RHD) et pour la préparation de produits élaborés. Il en a résulté une hyper-standardisation des conditions de production de volailles lourdes (poulet, et dans une moindre mesure dinde) dans le bassin avicole du nord de

l'Europe (Allemagne du nord et Pays-Bas notamment). Ce différentiel de compétitivité est illustré par les comparaisons internationales réalisées à intervalle régulier par le LEI, l'Institut de Recherche Économique Agricole de l'Université de Wageningen (Van Horne 2009a et b, 2012a, Figure 4).

	France	Allemagne	Pays-Bas
Résultats techniques			
Poids vif (g)	1920	2200	2200
Indice de Conversion (IC)	1,80	1,68	1,67
Taux de mortalité (%)	4,2	3,8	3,7
PRIX CONSTITUTIFS (€)			
Poussin (unité)	0,310	0,327	0,311
Aliment (kg)	0,277	0,288	0,275
COUTS / KG POIDS VIF (€)			
Coût total (travail inclus)	0,881	0,842	0,810
Poussin	0,169	0,155	0,147
Aliment	0,499	0,484	0,459
Energie	0,033	0,032	0,032
Autres coûts variables	0,052	0,054	0,054
Travail	0,054	0,045	0,044
Logement	0,065	0,058	0,054
Frais généraux	0,011	0,011	0,011
Elimination des fumiers	0	0,004	0,009

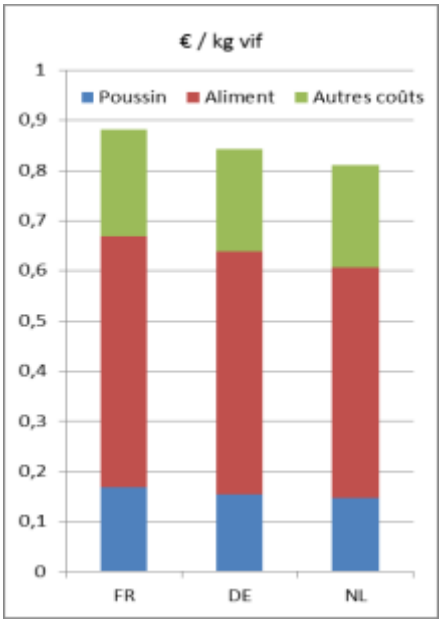


***Figure 4** : Comparaisons internationales des coûts de production de poulet de chair, base année 2010 ; Source : d'après P. Van Horne, mise à jour du 31 octobre 2012, données non publiées. NB : certaines données sont estimées (ex : France / coût de l'aliment) ou susceptibles d'être ou non prises en compte selon le pays considéré (ex : élimination des fumiers).*

A titre indicatif, et pour la filière poulet de chair française, un écart de 0,1 point d'IC correspond approximativement à 150000 T d'aliment soit 50 M€, outre la différence de rendement de filet qui tend à s'accroitre avec l'alourdissement des animaux. L'hyper standardisation apparait donc comme un facteur majeur de compétitivité qui a conduit l'Allemagne à accroitre sa production de volailles (dinde lourde incluse) de 51 % sur la dernière décennie quand la production française régressait de 14 %.

La filière avicole de chair française contraste fortement avec ce modèle de production puisqu'elle se caractérise par sa diversification, et ce à deux niveaux. En termes d'espèces tout d'abord : si la production de poulet reste majoritaire (58 %, en nette augmentation relative mais stable en valeur absolue), elle accorde encore une large place à la dinde (22 %, en fort recul absolu et relatif) et au canard, tant à rôtir que gras (13 %, en augmentation relative mais stable en valeur absolue), le solde étant représenté par des espèces de diversification à connotation de plus en plus festive (à l'exemple de la pintade). La diversification intervient également en termes de segments de marché intra-espèce, tant au niveau du standard que des productions sous signes de qualité. A titre d'illustration, pour le seul cas du poulet, le plus diversifié, l'enquête avicole 2008 faisait apparaitre les proportions suivantes parmi catégories les plus représentées (supérieures à 5 %) : au titre de la production standard, 45 % de standard stricto sensu, 20 % de léger export, 5 % de lourd ; au titre de la production sous signe de qualité, 8 % de certifié, 14 % de label rouge ; le solde se répartissant entre les coquelets (standard) et divers signes de qualité (AOC, AB et autres). Cette diversification a longtemps été un élément protecteur vis-à-vis de la concurrence étrangère, l'offre française étant seule capable de répondre à la diversité de la demande. Cependant, au fil des années, celle-ci s'est portée de plus en plus sur des produits standard, y compris sur le marché intérieur, sous l'effet de l'évolution des modes de consommation. Entre 1998 et 2010, les achats de poulet entier par les ménages (hors RHD, de ce fait) se sont réduits de 52 à 34 % au profit de la découpe (33 à 38 %) et plus encore des produits élaborés (15 à 28 %). Si le poulet certifié, bien

adapté à la découpe de filet portion, a résisté à cette évolution, elle a été préjudiciable aux autres volailles sous signes de qualité, label rouge en particulier dont la production décroit depuis le pic observé au début des années 2000. De surcroît, à l'intérieur de chacun des segments, tant standard que sous signes de qualité, fournisseurs et distributeurs ont multiplié les références pour tenter d'échapper à la concurrence en créant des produits particuliers. Il en a résulté une multiplication de cahiers des charges générant des surcoûts tant à l'amont qu'à l'aval (allotement, certification, conditionnement).

La filière volaille de chair française est donc pénalisée par un excès de diversification sans réelle différence de produit pour le consommateur final, ainsi que par un positionnement notoirement insuffisant sur le segment porteur de la volaille lourde destinée à la découpe et à la transformation. Paradoxalement, le maintien d'une diversification effective en termes de variété et de qualité de produits avicoles passe par la restauration de la compétitivité du segment standard, les volumes assurés par les productions sous signes de qualité étant clairement insuffisants pour saturer les outils d'amont (aliment du bétail, accouvage) et d'aval (abattage, découpe, transformation) indispensables au bon fonctionnement de la filière. Le maintien à moyen terme des restitutions conditionne par ailleurs le devenir immédiat de la production de poulet export qui représente encore une fraction significative et spécifique (poids vif, congélation) de la production standard.

Au plan géographique (Figure 5), la production de volailles de chair est majoritairement localisée dans le Grand Ouest. Les principales régions productrices sont la Bretagne (33 % des abattages 2010 contrôlés, exprimés en tec, en baisse de 5 points par rapport à 2000) et les Pays de Loire (30 %), le reste de la production étant assuré de manière relativement répartie dans des régions limitrophes ou plus distantes. Cinq d'entre elles représentent chacune de l'ordre de 5 à 6 % de la production, soit par ordre d'importance Aquitaine, Poitou-Charentes, Bourgogne et Centre. Considérée par espèces, la part des deux principales régions productrices est peu différente en production de poulet mais beaucoup plus prépondérante en production de dinde. La production de canards à rôtir se concentre majoritairement en Pays de Loire et celle de canards gras en Aquitaine et Midi-Pyrénées.

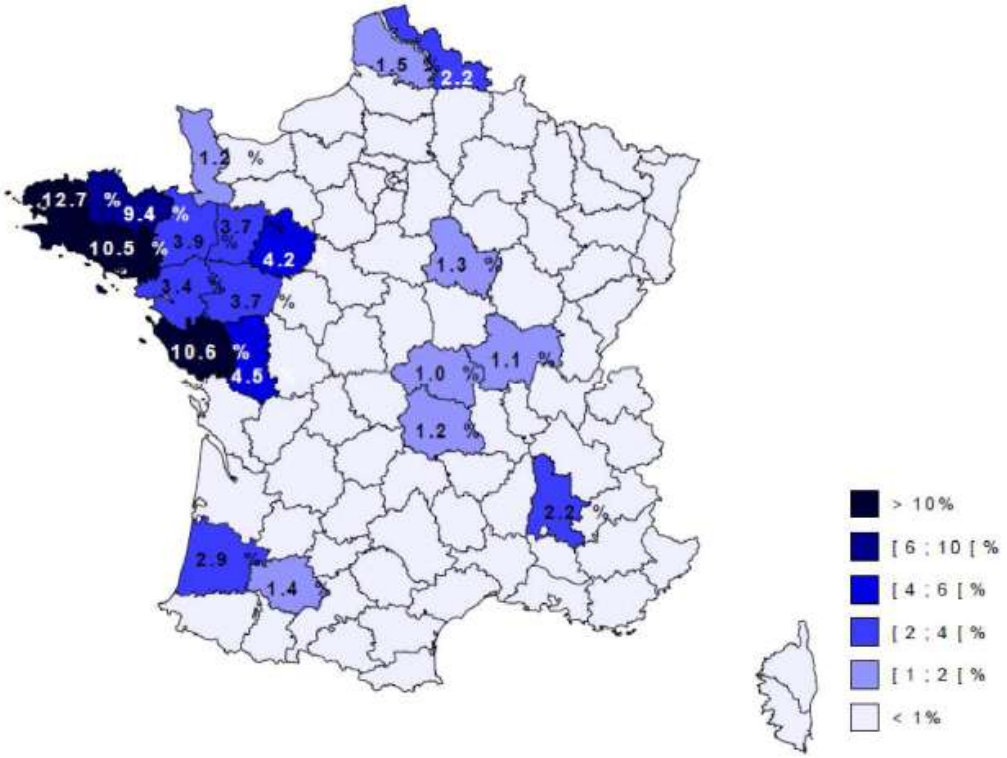


Figure 5 *: Répartition des productions avicoles de chair (% de têtes livrées) en 2008 par département ; Source : ITAVI, d'après SSP enquête « aviculture 2008 »*

L'enquête avicole 2008 montre que la population des chefs d'exploitations avicoles comptait une proportion importante (73 %) d'aviculteurs dont l'âge était compris entre 35 et 54 ans. Ce pourcentage dépasse de 2 points la proportion constatée lors de la précédente enquête de 2004 et de plus de 9 points la proportion observée en 2007 sur l'ensemble des chefs d'exploitation professionnelles tous OTEX confondus. La diminution de la part des aviculteurs de 25 / 34 ans et l'accroissement de celle des 55 / 64 ans souligne le vieillissement de la population d'éleveurs avicoles. La même enquête a permis d'apprécier l'âge des bâtiments, sans tenir compte des rénovations ayant pu y être effectuées, toutefois. Il diffère sensiblement selon la filière considérée. En volailles de chair en bâtiments fermés, l'âge moyen des bâtiments construits après 1975 (soit 85 %) était d'environ 18 ans, 12 % seulement ayant moins de 10 ans et 18,5 % plus de 30 ans. La situation est plus favorable en volailles sur parcours, l'âge moyen n'étant que de 15 ans et la proportion de bâtiments de moins de 10 ans de 26 %. Ces proportions sont peu différentes en termes de superficies (et non plus de nombre de bâtiments). L'enquête annuelle ITAVI montre toutefois qu'après une décennie de repli de l'ordre de 2 à 3 % par an (résultant d'une quasi absence de constructions et d'importants arrêts d'exploitation, suite notamment aux plans de cessation aisés de 2000, 2003, 2004) le parc de bâtiments standard et certifié a renoué avec la croissance en 2011, le solde constructions vs cessations (+ 1,8 % vs - 1,2 %) redevenant positif, situation inédite depuis 1999.

Le secteur avicole ne bénéficie pas d'organisation commune de marché (OCM) forte à l'échelle communautaire. Les stratégies d'entreprise (les organisations de production, OP) sont le principal moteur des évolutions des filières et priment sur les stratégies collectives. Comme dans la plupart des pays du monde, la contractualisation est la règle en France en aviculture de chair. Les contrats les plus courants (Magdelaine et *al.,* 2013) sont les contrats coopératifs de type « approvisionnement-collecte-vente » (50 %, éleveur propriétaire des animaux) et les contrats d'intégration stricto sensu (30 %, organisation de production propriétaire des animaux). Dans tous les cas, les OP fournissent les intrants aux éleveurs (poussins, aliment) et sont responsables de leur qualité. Elles gèrent les contrats et leviers incitatifs liés : prix de reprise, bonus/malus. Elles supportent une part variable du risque de marché et de prix et parfois du risque commun d'élevage (en cas de mutualisation).

Comparativement à d'autres filières animales, cette contractualisation génère des conséquences très fortes sur le fonctionnement de la filière volailles de chair. Le choix de la création, du maintien ou de l'abandon de l'atelier avicole relève de la seule stratégie de l'exploitant, même si cette décision reste fortement dépendante des débouchés et des contrats qui lui sont proposés. Selon l'intérêt qu'il y trouvera, il décide du degré de spécialisation avicole de son exploitation en y affectant une proportion plus ou moins importante de ressources matérielles (bâtiments principalement), humaines (main d'œuvre) et financières (charges opérationnelles, capacité d'investissement en cas de rénovation ou de construction de bâtiments, ce qui implique un engagement de long terme donc une visibilité). Il décide également du choix entre des productions standard ou sous signes de qualité, générant des conséquences différentes en termes de bâtiment et de main d'œuvre. Par contre, les leviers et marges de progrès biotechniques agissant sur le fonctionnement de l'atelier et/ou de l'exploitation dans la plupart des filières tant végétales qu'animales se trouvent actionnés à différents niveaux en filière volailles de chair : dans l'exploitation agricole pour partie, mais dans une large part au niveau des OP donc de la filière (ainsi que dans une moindre mesure au niveau du territoire).

A2 - Leviers d'action au niveau des exploitations

A2.1 - Bâtiment avicole

L'enquête avicole 2008 montre que l'aménagement des bâtiments avicoles (sol, éclairement, ventilation, protection sanitaire) varie sensiblement entre types de production mais également intra-type. Ainsi, en filière volailles de chair, 39 % seulement des bâtiments fermés disposent d'une ventilation dynamique (ou plus rarement mixte), la majorité restant en ventilation statique (système quasi exclusif en bâtiments

volailles de chair sur parcours, ouverts durant une partie de la phase d'élevage). Un besoin de modernisation se fait donc sentir.

En production de volailles de chair, la consommation d'énergie constitue le premier poste de charges variables, dont 80 % pour le seul chauffage. Ramenée au kg vif, elle varie de 1 à 3 entre le 1/3 inférieur des élevages les plus consommateurs et le 1/3 des plus économes. Des bâtiments d'élevage dits à énergie positive, c'est-à-dire produisant plus d'énergie qu'ils n'en consomment sont en cours de conception. Ce concept nécessite deux étapes. Tout d'abord réaliser un bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC) en agissant au niveau de l'isolation, de l'étanchéité, de la gestion des eaux périphériques, de l'éclairage naturel ainsi que de l'optimisation des équipements consommateurs d'énergie (chauffage, ventilation, éclairage électrique). Le démarrage des lots sur une partie du bâtiment ou en poussinière constitue une voie d'économie supplémentaire. L'objectif est de ne pas dépasser la consommation moyenne du 1/3 des élevages les moins consommateurs. Les consommations d'énergie restantes doivent ensuite être compensées par la production d'énergie renouvelable en lien avec le bâtiment d'élevage : échangeurs de chaleur et pompe à chaleur sur circuits d'entrée / sortie d'air, voire récupération par les apports solaires (murs solaires) ou récupération des calories en sous toiture ou sur système de compostage. Ce type de bâtiment serait évidemment inadapté à l'élevage de volailles de chair sur parcours, du fait de la nécessité de laisser les trappes ouvertes durant une partie de la phase d'élevage. Dans une perspective d'économie de moyens, une simplification de ce type de bâtiment semi-ouvert pourrait être envisagée, sur le modèle des abris déplaçables utilisées en Aquitaine pour la production de volailles label rouge notamment.

La conception puis la mise en place de ces nouveaux types de bâtiment nécessiteront un accompagnement fort des pouvoirs publics (dossier ICPE, incitations fiscales ou financières), compte tenu des défis techniques à relever et des coûts d'investissement à supporter. Les OP pourraient également y contribuer, dans la mesure où elles sont souvent prescriptrices en matière de choix de bâtiment et que les dispositifs bonus / malus incluent parfois une incitation à la rénovation des bâtiments et/ou un accompagnement des investissements dans de nouveaux bâtiments.

A2.2 - Gestion des effluents

L'élevage des volailles au sol (canard à rôtir excepté) est réalisé avec un apport initial de litière (paille de blé, copeaux, mélange paille et copeaux) à raison de 5 à 8 kg/m² suivant l'espèce. Dans le cas d'élevage d'espèce à cycle long (dinde), des ajouts de litière sont pratiqués en cours de bande. Cette pratique conduit à des fumiers qui représentent les ¾ des effluents avicoles toutes filières confondues (inclus lisiers et fientes des filières ponte et foie gras). Leur taux de matière sèche est élevé (de 55 à 75 %) ce qui les rend aisément transportables, y compris à relativement longue distance. Leur concentration en éléments fertilisants s'en trouve également accrue en proportion du produit brut, mais elle est déséquilibrée par rapport aux besoins des plantes. A titre d'illustration, l'équilibre N/P/K d'un fumier poulet après stockage est proche de 1/1/0,8 soit des proportions peu différentes de celle des fientes pures de volailles.

L'enquête avicole 2008 montre qu'en fait, toutes filières confondues (y compris pondeuses et foie gras), plus de 7 exploitations sur 10 épandent en moyenne 90 % de leurs déjections sur les terres de l'exploitation sans traitement préalable. Environ 3 sur 10 épandent en moyenne 80 % des déjections issues de l'atelier avicole sur les terres d'un prêteur, sans réaliser de traitement particulier. Enfin, seulement 7 % des exploitations épandent sur leurs terres des déjections ayant subi un traitement préalable. Cette dualité entre retour au sol direct (dans l'exploitation) et via des échanges entre exploitations résulte des disparités de SAU entre exploitations avicoles. En filière chair, elle est en moyenne de 71 ha, ce qui contraste avec l'image de hors sol associé à priori à ce type de production. Toutefois, la taille de l'exploitation décroit fortement avec le degré de spécialisation avicole : de 115 ha dans les 19% d'exploitations où elle n'est que secondaire ou accessoire (moins de 25% des revenus), elle tombe à 38 ou 9 ha respectivement dans les 12,5 ou 15% d'exploitations où la spécialisation est prépondérante (plus de 75%) ou totale (100%). Or leur capacité d'élevage respective, exprimée en m^2 de

poulaillers, passe d'environ 700 m^2 pour la première à environ 1600 m^2 pour les dernières. Le problème du retour au sol, donc des échanges entre exploitations, est donc plus prégnant en régions de forte densité. En outre, dans le cas des volailles de chair sur parcours, davantage représentées dans les régions à faible densité, entre 20 et 80 % des déjections sont émises sur le parcours (selon les espèces, les particularités d'élevage et la zone géographique).

Le traitement préalable des fumiers est de nature à faciliter les échanges entre exploitations, en particulier à longue distance. En filière chair, 9 % des déjections subissent un traitement, lequel concerne la totalité des déjections de l'élevage dans les 2/3 des cas. Toutes filière confondues (y compris pondeuses et foie gras), le compostage apparait comme le type de traitement le plus courant, soit plus de 60%, le solde se répartissant entre déshydratation / séchage, séparation de phase et autres. Les fumiers de volailles de chair étant particulièrement bien adaptés au compostage, il est probable que cette méthode soit davantage représentée en filière chair que ponte (séchage de fientes en bâtiment) ou canards gras (séparation de phase de lisiers). Par l'élévation de température qu'il induit, le compostage présente l'avantage d'assurer une bonne hygiénisation des effluents, toujours susceptibles de contenir des organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) et donc de contaminer de manière indirecte les animaux ou l'homme (salmonelles notamment).

Le Compostage des fumiers de volailles sans retournement, avec utilisation de souches sauvages de microorganismes (classification AFNOR IA, sans danger ni pour l'homme ni pour les animaux ni pour l'environnement) sélectionnés sur leur aptitude à se développer sur des milieux peu dégradés apparait comme une solution particulièrement adaptée. Les microorganismes sont ensemencés par pulvérisation dans le bâtiment d'élevage ou lors de la mise en andain. Leur utilisation permet de s'affranchir des opérations de retournement et limite les émissions de NH3, tant à l'intérieur du bâtiment que lors du processus de compostage (Allain et Aubert 2009).

A2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal

L'éleveur est responsable de la mise en œuvre du plan d'élevage et de prophylaxie préconisé par l'OP. Il assure le suivi des problèmes d'élevage (souvent digestifs) dont l'apparition s'accompagne généralement de rejets excessifs (d'azote, notamment) et de gaspillage (ce qui dégrade l'indice de consommation au niveau de chaque animal) voire de mortalité (ce qui dégrade encore l'IC au niveau du lot). Un aménagement adéquat des accès aux bâtiments contribue à limiter les contaminations et donc les risques d'apparition des pathologies et les traitements qu'elles nécessitent. L'enquête Aviculture 2008 montre que dans le cas des élevages en claustration, 86% des bâtiments disposent à leur entrée d'une aire bétonnée d'au moins 25 m2 (facilement nettoyable et désinfectable) et 89% d'un sas sanitaire (comportant une zone civile dite « sale », une zone intermédiaire et une zone élevage dite « propre »), ces taux atteignant 93 et 96% exprimés en superficie des bâtiments, respectivement. Ces taux sont moindres en élevage plein-air, soit 45 et 59% des bâtiments (69 et 83% des superficies), respectivement.

Pour autant, les bonnes pratiques d'élevage (incluant l'utilisation effective et/ou optimale des aménagements de bâtiments) restent primordiales, comme illustré dans le cas de la contamination des élevages par les salmonelles, lesquelles constituent un problème majeur en aviculture de chair compte tenu de l'importance de leur implication dans les toxi-infections alimentaires. Une enquête épidémiologique réalisée à large échelle (Le Bouquin *et al.* 2010) a confirmé leur importance pour réduire, en fin de période d'élevage, le taux de prévalence des différents sérotypes de salmonelles dans les élevages de poulets de chair : démontage des dispositifs mobiles avant nettoyage et désinfection du bâtiment ; présence d'un conteneur d'équarrissage spécifique pour l'élimination des oiseaux morts (corrélé à d'autres pratiques de biosécurité telles que la décontamination des environs ou la vidange et le nettoyage des silos d'aliment) ; acidification de l'eau de boisson. A contrario, le risque de contamination était accru quand les voisins participaient à la mise en place des poussins d'un jour (contamination potentielle, notamment par les chaussures). En élevage de dindes, le même type

d'enquête (Aury *et a*l. 2010) a montré que de bonnes pratiques étaient également associées à une réduction de la prévalence des salmonelles : désinfection du sol suite au nettoyage du bâtiment entre deux bandes (négativement corrélée avec la pratique de l'élevage plein-air) ; réalisation en routine (en cours d'élevage) de tests de dépistage de salmonelles ; existence d'une pompe volumétrique permettant de maîtriser les paramètres chimiques de l'eau (acidification, chloration…) ainsi que l'intensité et la durée des traitements administrés (suppléments, désinfectants, vaccins, médicaments curatifs ou préventifs…). Paradoxalement, l'existence d'un pédiluve était associée à une augmentation de la prévalence des salmonelles, en lien avec une utilisation inappropriée (problèmes de nettoyage, négativement corrélé avec le changement de chaussures…). Les pratiques d'élevage sont également déterminantes en regard de la consommation d'antibiotiques, comme illustré dans le cas de la filière dinde (Chauvin *et al.* 2005a). Les plus fortes utilisations, exprimées en dose quotidienne, étaient associées à la mise en place de traitements antibiotiques à titre prophylactique (i.e., préventif) et pour satisfaire la résolution de problèmes techniques (problème de litière humide). A contrario, l'administration de flore de compétition et le respect des règles de biosécurité à l'entrée dans les bâtiments (changement de vêtements et de chaussures) étaient associés à une plus faible utilisation des antibiotiques.

Enfin, l'éleveur doit également assurer le suivi des pathologies indicatrices de bien-être animal, en lien avec la densité maximale autorisée en élevage de poulet de chair, soit au maximum 39 ou 42 kg/m^2 en l'absence d'apparition de ces pathologies (dont le choix a été laissé à la discrétion des Etats membres en application de la directive 2007-1943/CE).

Malgré la mise en œuvre de plans d'élevage et de prophylaxie prédéfinis et relativement standardisés, en pratique, de grandes disparités de performances entre éleveurs sont néanmoins observées dans le cadre de l'enquête avicole réalisée annuellement par les chambres d'agriculture du Grand Ouest, et ce pour tous les types de volailles de chair. A titre d'illustration, dans le cas du poulet standard, l'enquête 2010/2011 fait apparaitre les résultats suivants entre les 25 % meilleurs résultats de poulaillers spécialisés et la moyenne des lots de l'enquête : à poids vif moyen identique (1,88 kg), amélioration de l'indice de consommation de 0,025 points et du taux de pertes de 0,58 %, conduisant à une marge « poussin aliment » supérieure de 1,21 €/ m²/lot ; charges variables inférieures 0,24 €/m²/lot et nombre de lots supérieur de 2,6 %. L'addition de ces écarts minimes conduit à une différence de marge brute de 11,47 € m²/an, soit + 35 %, à rapporter à une surface moyenne de poulailler de l'ordre de 1 600 m^2. Une importante marge de progrès existe donc, qui ne relève que de la compétence et des soins apportés par les éleveurs. Dans cette perspective, la majorité des contrats sont jugés comme insuffisamment incitatifs en regard des performances obtenues, ce qui constitue le revers de la relative sécurité qu'ils apportent.

A2.4 - Fabrication d'aliment à la ferme

L'enquête aviculture 2008 montre qu'une fraction significative des exploitations produisant des volailles de chair produisent également des matières premières utilisables en alimentation des volailles : 15 % en dinde, 26 % en poulet, davantage pour les espèces de diversification (jusqu'à 45 % en filière gras dont la carcasse -hors foie gras- revient en filière chair). Toutefois, et pour chaque espèce, il s'agit d'exploitations de moindre capacité d'élevage, donc moins spécialisées. D'autre part, seule la moitié d'entre elles fabrique de l'aliment à la ferme. Malgré le fait que la fourniture d'aliment par l'OP constitue le cas général, il existe donc une fabrication marginale à la ferme, mais elle n'est significative qu'en filière gras. Le maïs y occupe vraisemblablement une part importante et on peut penser que c'est le cas également en production de volailles sur parcours en Aquitaine.

La fabrication à la ferme est donc susceptible de trouver une place en situation d'exploitations de grandes cultures détenant un atelier avicole à titre d'activité complémentaire. Ce mode de production d'aliment est généralement pénalisé par une moindre variété de matières premières disponibles (difficulté d'optimisation des formules) et par des outils de fabrication moins sophistiqués (limitation des traitements technologiques). Il ne semble donc pas adapté à un objectif d'indice de conversion optimal tel que recherché en aviculture

standard. Par contre, il pourrait convenir à une production de volailles sur parcours « alternatives » à croissance lente et valorisant des matières premières à faible concentration énergétique et/ou protéique disponibles sur place ou à proximité immédiate.

A2.5 - Équarrissage

Pour l'ensemble des filières avicoles, le tonnage annuel d'animaux morts destinés à l'équarrissage est de 55000 t dont 88 % de volailles de chair (canards gras inclus). Depuis le désengagement de l'état en 2009, le coût de l'équarrissage des volailles de chair (canards gras inclus) est supporté par la filière sur la base d'un accord volontaire géré par ATM Avicole-Volailles de chair, soit 10 % à la charge des éleveurs sur la base des volailles mises en place et 90 % à la charge des abattoirs sur la base des tonnages abattus. Le coût en est important du fait du transport, de la logistique et contraintes d'incinération ou de stérilisation sous pression. Outre leur consommation énergétique élevée, ces procédés sont émetteurs de GES donc peu performants au plan environnemental. La gestion des cadavres est encadrée par le Règlement CE/1069/2009 qui laisse place à l'utilisation d'autres méthodes que celles utilisées à ce jour pour autant qu'elles aient été autorisées sur la base d'une évaluation de leur capacité à réduire les risques à un niveau au moins équivalent à celui garanti par les méthodes de transformation. Depuis 2011, l'EFSA a autorisé la technique alternative de l'hydrolyse avec élimination ultérieure (incinération ou co-incinération des jus ou pasteurisation puis méthanisation) pour la seule espèce porcine mais cette méthode testée par l'IFIP présente de nombreux inconvénients (odeur, corrosion, dimensionnement…).

La faisabilité du compostage d'animaux entiers a été démontrée pour les différentes espèces d'élevage. Le procédé, également testé par l'IFIP, consiste à réaliser un mélange de cadavre dans un agent structurant (sciure ou paille) dans des proportions qui garantissent la dégradation des cadavres avec une phase d'élévation de température assurant un niveau d'abattement satisfaisant de la concentration en agents pathogènes. La température doit atteindre plus de 55 °C pendant plus de 72 heures en tout point à deux reprises, ce qui nécessite deux retournements. Le taux de réduction massique de l'ordre de 35 à 40 %, les os résiduels (dans le cas des porcs) représentant 3 % du poids final de compost produit. A l'issue de ce processus qui s'étale sur plusieurs mois, un produit stabilisé est obtenu. Sa valeur fertilisante est importante, mais son épandage n'est pas envisageable, la seule issue restant l'incinération compte tenu du niveau d'exigences requis par l'EFSA. L'autorisation de composter des cadavres à la ferme (porcs et volailles) a pourtant été accordée dans de nombreux états des Etats- Unis ou provinces du Canada, moyennant certaines restrictions relatives à la formation des utilisateurs (guides techniques, permis), aux dispositifs (étanchéité, impossibilité d'accès d'animaux vivants) et/ou l'épandage du produit obtenu (délais avant récolte ou interdiction en cas de culture maraichère ou assimilée). C'est également une pratique très courante au Brésil.

Le compostage des cadavres offre un excellent potentiel d'application à la ferme à faible coût. Il nécessite peu d'énergie et supprime les risques de contamination sanitaire liés au passage du service d'équarrissage. En filière avicole, compte tenu du faible gabarit des animaux, il pourrait être pratiqué en silo statique ou en cylindre rotatif. Si la première option s'impose en élevages spécialisés, la seconde pourrait être appropriée pour les ateliers de plus petite dimension.

A3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière et des territoires

A3.1 - Triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation

A3.1.a. Des leviers biotechniques totalement interdépendants

Les objectifs fixés en matière de performances d'élevage (âge et poids à l'enlèvement, indice de conversion) ainsi que de transformation (rendement à l'abattage et/ou à la découpe) conditionnent étroitement le choix des types génétiques et des formules d'aliment qui leur correspondent.

Considérés individuellement, chacun de ces leviers correspondent à une gamme diversifiée d'alternatives techniques et ont donné lieu à de nombreuses voies d'amélioration (revues par Blesbois et *al*., 2011) :

- En production standard, l'âge et le poids à l'abattage sont choisis en fonction de l'objectif de production. En poulet, ces objectifs sont particulièrement diversifiés selon les marchés visés : coquelet (issu de desserrement de parquets en cours d'élevage), léger export, standard et lourd. En dinde, la production reste jusque-là cantonnée à une gamme médium mais tend à s'alourdir par allongement de la durée d'élevage. Dans une perspective de découpe plus avancée et systématisée, il est possible d'alourdir le poids d'abattage par allongement de la durée d'élevage et en recourant à des souches lourdes (poulet et dinde). Ainsi, entre les âges de 35 et 63 j, le poids de poulets mâles de souche lourde a été multiplié par x 2,5. Le rendement en viande s'est amélioré, avec une tendance à l'accroissement du pH (donc du rendement de transformation technologique) jusqu'à 49 j, stable au-delà, sans impact sur les caractéristiques sensorielles et nutritionnelles (Baéza et *al*., 2011). En production sous signe de qualité, par contre, l'âge à l'abattage est contraint par les cahiers des charges pour des poids correspondant à des poulets PAC de type léger (certifié) ou lourd (label rouge, AB, AOC…) ;
- Une large diversité de types génétiques est d'ores et déjà disponible. En production standard, les entreprises de sélection sont d'envergure internationale et proposent des souches adaptées à la gamme d'objectifs de production les plus courants. En poulet, les souches standard utilisées en France sont le plus souvent issues de reproductrices nanifiées, ce qui réduit le coût de production du poussin mais leur procure un léger désavantage en matière de croissance et de poids vif, contrairement à la situation des souches lourdes à fort rendement de découpe qui ont renoncé à cette option pour maximiser le rendement en viande du produit final. En dinde, les souches médium sont très majoritairement utilisées en France. Le recours plus important à des souches lourdes permettrait d'améliorer le poids d'abattage et le rendement de découpe, mais nécessiterait une adaptation de la chaine logistique (transport et abattage notamment) du fait du changement de gabarit. En production sous signes de qualité, des souches colorées à croissance lente produites par les sélectionneurs français et issues systématiquement de souches nanifiées sont utilisées soit en croisement avec des souches standard (poulet certifié) soit en souches pures (label rouge, AB, AOC…) et ce pour les différentes espèces de chair. Les caractéristiques spécifiques de ces souches leur permettent de respecter l'âge minimal d'abattage imposé par les cahiers des charges sans générer de problèmes d'élevage ou de bien-être animal du fait de leur vitesse de croissance limitée. Dans une perspective d'itinéraire d'élevage de type extensif, la sélection de volailles de chair aptes à digérer plus efficacement des matières premières de moindre qualité apparait comme une voie complémentaire (de Verdal et *al*., 2011a et b ; Mignon-Grasteau et *al*., 2013) (cf. Encadré 1) ;
- Au niveau de la formulation des aliments destinés aux volailles de chair, la règle à priori est l'adaptation de la concentration énergétique et protéique de l'aliment aux objectifs de production (âge et poids abattage) ainsi que de transformation (rendement en viande) donc aux types génétiques utilisés à cette fin. De nombreuses améliorations ont permis de réduire l'impact environnemental (notamment rejets d'azote, phosphore et éléments trace métalliques ; consommation de phosphate minéral) de l'alimentation des volailles :
  - ✓ pratique du multi phases permettant d'ajuster les teneurs à l'évolution des besoins notamment protéiques selon les phases de la croissance ;
  - ✓ addition d'acides aminés de synthèse les plus limitant permettant une formulation en acides aminés proche de celle de la protéine idéale tout en réduisant globalement l'apport protéique d'origine végétale (teneur réduite en acides aminés non indispensables) ;
  - ✓ utilisation de phytases microbiennes permettant d'optimiser l'assimilation des phosphates des matières premières végétales donc de réduire les apports de phosphore minéral tout en limitant les rejets de phosphore mais aussi de cuivre et zinc dont l'assimilation est améliorée.

Encadré 1

Un modèle expérimental aux perspectives prometteuses : les lignées D+ / D-

Une efficacité alimentaire supérieure: Les lignées divergentes D+ / D- ont été sélectionnées sur leur capacité (élevée ou faible) à digérer efficacement une ration incluant une forte proportion de blé de médiocre qualité. Après 7 générations de sélection, la différence de performances est de +14,5 % pour le poids à 23 j et de -36,8 % pour l'indice de conversion alimentaire, en faveur des animaux D+ dont les performances sont par ailleurs plus homogènes. Cette sélection a induit des modifications significatives du tractus gastro-intestinal à l'origine de l'efficacité supérieure des animaux D+ (digestibilité de l'amidon de 96,3 % contre 88,4 % chez les D-). L'estimation à postériori des paramètres génétiques (héritabilité des différentes performances mesurées et corrélations génétiques entre elles) confirme la faisabilité d'une sélection sur l'efficacité digestive et de son impact favorable sur les performances d'élevage d'intérêt économique majeur (indice de conversion, vitesse de croissance).

Un impact environnemental réduit : De surcroît, le coefficient d'utilisation digestive supérieur de la matière sèche ingérée par les animaux D+ (+28,2 % par rapport aux D-) réduit significativement les quantités d'excrétas (-41,3 et 54,1 % en matière brute et matière sèche respectivement). Les coefficients de rétention de l'azote et du phosphore ingérés sont également améliorés, mais dans des proportions différentes (-34,9 % pour N et -19,0 pour P), ce qui induit un ratio N/P des fientes plus élevé de 25,4 % entre lignées.

Un critère de sélection difficile à mesurer mais pertinent : Les corrélations génétiques entre caractères d'efficacité digestive, d'excrétion et de morphologie du tractus gastro-intestinal confirment l'efficacité supérieure du critère utilisé pour réaliser la sélection (énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul) par rapport à une sélection réalisée sur le seul indice de conversion, pourtant fortement corrélé.

Conjuguée à l'amélioration des performances zootechniques, cette optimisation de la formulation alimentaire a conduit à une réduction très significative des rejets d'azote et de phosphore sur la décennie 1996/2006, entérinée par les recommandations 2006 du CORPEN (Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de d'environnement), en cours de révision une nouvelle fois depuis 2012.

L'optimisation de la combinaison de ces trois leviers constitue une autre voie d'amélioration des performances de la filière. Pour restructurer la gamme tout en la rendant plus compétitive, deux voies opposées mais complémentaires en termes d'intensification pourraient être suivies :

- En volaille standard, alourdir les poids d'abattage et les rendements en viande en massifiant et en standardisant la production :
  - ✓ allongement de la durée d'élevage avec adaptation corrélative des densités en bâtiments et le cas échéant de l'itinéraire d'élevage et de suivi sanitaire ;
  - ✓ recours à des souches lourdes (poulet, dinde) impliquant le cas échéant l'abandon des souches de femelles reproductrices nanifiées ; il en résulterait un gain de performances (croissance, IC, rendement filet) malgré un léger renchérissement du coût des poussins ;
  - ✓ restructuration de l'accouvage avec agrandissement de la taille des cheptels reproducteurs produisant les œufs à couver (OAC) et de la capacité des couvoirs permettant une meilleure homogénéité des lots mis en incubation ; il en résulterait une amélioration de la qualité et de la viabilité des poussins ;
  - ✓ recours à des aliments de plus forte concentration énergétique et protéique ; il en résulterait une meilleure expression du potentiel génétique des animaux malgré un surcoût alimentaire résultant de l'emploi de matières premières de meilleure qualité.
- En production sous signes de qualité, améliorer la rentabilité sans nuire à la qualité :
  - ✓ la réduction de l'âge à l'abattage via une modification des cahiers des charges est évoquée de manière récurrente comme une solution pour réduire les coûts ; le risque est alors de réduire les différences qualitatives par rapport au standard ;
  - ✓ une alternative consisterait à recourir à des aliments moins couteux, élaborés à partir de matières premières à moindre concentration énergétique et/ou protéique, l'âge et le poids à l'abattage

étant maintenus constant pour préserver la qualité organoleptique des produits ; cette voie impliquerait une sélection d'animaux plus aptes à digérer ce type de ration, à vitesse de croissance (lente) identique sur le modèle expérimenté par l'Inra (lignées à digestibilité contrastées D+ / D-).

A3.1.b. Une filière intégrée mais pas optimisée

Le choix du triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation relève majoritairement de l'OP qui a un rôle de coordination et de construction de la performance globale de la filière :

- Fourniture des intrants (et responsabilité de leur qualité) aux éleveurs :
  - ✓ aliment : un lien exclusif avec un fabriquant d'aliment (FAB) du bétail existe le plus souvent ; l'incitation du FAB à fournir un aliment « de qualité » est dépendante du type de contrat mais de manière trop peu dépendante des performances obtenues ;
  - ✓ poussins : les relations sont moins formalisées avec les couvoirs (pas de contrat écrit) ; les choix d'itinéraire technique et d'aliment ne sont pas toujours cohérents avec potentiel génétique des animaux.
- Mise en place et contrôle des cahiers des charges techniques et sanitaires.

Toutefois, si la filière volailles de chair est intégrée, elle est insuffisamment optimisée, comme pointé par le rapport AND / IFIP / ITAVI :

- Chaque maillon cherche à produire au moindre coût (accouvage, aliment, abattage / transformation) d'où un relatif nivellement par le bas qui limite les performances des autres maillons.
- La recherche d'une meilleure plus-value globale au niveau de l'ensemble de la filière serait donc préférable, sur le modèle du bassin de production du nord de l'Europe, ce qui pose le problème de la répartition des marges ; le même rapport AND / IFIP / ITAVI pointe en effet également le fait que les taux de rentabilité des maillons centraux (éleveurs et entreprises d'abattage / découpe) sont très bas ou négatifs depuis de nombreuses années, contrairement aux industries très en amont (fournisseurs d'additifs, firmes services et premixers, fournisseurs de génétique et de santé animale) et aval (seconde transformation et distribution) qui sont mieux loties.

A3.2 - Sécurité sanitaire des viandes de volailles

Les enquêtes épidémiologiques (Le Bouquin *et al*. 2010 ; Aury *et al*. 2010) réalisées dans les années 2005/2006 et 2006/2007 dans une perspective d'application du règlement CE n° 646/2007, relatif à la fixation d'un objectif communautaire pour la réduction de la prévalence de Salmonella Enteritidis et Salmonella Typhimurium chez les poulets de chair, ont montré les progrès substantiels réalisés en une décennie par la filière, avec un taux de prévalence inférieur à l'objectif fixé (≤ 1%) dans le cas du poulet de chair, légèrement supérieur dans le cas de la dinde (pour laquelle aucun objectif communautaire n'est encore fixé). Ces progrès résultent pour partie des dispositions prises dans un cadre réglementaire à compter de 1998 au niveau des cheptels reproducteurs, limitant ainsi la contamination verticale.

En matière de consommation d'antibiotiques, l'effet de l'arrêt de leur utilisation comme additifs à l'alimentation animale (facteurs de croissance) a pu être mesuré sur le taux de résistance des souches d'Enterococcus faecium isolées à l'abattoir des fèces de caeca de poulet (Chauvin *et al*. 2005b). Une réduction de la résistance aux streptogramines a été observée après le retrait de la virginiamycine fin 1998, de même qu'une réduction de la résistance à l'avilamycine à partir de 2001 du fait d'une anticipation par les producteurs de son arrêt d'utilisation programmé à compter de 2005. Par contre, malgré l'arrêt d'utilisation en 1998 de deux macrolides, la résistance à l'érythromycine (marqueur pour cette classe) n'a pas évolué vers la réduction car ces molécules continuent d'être utilisées comme médicament vétérinaire. Le rapport annuel de l'ANSES sur la consommation de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques (ANSES 2012) montre que chez les volailles (toutes filières confondues), l'exposition estimée aux antibiotiques a augmenté de 1999 à 2006 et reste relativement stable depuis,

soit une augmentation de 59,3 % sur les 13 années de suivi. L'exposition a diminué de 1,6 % sur les 5 dernières années et de 4,0 % sur les 2 dernières années. Sur les cinq dernières années, l'exposition à six familles d'antibiotiques a néanmoins augmenté. Dans la perspective du plan EcoAntibio 2017, d'importants progrès restent donc à faire en matière de prévention, i.e. de mise en œuvre de mesures alternatives de biosécurité.

A3.3 - Gestion collective des effluents

Bien que les échanges de fumiers entre exploitations soient déjà importants en filière avicole (parfois sur des distances significatives, y compris après traitement sur l'exploitation d'origine), le traitement collectif serait de nature à faciliter la gestion des effluents d'élevages avicoles de chair en zones à forte densité (particulièrement en ZES). Une production d'engrais organiques standardisés, à priori très riches en phosphore (sauf co-production avec des effluents d'autres espèces), est envisageable, avec valorisation énergétique associée, le cas échéant. Ces solutions de ce type ont été mises en œuvre dans d'autres pays européens, aux Pays-Bas notamment où la centrale de Moerdijk traite l'équivalent d'environ 1/5ème de la production française de fumier de volailles. Le méthane dégagé par les déchets organiques est brûlé pour produire de l'électricité et les résidus sont transformés en engrais.

A3.4 - Consommation de matières premières végétales produites localement

La contractualisation est peu favorable à des stratégies de couplage production / consommation de matières premières produites au niveau régional, car l'approvisionnement en matières premières utilisées en alimentation des volailles reste à la discrétion des fabricants d'aliment du bétail.

Pour autant, dans certaines régions de grande culture productrices d'abondantes matières premières (céréales…) et coproduits (tourteaux d'oléagineux…) et à faible densité d'élevages avicoles, un couplage production / consommation conserve un intérêt potentiel. Par nature, il serait plutôt adapté à une production de volailles à croissance lente valorisant des matières à faible concentration énergétique et/ou protéique. Ce type de production va dans le sens des politiques régionales, peu portées sur la compétitivité de la filière industrielle mais plutôt sur le développement des modèles alternatifs, du moins hors Grand Ouest.

A4 - Favoriser les évolutions souhaitables aux niveaux éleveur, interprofessionnel, sociétal et des pouvoirs publics

L'amélioration de la durabilité de la filière volailles de chair passe par la restauration de sa compétitivité, laquelle implique des centres de décision nombreux, à des niveaux différents mais tous interdépendants.

A4.1 - Inciter les chefs d'exploitations agricoles à maintenir, développer ou créer un atelier avicole

Le rôle de l'aviculteur reste déterminant puisqu'il constitue le maillon central de la filière de production. Depuis de nombreuses années, le taux de rentabilité des ateliers avicoles de chair est faible voire négatif. L'acceptabilité sociétale de ce type d'élevage, perçu comme hyper intensif si ce n'est concentrationnaire, se dégrade. Des évolutions fortes sont donc indispensables pour inverser la tendance au repli qui prévaut depuis une décennie.

Parmi les recommandations figurant dans les rapports traitant de la compétitivité de la filière, les mesures suivantes sont considérées comme susceptibles de favoriser un regain d'intérêt pour le métier d'aviculteur :

- accroitre la taille des élevages pour permettre une plus grande spécialisation, ce qui génère des besoins importants de formation de la main d'œuvre, tant initiale que continue ;
- moderniser le parc de bâtiments, ce qui implique, pour le chef d'exploitation amené à investir, d'une part une visibilité et une sécurité d'écoulement de production sur le long terme permettant l'accès à des prêts bancaires, d'autre part la possibilité de voir aboutir dans des délais raisonnables les demandes d'installation ou d'agrandissement (lesquelles sont conditionnées par les procédures ICPE et parfois les oppositions locales des riverains) ;
- rendre les contrats d'intégration plus incitatifs au plan technique, sans leur retirer une trop grande part de la sécurité qu'ils apportent, en particulier dans un contexte de volatilité des prix particulièrement marqué depuis quelques années.

A4.2 - Instaurer ou restaurer une concertation à différents niveaux de la filière et de son aval

Malgré son rôle pivot, l'aviculteur ne peut agir seul. Dans une filière contractualisée comme l'aviculture de chair, l'amélioration des performances économiques, sociales et environnementales repose largement sur des centres de décision externes à l'exploitation, et ce dans une proportion bien plus importante que dans beaucoup d'autres filières animales. Pour autant, cette filière intégrée reste sous optimisée et se trouve en interaction forte avec (si ce n'est dépendante de) son aval, et ce dans un marché hyper concurrentiel et mondialisé. Nombre de recommandations en la matière figurent également dans les rapports traitant de la compétitivité de la filière.

A4.2.a - Améliorer l'interaction entre les maillons de la filière proprement dite

Un premier niveau concerne la stratégie des entreprises (OP). L'amélioration de l'efficacité globale de la filière (aliment du bétail / accouvage / élevage / abattage / 1ère et 2nde transformation) passe par :

- une meilleure optimisation au niveau du triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation, pour inciter à la performance maximale à chaque maillon plutôt que de rechercher le coût le plus bas en pénalisant les maillons dépendants ;
- le renouvellement des outils industriels d'amont (accouvage) et d'aval (transport, abattage, transformation) dont certains sont en limite de vétusté.

Le second niveau concerne la mise en place d'une dynamique collective passant par :

- la mise en place d'une interprofession volaille de chair unique (par contraste avec la multiplicité et les limites des interprofessions existantes), de façon à définir et mettre en place une stratégie collective de promotion de la volaille française dans sa diversité ainsi qu'une concertation avec l'aval de la filière ;
- le cas échéant, la définition des besoins et la mise en place de dispositifs collectifs de traitement et de valorisation des fumiers.

A4.2.b - Instaurer une concertation à profit partagé entre la filière et la distribution

La réduction du prix de revient des produits avicoles de chair livrés à l'aval de la filière (distributeurs, mais aussi RHD, dont les appels d'offre impliquent la disponibilité de volumes considérables) implique de réduire l'ensemble des coûts, notamment de certification, d'allotement et de conditionnement, lesquels sont démultipliés par l'existence de trop nombreux cahiers des charges intra-segment. Cette réduction de l'hyper-segmentation ne peut passer que par une entente nationale avec l'aval. La GMS pourrait y trouver son compte, la tendance à la réduction de la taille moyenne des magasins n'étant pas favorable à la démultiplication des gammes. Or, comme souligné précédemment, le maintien d'une diversification effective en termes de gamme (tant en produits standard que sous signes de qualité) passe d'une part par la réduction de la segmentation « cosmétique », et d'autre part par un meilleur positionnement de la filière sur le segment manquant de la volaille lourde proposée en prix d'appel ou recherchée par la RHD.

Le contenu des cahiers des charges à élaborer sur la base d'un catalogue national est un autre chantier à ouvrir. L'interdiction des graisses animales, au motif que les consommateurs réclament pour les volailles un aliment 100 % végétal, génère en effet des distorsions de concurrence, par ailleurs sans impact sur la consommation de produits importés à plus bas prix. La réincorporation des protéines animales transformées (PAT) prévue à brève échéance par la réglementation communautaire pourrait également y être abordée, mais l'expérience récente de la filière piscicole laisse penser que les questions d'acceptabilité sociétale prendront le pas sur les arguments techniques et sanitaires, du moins en France…

Enfin, une entente sur les modalités de gestion et de répercussion de la volatilité des prix des matières premières végétales serait plus que nécessaire en filière avicole, mais la résolution de ce problème relève d'un niveau supra, d'autant que d'autres filières sont également concernées.

A4.3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat

L'Etat est à même de jouer un rôle de facilitateur :

- en stimulant et en aidant à la création d'une interprofession volailles de chair à la fois complète (tous types de poulets) et unifiée ;
- en intercédant dans les relations entre la filière et son aval pour faciliter notamment la mise en place d'une gamme basique de produits (catalogue national) et d'une stratégie collective de promotion de la volaille française (Volaille de France, à l'instar des 5D allemand ou du « Buy British » anglais) ;
- en organisant le dialogue avec les associations environnementales et de bien-être animal ;
- en aidant financièrement la construction ou la rénovation des bâtiments ainsi que l'adaptation et/ou la modernisation des outils d'amont (accouvage) et d'aval (abattage, première transformation).

Au titre de ses missions de négociations internationales et régaliennes, l'Etat devrait également :

- soutenir le principe des restitutions concernant le poulet export, sur lequel la CE reste floue ; elles semblent pourtant faire l'objet de peu d'oppositions effectives (tant de la part des partenaires de l'UE que du Brésil) et leur poids budgétaire reste modeste en regard du gisement d'emploi en zones sensibles qu'elles maintiennent (Centre Bretagne notamment) ;
- assurer une équité d'application de la réglementation sanitaire et environnementale communautaire ; malgré le ressenti des opérateurs, de réelles disparités d'application entre états membres sont difficiles à étayer ; toutefois, les rapport Rouault et CGAAER de 2010 pointent quelques cas concrets : lutte contre la salmonellose, utilisation des graisses animales, qualification (donc valorisation) des viandes séparées mécaniquement (VSM), conditions de valorisation d'une partie des lots saisis pour motif sanitaire (cf. Encadré 2) ;
- parmi les disparités génératrices de distorsions de concurrence intra-UE figurent également la fiscalité (régime de TVA), le coût du travail salarié (emploi de main d'œuvre à bas prix au titre de la directive 97/71 CE dite « détachement » en Allemagne), le coût de l'équarrissage (parfois subventionné) ; toutefois, ces disparités ne sont pas spécifiques des filières avicoles ; des actions auprès de la CE ont été intentées de la part de l'Etats ou d'organisations professionnelles pour certaines d'entre elles ;
- enfin, l'Etat pourrait faire évaluer par l'ANSES puis l'EFSA les risques sanitaires associés à élimination des cadavres par compostage.

Encadré 2.

Quelques disparités d'application de la réglementation entre Etats membres de l'UE

Lutte contre la salmonellose : Le règlement 646/2007/CE fixait pour objectif un taux d'infection inférieur à 1 % pour les poulets de chair (avant le 31/12/2011). La réglementation française, plus contraignante que les dispositions communautaires (prélèvements importants sur chaque lot au niveau de l'abattoir ; durée de validité réduite) permettait dès 2010 d'atteindre des taux en deçà de cet objectif. En filière dinde, où le programme de dépistage a d'ores et déjà débuté à titre volontaire, la durée de validité réduite des analyses, parfois inférieure à l'étalement dans le temps de l'abattage des lots, entraîne un coût économique non négligeable.

Utilisation des graisses animales en alimentation animale : Les contraintes relatives à l'utilisation des graisses de porcs ou de volailles ont été levées, tant au plan communautaire que national. Il n'existe donc pas de distorsion de concurrence de nature réglementaire. Toutefois, en pratique, les cahiers des charges distributeurs proscrivent leur utilisation.

Viandes séparées mécaniquement (VSM) : La séparation de la viande restant sur des pièces (aile, pilon) ou carcasses de volaille conduit à deux types de VSM en fonction de leurs caractéristiques et de leurs conditions de production : pâte (VSM classique) de moindre valeur, ou fibres musculaires ayant conservé leur texture (VSM de haute qualité, ou « viande gros grain ») utilisables dans des préparations plus élaborées. Des disparités existeraient entre Etats sur l'assimilation de ces dernières à des viandes, mieux valorisées sur une base réglementaire. La France a saisi la CE sur ce point.

Sous-produits d'équarrissage et de saisies : Dès lors qu'un lot de volailles est saisi pour motif sanitaire, la totalité des sous-produits (hors plumes et sang) est classée en catégorie 2 à éliminer par incinération ou enfouissement, en l'absence de tri individuel des carcasses. Des conditions de classement des carcasses intra-lot permettraient de valoriser la fraction de carcasses non atteintes en alimentation pour animaux familiers par reclassement en catégorie 3.

B - Spécificités de la filière ponte

B1 - Eléments de contexte

Selon les estimations de la FAO, la production mondiale d'œufs de poules a progressé à un rythme de 2,2 % par an sur la dernière décennie pour atteindre 65 M de tonnes en 2011. La Chine représente à elle seule 37 %, loin devant l'UE à 27 qui totalise 10 % de la production. Dans ce contexte mondial dynamique, la consommation européenne d'œufs tend à se tasser. Sur la décennie 2000/2010 (soit juste avant les fluctuations induites temporairement par la mise aux normes des conditions de logement des poules pondeuses), la production européenne s'était presque stabilisée (- 0,5 % par an pour l'UE à 25), l'Europe se maintenant en situation d'autosuffisance (aux environs de 102 %), avec de fortes disparités entre pays en termes de nombre d'œufs consommés par habitant (écarts du simple au double) (Figure 6).

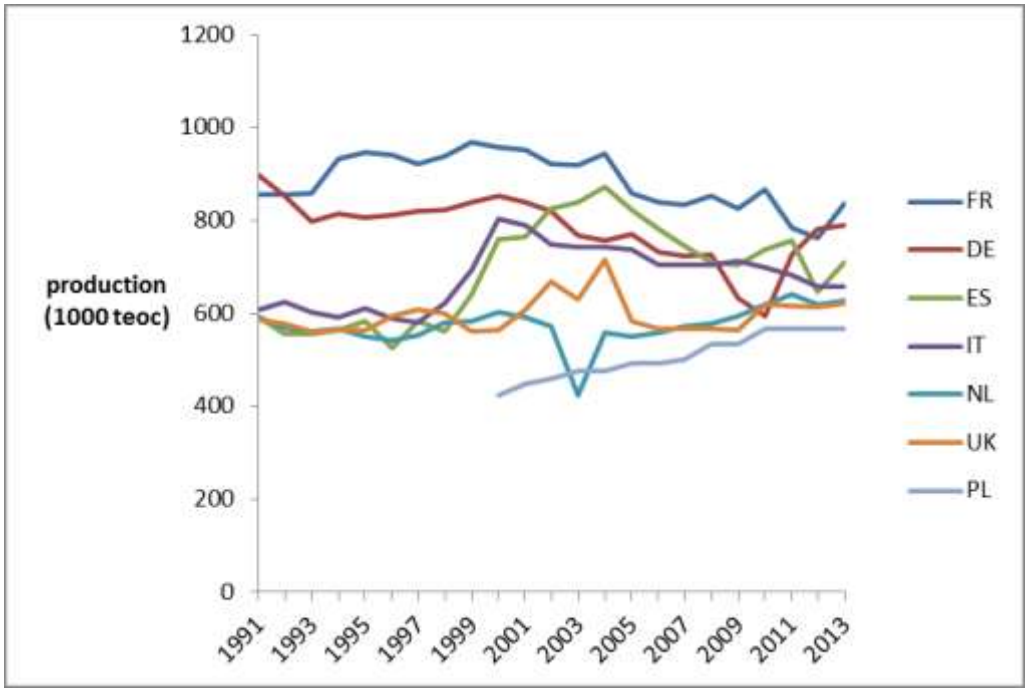


Figure 6 : *Production des principaux pays producteurs d'œufs de consommation (exprimée en teoc = tonnes équivalent œuf coquille) ; Source : ITAVI d'après SSP et Commission Européenne (données 2013 estimées)*

Deux tendances communes se dégagent cependant de l'analyse de la consommation au sein de l'UE : la part croissante des ovoproduits (liquides ou séchés) dans la consommation globale d'une part, et le développement de la part des œufs alternatifs (sol, plein-air, Bio) dans la consommation d'œufs en coquille à domicile (hors RHD) d'autre part. Comme pour la consommation globale, de fortes disparités sont également observées entre pays, tant pour la proportion consommée sous forme d'ovoproduits (de quelques % à plus de 40 %) que pour la part des œufs alternatifs (de quelques % à plus de 90 % de poules élevées hors cages y compris aménagées en 2011, soit juste avant la mise aux normes des conditions de logement des poules pondeuses).

Les quantités d'œufs transformées en ovoproduits dans l'ensemble de l'UE sont difficiles à estimer compte tenu de la diversité des produits obtenus, de l'imprécision de certaines données fournies voire de l'absence de données concernant certains pays membres. Selon les enquêtes Prodcom antérieures (diligentées par Agreste), la production s'est beaucoup développée entre 2003 et 2007 (+ 30 %), année où elle aurait atteint un sommet représentant un peu moins de 1/5 de la production totale d'œufs de l'UE 27. Toutefois, la reconstitution par enquête complémentaire des volumes d'ovoproduits élaborés en 2009 dans l'UE à 27 (Riffard et *al*., 2011) montre qu'ils représentaient presque 30 % des quantités totales d'œufs produites. La France y apparaissait comme le premier pays producteur (19 à 20 % du total européen), la part d'œufs transformés s'établissant aux environs de 40 %. A ce jour, cette valorisation sous forme d'ovoproduits ne se traduit pas par des conditions de production foncièrement différentes au stade de l'élevage mais plutôt par une complémentarité avec la production d'œufs coquilles, les œufs déclassés ou hors calibre (début ou fin de ponte en particulier) étant préférentiellement utilisés, quoique non exclusivement. En pratique, et pour des raisons de coût de revient, ils sont majoritairement issus de poules élevées en cages (obligatoirement aménagées, à compter du 1/1/2012), bien qu'une demande d'ovoproduits issus d'œufs alternatifs émerge, à des fins de différenciation.

La production d'œufs alternatifs, par contre, implique une véritable segmentation au stade de la production puisque ces œufs doivent être issus exclusivement de poules élevées au sol (sur un seul

niveau, situation dominante en France, ou en volières sur deux ou trois niveaux, situation dominante en Europe du Nord), en plein-air ou en Bio. La part de ces productions dans l'UE à 27 est estimée via l'importance relative des cheptels élevés en systèmes alternatifs par rapport au total, cages incluses. Depuis le début des années 2000, et dans la perspective de l'application des dispositions prévues par la Directive 1999/74/CE établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses à compter du 1/1/2012, cette part est passée de 11 % en 2000 (UE à 15) à 35 % en 2010 (UE à 27). Pour la France, elle s'établissait à 22 % en 2010.

Selon les statistiques 2010 de la FAO, les échanges internationaux d'œufs et d'ovoproduits restent limités tant en termes de volume (4 % environ de la production mondiale, échanges intra-UE inclus) que de distances entre pays exportateurs et importateurs (majorité de flux commerciaux intra-UE). Ces particularités résultent de la nature des produits, tant œufs coquille qu'ovoproduits liquides (volumes, dates de péremption), les ovoproduits séchés faisant exception. En 2010, les œufs coquille représentaient encore la grande majorité des échanges (78 %). La part des ovoproduits reste donc modeste (10 % et 12 % des échanges pour les produits liquides et séchés, respectivement) mais leurs échanges ont connu un important développement sur la dernière décennie (+ 90 %, tant pour les produits liquides que séchés). La France est structurellement déficitaire en œufs coquille mais restait excédentaire en ovoproduits jusqu'à 2010 (la dégradation ultérieure résultant au moins pour partie de la mise aux normes tardive des élevages à compter de 2011) (Figures 7 et 8).

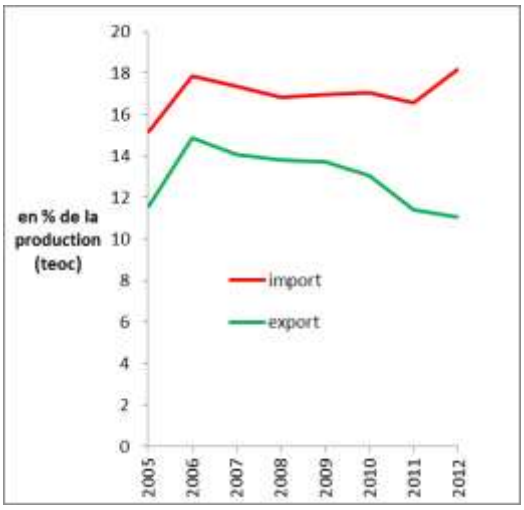


Figure 7 *: Importations et exportations françaises d'œufs et d'ovoproduits (teoc) en volume, exprimées en % de la production ; Source : d'après données Agreste*

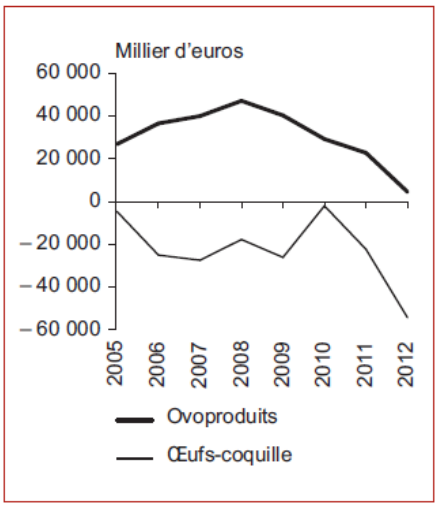


Figure 8 *: Solde des échanges en valeur pour les œufs coquille et les ovoproduits ; Source : Agreste*

Des comparaisons internationales de coût de production des œufs de consommation ont également été réalisées par le LEI de Wageningen (Van Horne 2008, 2012b) dans le cas des systèmes de production en cage conventionnelle. Elles montrent d'une part des différences de coût de production entre pays européens encore minimes mais tendant à se renforcer, d'autre part des écarts très significatifs avec des pays hors UE, Etats-Unis et Brésil en particulier (- 25 à 30 %). Selon les projections réalisées, la mise en œuvre des dispositions communautaires en matière de bien-être animal (conditions de logement, épointage du bec) et de lutte contre la salmonellose devaient induire, à compter de 2012, un surcoût de l'ordre de 7 à 13 % (selon les pays) en défaveur des pays européens, pour l'essentiel du fait du passage aux cages aménagées. En l'absence de réciprocité dans le cadre des accords de l'OMC, ce renforcement du différentiel de compétitivité des pays hors UE pourrait devenir crucial si les ovoproduits séchés étaient substitués significativement aux ovoproduits liquides dans les produits de seconde transformation ou en RHD.

La production d'œufs de consommation est extrêmement concentrée en termes de nombre d'élevages. D'après le recensement agricole de 2010, 65 % des poules pondeuses sont détenues dans des élevages de 50000 têtes et plus, lesquels ne représentent que 13,4 % des exploitations d'au moins 1000 têtes. A contrario, la classe de taille d'élevage de 2000 à 10000 têtes est de loin la plus représentée, soit 54,4 %, alors qu'elle ne représente que 12,5 % des effectifs détenus. Cette dichotomie coïncide avec la segmentation des modes de production. Selon les données fournies à la CE pour l'exercice 2010, la taille moyenne des 912 élevages conventionnels (cages, déjà aménagées ou non) était de plus de 38000 têtes, celles des 1669 élevages alternatifs (sol, plein-air, Bio) n'étant que d'un peu plus de 6000 têtes (majoritairement en système plein-air). Au plan géographique, la production d'œufs de consommation est également très concentrée, mais plus particulièrement en systèmes cage qu'en systèmes alternatifs. D'après l'enquête avicole 2008, la Bretagne représentait à elle seule 47 % des capacités de production en cages (Figure 9), contre 28 % seulement en systèmes alternatifs (Figure 10), les Pays de Loire et Rhône-Alpes représentant chacun 15 % du total. Toutefois, cette répartition est susceptible d'avoir été impactée par la mise aux normes des conditions de logement des poules pondeuses à compter de 2012, sans impact sur les élevages alternatifs mais ayant généré des fermetures d'ateliers en systèmes cage.

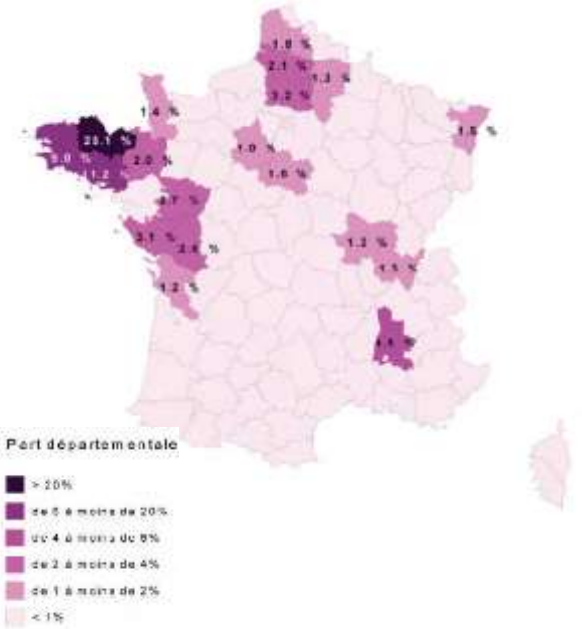


Figure 9 : *Répartition des capacités de production de poules pondeuses en système cage en 2008 (en % des places disponibles) ; Source : ITAVI*

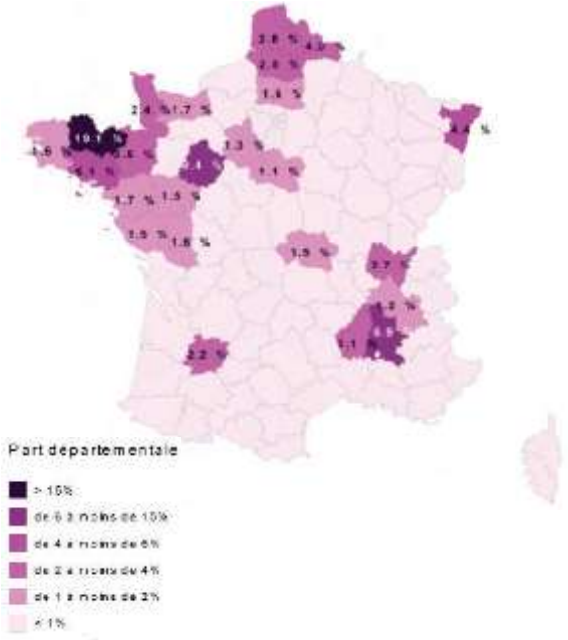


Figure 10 *: Répartition des capacités de production de poules pondeuses en systèmes alternatifs en 2008 (en % des places disponibles) ; Source : d'après Agreste enquête « Aviculture 2008*

L'enquête avicole 2008 montre que le profil d'âge des chefs d'exploitation avicoles n'est pas différent en filière ponte. Par contre, les formes sociétaires, en particulier privées, y sont plus importantes, de même que la main d'œuvre employée, laquelle comporte une forte proportion de salariés. La spécialisation des exploitations est très forte : totale pour 31 % d'entre elles, prépondérante ou très importante (>75 % ou > 50 % du revenu) pour 19 et 20 % d'entre elles, la capacité moyenne des élevages s'accroissant par ailleurs avec le degré de spécialisation de l'exploitation. L'âge moyen des bâtiments de ponte est plutôt moins élevé qu'en filière chair, mais ce constat concerne plus spécifiquement les systèmes alternatifs dont le développement est proportionnellement plus récent. En amont des ateliers de pondeuses, par contre, l'enquête 2008 faisait ressortir l'extrême vétusté des bâtiments d'élevage de poulettes (32 % antérieurs à 1975, 22 ans d'âge moyen pour ceux construits depuis cette date).

L'organisation de la filière œuf est multiple et complexe (FranceAgriMer, 2011). Une part non négligeable, difficile à estimer (de l'ordre de 1/5), échappe à toute forme d'organisation. Il s'agit d'éleveurs indépendants souhaitant conserver toute latitude dans la négociation de l'achat de l'aliment et de la vente des œufs (de gré à gré ou au prix de marché spot). Les éleveurs conditionneurs indépendants assurent eux-mêmes le conditionnement et l'écoulement de leurs œufs. Ils contractualisent pour tout ou partie de la production avec des négociants, grossistes ou GMS, généralement à court terme (un an ou une bande de ponte) et avec prix de vente indexé (sur prix de marché ou prix d'aliment). Selon l'enquête avicole 2008, un peu plus de 1/5 des élevages, représentant 43 % de la capacité de production, étaient équipés de matériel de conditionnement automatique (le taux d'équipement étant plutôt modeste dans les trois principales régions de production). Les producteurs en contrat avec l'aval se rapprochent du groupe précédent mais vendent leurs œufs à des centres de conditionnement et/ou des industriels spécialistes des ovoproduits avec des modes de contractualisation vraisemblablement plus proches de l'intégration. Dans le cas des éleveurs intégrés, l'éleveur met à disposition ses bâtiments et la main d'œuvre. La firme intégratrice (fabricant d'aliments) fournit l'aliment, les poulettes, l'appui technique, assure la collecte des œufs et la reprise des poules de réforme. Le contrat porte le plus souvent sur le long terme (3 à 5 ans environ) avec des formes de rémunération très diverses soit indexées (sur prix de marché et/ou d'aliment), soit assurant une plus grande stabilité de marge (sur le modèle du contrat trois points de la filière volailles de chair). Le dernier modèle d'organisation est l'intégration verticale complète, les entreprises détenant l'ensemble des maillons de la filière, jusqu'à l'écoulement des œufs ou la fabrication d'ovoproduits.

Ainsi, l'élevage de poules pondeuses apparait dans la plupart des cas comme l'activité principale concentrant la majorité voire la totalité des ressources matérielles, humaines et financières de l'exploitation agricole. La contractualisation sur le modèle de l'intégration y est très présente (vraisemblablement de l'ordre de la moitié de la capacité de production), mais ne constitue pas la règle générale pour autant, en particulier dans les régions à faible densité de production où les éleveurs conditionneurs indépendants sont bien représentés. De ce fait, par contraste avec la filière volaille de chair, un plus grand nombre de leviers et marges de progrès biotechniques agissant sur le fonctionnement de l'atelier et/ou de l'exploitation peuvent être actionnés au niveau de l'exploitation elle-même, ou du moins dans une plus forte proportion des exploitations.

B2 - Leviers d'action au niveau des exploitations

B2.1 - Bâtiment d'élevage

L'enquête avicole 2008 montre que l'aménagement des bâtiments de ponte (type de cage ou de sol, éclairement, ventilation) varie sensiblement entre systèmes. En particulier, 80 % des bâtiments en système cages et 47 % en élevage au sol disposent d'une ventilation dynamique (ou plus rarement mixte), cette proportion se réduisant à 9 % en système plein-air. Le niveau d'équipement des bâtiments fermés (systèmes cages et sol) est donc plutôt élevé. Depuis cette date et principalement

à compter de fin 2010, d'importants travaux d'aménagement intérieur ont été réalisés pour permettre le remplacement des cages conventionnelles par des cages aménagées dans les nombreux élevages qui n'étaient pas encore en conformité avec la Directive 1999/74/CE (soit 55 % de la capacité en système cage en 2010). Ce remplacement n'était pas totalement achevé au 1/1/2012, cf. l'avis motivé de la Commission Européenne en date du 21 juin 2012.

En élevage de poules pondeuses d'œufs de consommation, les dépenses de chauffage sont inexistantes, compte tenu de la charge animale (l'entrée des poulettes ayant lieu vers 17-18 semaines d'âge). Les dépenses d'énergie directe sont donc essentiellement d'origine électrique et sont générées par de nombreux dispositifs automatisés ou non : alimentation, abreuvement, éclairage, ventilation, régulation, gestion des déjections… Selon une estimation restant à affiner (ADEME, 2007), elles seraient plus importantes en système cage que plein-air (3,15 kWh par place contre 2,45 kWh), mais les dispositifs de conditionnement ainsi que de traitement des déjections (déshydratation et granulation) voire de fabrication d'aliment à la ferme, également consommateurs d'énergie, y sont plus fréquents. Ces consommations peuvent difficilement être mises en regard de celles observées en filière chair (70 à 150 kWh/m² de bâtiment, variables selon les productions) puisqu'elles se rapportent à des unités de production non comparables. Toutefois, les comparaisons internationales réalisées par le LEI de Wageningen au titre du même exercice (2007) pour le poulet de chair d'une part, l'œuf de consommation en système cage d'autre part, montre que dans le cas de la France, le coût de l'énergie représente respectivement 3,4 % et 1,5 % du coût de production. Ces écarts sont cohérents avec le fait qu'en filière chair, 80 % des dépenses d'énergie sont représentées par le seul chauffage des bâtiments. Ainsi, en filière ponte, la question de l'économie voire de la production d'énergie au niveau du bâtiment reste d'actualité mais se révèle moins cruciale qu'en filière chair.

B2.2 - Gestion des effluents

La gestion des effluents de poules pondeuses diffère significativement selon le système de production. Au cours des dernières années, la gestion des fientes de poules en cages a évolué d'une gestion sous forme de lisier vers un système produisant in fine des fientes sèches. Les fientes sont stockées de un à quelques jours sur les tapis situés sous les cages où elles sont éventuellement soumises à un pré-séchage à l'aide de dispositifs variés (gaine de ventilation, éventail, chariot-sécheur…). Leur taux de matière sèche (MS) peut alors être porté de 25-35 % en l'état à 35-45 % avec pré-séchage. La mise en mouvement des tapis permet la récupération des déjections en bout de batterie par un convoyeur à bande qui les transporte soit vers un hangar de stockage en tas pour atteindre 60-80 % de MS au bout de quelques mois par un processus de séchage / compostage, soit vers un tunnel ou bâtiment de séchage avec étalement en couche mince sur support perforé et passage de flux d'air chaud en provenance du poulailler permettant d'atteindre un taux de MS de 80-85 % entre 8 et 72 heures. Le stockage en tas présente l'inconvénient d'accroitre les pertes d'azote, en particulier sous forme d'ammoniac, par rapport au séchage accéléré (30 % vs 25 %). Dans le cas des systèmes alternatifs au sol, avec ou sans accès au plein-air, les déjections sont gérées sous deux formes : fientes pures plus ou moins sèches sous les caillebotis (zone de ponte et d'abreuvement), fumier pour le reste du bâtiment.

Ainsi, pour la part la plus importante de la production, des effluents à haute teneur en MS, aisément exportables, peuvent être obtenus. L'enquête aviculture 2008 montrait qu'en filière ponte, 24 % des exploitations (systèmes cages et alternatifs confondus) pratiquaient déjà le traitement des déjections, lequel concernait la totalité des déjections dans 84 % de cas. Cette tendance lourde se justifie par la taille des ateliers de poules pondeuses en regard de la surface des exploitations et donc des surfaces épandables : 52000 et 36000 têtes, respectivement, pour les exploitations dont le niveau de spécialisation est total ou prépondérant (en système cages, à priori) pour une SAU de 9 ou 44 ha seulement. Seules les exploitations peu ou très peu spécialisées disposent d'une SAU conséquente (88 et 106 ha respectivement) par rapport aux cheptels détenus (13500 et 10000 têtes).

B2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal

En fonction de sa situation vis-à-vis des contrats qui le lient à l'aval (cahier des charges) et le cas échéant à l'amont (fourniture d'aliments et de poulettes), l'éleveur choisit ou utilise une souche génétique et un aliment donnés. Il met également en œuvre le programme d'élevage qu'il s'est fixé ou qui lui est préconisé (spécifications du cahier des charges et/ou de l'OP intégratrice). Comme dans le cas de la filière chair, un aménagement adéquat des accès aux bâtiments de ponte contribue à limiter les contaminations par des agents pathogènes et leurs problèmes subséquents. L'enquête Aviculture 2008 montre que la grande majorité des bâtiments de ponte disposent à leur entrée d'une aire bétonnée d'au moins 25 m2 (87% des bâtiments pour 92% des capacités) ainsi que d'un sas sanitaire (94% des bâtiments pour 98% des capacités), sans différences notables entre systèmes d'élevage (cages, sol ou plein-air).

Les bonnes pratiques d'élevage sont également déterminantes, mais les facteurs de risque apparaissent dépendants du système d'élevage (cages vs sol ou plein-air) comme illustré dans le cas de la contamination des cheptels en fin de cycle de ponte par les salmonelles. Une enquête épidémiologique réalisée à large échelle (Huneau-Salaün *et al*. 2009) a montré qu'en système cage, le risque de contamination s'accroissait avec la taille du cheptel (corrélée à l'existence d'un convoyeur d'œufs commun à plusieurs bâtiments) ainsi qu'avec le passage ou le stationnement des camions de livraison près de l'entrée de l'élevage (contamination par les roues ou les chaussures du conducteur). Dans le cas de l'élevage au sol, le risque de contamination s'accroissait avec la présence simultanée de cheptels de différents âges (par opposition à la gestion d'un unique cheptel en tout plein / tout vide), ainsi qu'en cas d'infection du précédent cheptel par les salmonelles (défaut de nettoyage et de désinfection, en particulier en plein-air). Par contre, l'existence d'un conteneur d'équarrissage spécifique pour l'élimination des oiseaux morts constituait un facteur de protection contre la contamination. Par ailleurs, la prévalence était plus élevée en système cage qu'au sol.

Les leviers biotechniques relatifs au triptyque conduite d'élevage, type génétique et aliment seront détaillés plus loin puisqu'ils sont mis en œuvre majoritairement au niveau de la filière, exception faite de la fabrication d'aliment et de la valorisation de céréales à la ferme.

Quant au choix du système d'élevage (cages ou alternatif), il relève de la seule décision individuelle de l'exploitant puisqu'il est conditionné, en amont, par l'aménagement ou la construction de bâtiment d'élevage ad hoc.

B2.4 - Fabrication d'aliment et valorisation de céréales à la ferme

L'enquête aviculture 2008 montre que 14 % seulement des exploitations élevant des poules pondeuses produisent également des matières premières utilisables en alimentation des volailles (à raison de 205 tonnes par exploitation en moyenne). Elles détiennent un nombre de têtes inférieur à celles n'en produisant pas, mais la différence (17 000 en moyenne, contre 24 000) n'est pas suffisante pour en déduire qu'elles soient nettement moins spécialisées. Parmi celles-ci, 60 % fabriquent de l'aliment à la ferme. On peut présumer qu'il s'agit d'exploitations préférentiellement situées en régions de grande culture, disposant de matières premières produites localement ainsi que de cheptels de taille significative, pas forcément en systèmes alternatifs. En filière ponte, la fabrication à la ferme reste néanmoins marginale.

L'incorporation à l'aliment de nutriments se présentant sous forme de particules fines, tels que les vitamines, minéraux et acides aminés, constitue une difficulté si l'atelier de fabrication à la ferme ne dispose pas d'un équipement adéquat de granulation. La présentation de l'aliment doit en effet être adaptée au comportement des pondeuses, qui sélectionnent leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules par rapport au bec. Ainsi, les graines entières sont bien ingérées, tandis que les particules fines ont tendance à percoler au fond de la mangeoire. Une solution particulièrement bien adaptée aux exploitations de grandes cultures disposant d'un atelier ponte de petite taille (plutôt en

système alternatif, de ce fait) consiste à distribuer des céréales entières (tel le blé) d'une part, et un aliment complémentaire concentrant l'apport de protéines, minéraux et vitamines d'autre part, soit présentés en mélange, soit distribués séparément par séquence (matin vs après-midi). Cette alternative avantageuse tant au plan économique qu'environnemental (réduction du transport des céréales et du coût énergétique lié au broyage, baisse du coût de production du fait de l'efficacité alimentaire) nécessite simplement de disposer de deux silos et de contrôler avec précision les niveaux d'apport de l'aliment complémentaire et de la céréale.

B3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière

En filière ponte, hormis la distinction majeure entre systèmes cages et systèmes alternatifs, la diversité des conduites d'élevages, types génétiques et formules d'aliment est globalement moindre qu'en filière volailles de chair. Les itinéraires techniques sont donc moins contrastés, y compris entre production « conventionnelle » (incluant de fait une part de systèmes alternatifs) et production sous signes de qualité stricto sensu.

B3.1 - Conduite d'élevage

En matière de conduite d'élevage, l'élément essentiel de diversification est le système d'élevage, qui correspond étroitement à un type de logement donné : cages aménagées ou élevage au sol, soit en bâtiment fermé (volières), soit avec accès à l'extérieur (plein-air, Bio). Ces différentes options correspondent à des niveaux progressifs d'enrichissement du milieu et d'accroissement de l'espace disponible par animal. Le surcoût induit par ces dispositifs a été évalué à 8 %, 21 % et 41 % respectivement pour les cages aménagées, les volières et l'élevage plein-air, par rapport aux cages standard collectives utilisées jusqu'à 2012 (Magdelaine et Braine, 2010). Dans le cas des œufs commercialisés au détail en coquille, l'indication du mode d'élevage est obligatoire (en clair sur les boites mais aussi par un code sur les œufs), ce qui permet de mieux valoriser les produits d'élevages alternatifs. Les cahiers des charges sont très répandus et ne concernent pas uniquement les produits sous signe de qualité officiel (Certifié, Label Rouge, AB…) mais également de nombreuses marques distributeurs. Le système d'élevage impacte légèrement le poids d'œuf (en faveur des cages) ainsi que la proportion d'œufs sales, fêlés ou cassés (en défaveur des volières, mais avec de très fortes variations d'un élevage à l'autre).

La gestion de la période de ponte diffère peu d'un système à l'autre. En bâtiments clairs, comme en bâtiments ouverts avec accès au parcours, la lumière naturelle peut être complétée artificiellement pour assurer journellement un maximum de seize heures de luminosité, tel que pratiqué en lumière artificielle dans les bâtiments obscurs. Le recours à la mue (restriction alimentaire induisant un nouveau cycle, après interruption momentanée de la ponte) n'est pas pratiqué en production d'œufs de consommation car il présente de nombreux inconvénients.

Seule la durée de la période de ponte est susceptible d'être modulée. Son allongement conduit à la production d'œufs de plus gros calibre, mieux valorisés (pour autant qu'ils soient de catégorie A, c'est-à-dire aptes à la vente au consommateur). Toutefois, la proportion d'albumen (le blanc de l'œuf) et surtout sa qualité se réduisent en fin de ponte, tandis que la proportion d'œufs fêlés ou cassés (non commercialisés en coquille, au demeurant) s'accroit significativement, malgré les améliorations apportées par la voie génétique pour standardiser le poids de l'œuf, maintenir la qualité de l'albumen et accroitre la solidité de la coquille (Beaumont et *al*., 2010). La plupart des cahiers des charges (signes de qualité, grande distribution) limitent donc de fait la durée de la période de ponte (déclassement des œufs au-delà), alors même que d'importants progrès ont également été réalisés par la voie génétique pour améliorer la persistance de la ponte bien au-delà d'un an. Les comparaisons internationales réalisées par le LEI de Wageningen montrent qu'il semble s'agir d'une spécificité française : sur 11 pays enquêtés en

2010 (7 de l'UE et 4 pays tiers) et dans les conditions du système cages, la durée moyenne de ponte s'établissait à 369 j pour la France, contre 389 à 420 j pour 9 autres pays (exception faite de l'Inde dont les performances du cheptel ponte sont plutôt hors normes). Le développement des ovoproduits pourrait favoriser un allongement de la période de ponte, dont l'effet pourrait être favorable en termes d'indice de conversion alimentaire global du cheptel (incluant la phase initiale de montée en ponte des poulettes, de l'ordre de 3 semaines).

B3.2 - Génétique

Au niveau mondial, la sélection des poules pondeuses est dominée par un très petit nombre d'entreprises dont l'offre se répartit entre deux types de souches, soit à œufs blancs (originaires de lignées White Leghorn), soit à œufs bruns (originaires de lignées Rhodes Island Red). Elles sont utilisées de façon très différente d'un pays à l'autre en fonction des préférences, parfois très marquées, des consommateurs d'œufs en coquille (exclusivement œufs bruns, en France). Les différences entre types de souches se sont beaucoup réduites au fil du temps, le gabarit des souches à œufs blancs restant toutefois inférieur, ce qui peut être perçu comme un avantage (cf. Encadré 3).

Chez la poule, la sélection intensive pour les caractères de ponte a conduit à des troubles du comportement social qui se traduisent notamment par du picage sévère du plumage des congénères pouvant conduire à des épisodes de cannibalisme (revues de Mignon-Grasteau et Faure, 2002 et de Canario et *al*., 2013). Ces troubles avaient amené les éleveurs à généraliser l'épointage du bec, mais sa pratique est désormais encadrée réglementairement (ou interdite dans certains pays de l'UE). Des progrès sont toutefois possibles par la voie génétique. La faisabilité d'une sélection sur les performances de ponte avec prise en compte des interactions sociales dans des conditions d'élevage en groupe a été démontrée dès les années 90. Peu de données objectives sont disponibles, mais les sélectionneurs de lignées ponte revendiquent effectivement la prise en compte d'une sélection de ce type, induisant une amélioration du comportement et de la survie des poules pondeuses dans les différents systèmes d'élevage. En outre, pour accompagner l'essor de la production d'œufs alternatifs, les sélectionneurs ont élargi la gamme des souches disponibles avec la mise sur le marché de souches commerciales un peu moins productives mais à viabilité améliorée, destinées en particulier à l'élevage plein-air. Quelques races anciennes à plus faible productivité sont également utilisées, mais les volumes produits restent anecdotiques.

Encadré 3

Souches à œufs bruns ou à œufs blancs : quelles différences ?

Bien que depuis une décennie les tests comparatifs entre souches proposées par les différents sélectionneurs ne soient plus systématiquement réalisés, les résultats obtenus entre le milieu des années 70 et la fin des années 90 donnent un aperçu de l'évolution des aptitudes relatives des souches à œufs blancs ou à œufs bruns (Flock et Heil, 2002, Heil et Hartmann, 1999). Les différences originelles étaient plutôt en faveur des souches à œufs blancs (masse d'œufs, du fait d'un plus grand nombre d'œufs pondus ; indice de conversion alimentaire, lié à un poids corporel moindre), quoique pas systématiquement (poids d'œuf inférieur ; moindre solidité de coquille ; taux de mortalité un peu plus élevé malgré de fortes variations entre lignées intra-type de souche).

Toutefois, la sélection réalisée au cours de la période des tests (soit 24 ans) conduisait manifestement à homogénéiser les performances puisque ces différences initiales avaient été fortement réduites (nombre et poids des œufs) ou gommées (masse d'œufs ; indice de conversion ; taux de mortalité). Seul le poids corporel des souches à œufs blancs restait largement inférieur, de l'ordre de 15 % (malgré la réduction significative des différences entre types de souches), et on peut penser que cet écart s'est maintenu au moins en partie au cours de la dernière décennie. Même à indice de conversion comparable, ce gabarit moindre des pondeuses à œufs blancs peut être perçu comme un avantage relativement à l'espace alloué aux animaux (la Directive 1999/74/CE prévoyant une surface minimale par poule, indépendamment de son gabarit), et corrélativement en termes de bien-être animal.

A ce jour, la double activité œufs coquilles / ovoproduits (impliquant l'élevage de poules à œufs bruns) semble convenir à une majorité d'opérateurs car elle permet une valorisation maximale de tous les œufs produits et une sécurisation du revenu. Toutefois, dans la perspective d'une spécialisation de cheptels pour la production d'ovoproduits (encore limitée mais existante), l'élevage de poules à œufs blancs (également limité mais existant) serait susceptible de se développer.

B3.3 - Alimentation

Les besoins nutritionnels des poules pondeuses sont difficilement modulables en termes de nombre d'œufs pondus (du fait du potentiel génétiques des souches actuelles) et dans une moindre mesure seulement en termes de poids d'œuf (les œufs de petit calibre n'étant pas recherchés). Pour couvrir ses besoins (revue de Bouvarel et *al*., 2010), la poule est capable d'ajuster sa consommation à la concentration énergétique de l'aliment, mais en partie seulement : lors d'une dilution énergétique, la surconsommation sera insuffisante pour atteindre le même niveau d'énergie ingéré. D'autre part, pour faire face aux besoins de formation de la coquille, l'aliment doit comporter une importante fraction minérale, de l'ordre de 1/10 (calcium, majoritairement). Aussi, la composante organique de l'aliment, réduite à 9/10, doit présenter une concentration énergétique élevée. La synthèse des constituants protéiques de l'œuf requière par ailleurs des apports élevés en acides aminés dont les plus limitant (méthionine en particulier) sont peu présents dans les matières premières végétales. Le recours à des acides aminés industriels a permis de réduire significativement les apports protéiques d'origine végétale, mais ceux-ci restent élevés, rapportés à la seule fraction organique. Ainsi, la fabrication de l'aliment poules pondeuses se prête difficilement à la valorisation de matières premières à faible concentration énergétique et protéique. En outre, l'incorporation à doses significatives de protéagineux (féverole en particulier) ou de tourteau de colza déprime le poids de l'œuf, en partie, mais pas exclusivement, du fait de la présence de facteurs antinutritionnels (dans le cas du colza, par ailleurs, l'absence, chez certaines lignées de poules à œufs bruns, d'une enzyme de dégradation d'un métabolite issu d'un des composants du tourteau induisait une odeur de poisson dans les œufs, mais ce problème est en voie de règlement par sélection génétique).

Ainsi, les aliments poule pondeuse sont peu diversifiés en termes de concentration énergétique et protéique, et donc de matières premières utilisées. La seule exception notable concerne les aliments destinés aux pondeuses en Agriculture Biologique, l'incorporation de nutriments de synthèse tels que les acides aminés industriels n'étant pas autorisée par les cahiers des charges.

En amont des ateliers de ponte, l'optimisation des conditions d'alimentation des poulettes constitue un levier d'amélioration. Un taux suffisamment élevé de protéines dans l'aliment des poulettes permet en effet d'accroitre indirectement le poids d'œuf en début de ponte via l'accroissement du poids corporel des poules à l'entrée en ponte. La gestion des apports calciques entre les stades poulette et début de ponte est par ailleurs très importante et conditionne aussi le poids de l'œuf via leur effet favorable sur le niveau d'ingéré alimentaire.

B3.4 – Sécurité sanitaire des œufs et des ovoproduits

Réduire la contamination par les salmonelles est primordial en filière ponte, les épidémies de salmonellose étant majoritairement causées par les œufs et les ovoproduits. L'enquête épidémiologique (Huneau-Salaün *et al*. 2009) réalisée dans les années 2004/2005 dans une perspective de fixation d'un objectif communautaire pour la réduction de la prévalence de Salmonella Enteritidis et Salmonella Typhimurium chez les poules pondeuses a montré les progrès substantiels réalisés en un peu plus d'une décennie par la filière, avec un taux de prévalence réduit de moitié par rapport à la précédente enquête, de moindre ampleur il est vrai. Ces progrès résultent des dispositions prises à titre volontaire à compter de 1992 puis dans un cadre réglementaire à compter de 1998, tant au niveau des cheptels reproducteurs que de ponte.

B3.5 - Gestion collective des effluents

Bien qu'ils ne représentent qu'une partie encore minoritaire de la production, les élevages alternatifs, producteurs de fientes pures et de fumier, seraient susceptibles de bénéficier également d'un traitement collectif des effluents mis en place pour les besoins de la filière volailles de chair en zones à forte densité animale.

B4 - Favoriser les évolutions souhaitables au niveau des éleveurs, de la filière et des pouvoirs publics

La filière ponte fait face à des enjeux de compétitivité moins cruciaux qu'en filière chair, du moins à court terme. Elle est de plus petite taille, plus monolithique, ce qui a facilité son organisation au plan interprofessionnel. Elle est cependant confrontée au même contexte sociétal en matière de perception des productions animales jugées intensives, le logement des pondeuses faisant l'objet d'une attention toute particulière du public en termes de bien-être animal donc d'acceptabilité des produits.

B4.1 - Inciter les éleveurs à poursuivre la diversification de la production

La part des productions alternatives reste encore limitée en France par rapport à plusieurs de ses principaux concurrents européens, une majorité d'éleveurs ayant opté pour les cages aménagées peu avant l'entrée en application de la Directive 1999/74/CE. L'interdiction totale des cages dans certains pays producteurs de l'UE, et non des moindres, laisse penser que celles-ci, même aménagées, pourraient être remises en cause à une échéance de long voire moyen terme. La part croissante du marché des œufs alternatifs parmi les œufs coquille vendus directement aux consommateurs, de même que le possible développement des ovoproduits issus d'œufs alternatifs, constituent des incitations à la conversion ou à l'installation d'éleveurs de poules pondeuses en systèmes de ce type.

B4.2 - Renforcer l'amont et l'aval de la filière

Les ateliers de pondeuses sont pour la majorité d'entre eux dépendants de la fourniture de poulettes. La vétusté des bâtiments utilisés pour cette production très spécifique amène à s'interroger sur la pérennité de ces élevages. Les progrès en matière de conception de bâtiments volailles de chair économes en énergie pourront y être appliqués, les consommations d'énergie, en particulier pour le chauffage, étant du même ordre de grandeur pour les ateliers d'élevage de poulettes malgré quelques spécificités (besoins accrus en phase de démarrage, moindres ultérieurement).
En aval de la production, le renforcement de l'industrie des ovoproduits est crucial, compte tenu de leur développement. Historiquement, les ovoproduits ont été développés comme un débouché secondaire ou un moyen de diversification de l'activité œuf en coquille. Aujourd'hui, ils deviennent peu à peu le « premier maillon » d'une industrie de transformation créatrice de valeur ajoutée, répondant à une demande exigeante en termes de qualité (sanitaire, fonctionnelle et organoleptique). Dans un secteur où les marges sont réduites et où la compétitivité est élevée, les entreprises européennes se consolident et la production se concentre autour de groupe transnationaux. Dans le futur, le secteur des ovoproduits en Europe pourrait évoluer vers deux types de structures : de grands groupes européens, organisés ou non en filière mais utilisant des œufs issus d'élevages dédiés, une partie de ces structures investissant dans des filiales hors UE pour exporter sur Pays-tiers, d'une part ; de petits opérateurs, aux coûts de structure réduits, travaillant pour un marché local en fonctionnant avec des œufs déclassés, d'autre part. L'industrie nationale des ovoproduits doit y trouver sa place (Riffard et *al*., 2011).

B4.3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat

Le secteur des œufs ne bénéficie ni de garantie de prix, ni d'aide directe. Par conséquent, les principales négociations internationales touchant ce secteur particulier concernent uniquement les conditions d'accès au marché et la concurrence à l'exportation. Dans la configuration actuelle (quotas aux importations, restitutions…), la filière européenne reste compétitive, d'autant que sur le marché européen, les œufs en coquille et les ovoproduits liquides, majoritairement consommés, bénéficient d'un avantage de proximité. Toutefois, la croissance du secteur des ovoproduits dépendra fortement des accords à l'OMC ou des accords bilatéraux. Le risque est en effet de voir apparaître sur le marché communautaire des ovoproduits (séchés, en particulier) provenant de Pays-tiers, à des prix très compétitifs. Le fait que l'Union européenne produise selon des règles de production strictes, gage de qualité sanitaire et de diversité de modes de production, pourrait être un atout à valoriser dans le cadre des SPS (Sanitary and PhytoSanitary measures) établies dans le cadre de l'OMC. L'Etat français pourrait user de son influence auprès des instances européennes pour y contribuer.

C - Spécificités de la filière foie gras

C1 - Eléments de contexte

En contraste total avec l'universalité de la consommation de viande de volailles et d'œufs, le foie gras apparait comme une exception culturelle : la production mondiale a certes augmenté de 40 % depuis 2000 mais elle reste relativement confidentielle (estimée à 27100 tonnes en 2011) et surtout très localisée (9 5% en Europe, dans 4 pays seulement), tout comme la consommation. La France est de loin le principal pays producteur (20000 t, Figure 11) et consommateur (19400 t) de foie gras au monde, soit 74 % et 72 % respectivement. Malgré la relative modicité des tonnages, le chiffre d'affaires généré par la filière est significatif (de l'ordre de 15-16 % du total des produits volailles) compte tenu de la valeur élevée des produits obtenus, foie gras en particulier.

En volume, importations et exportations sont proportionnellement importantes (entre 1/5 et 1/4 de la production) mais tendent à s'équilibrer (Figure 12). En valeur, par contre, du fait de l'activité de transformation, le solde des échanges est largement positif.

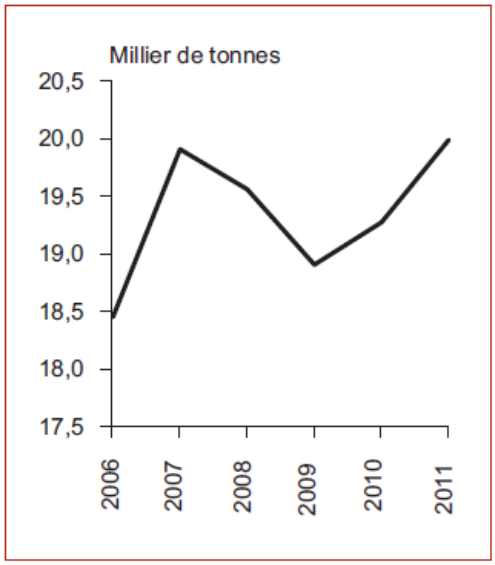


***Figure 11** : Production française de foie gras ; Source : Agreste*

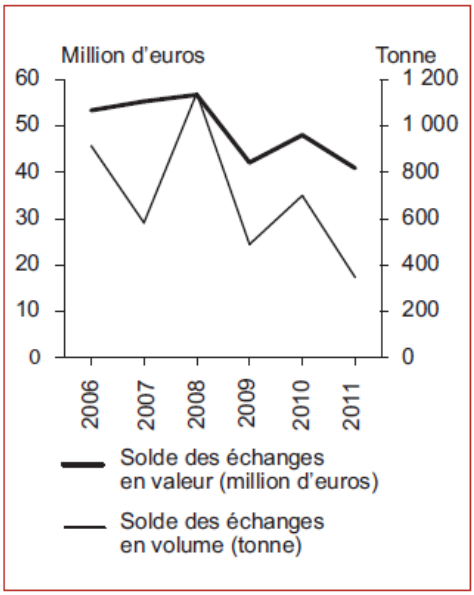


***Figure 12** : Solde des échanges en volume et en valeur ; Source : Agreste*

Au niveau mondial, la production de canards gras domine largement (environ 90 % des tonnages). Seule la Hongrie produit des oies grasses à la fois majoritairement et en quantités significatives. En France, sur la dernière décennie, la part relative de l'oie n'a cessé de décroître (2,4 % en 2011), la production étant tirée par le développement du canard alors que la production de foie gras d'oie se repliait.

Traditionnelle au début des années 80 et localisée principalement dans le Sud-Ouest, la production français de foie gras s'est rationnalisée et étendue à d'autres régions de production (Figure 13). Les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées concentrent encore néanmoins à elles seuls les 2/3 de la production (respectivement 38 et 32 % des abattages contrôlés en 2012).

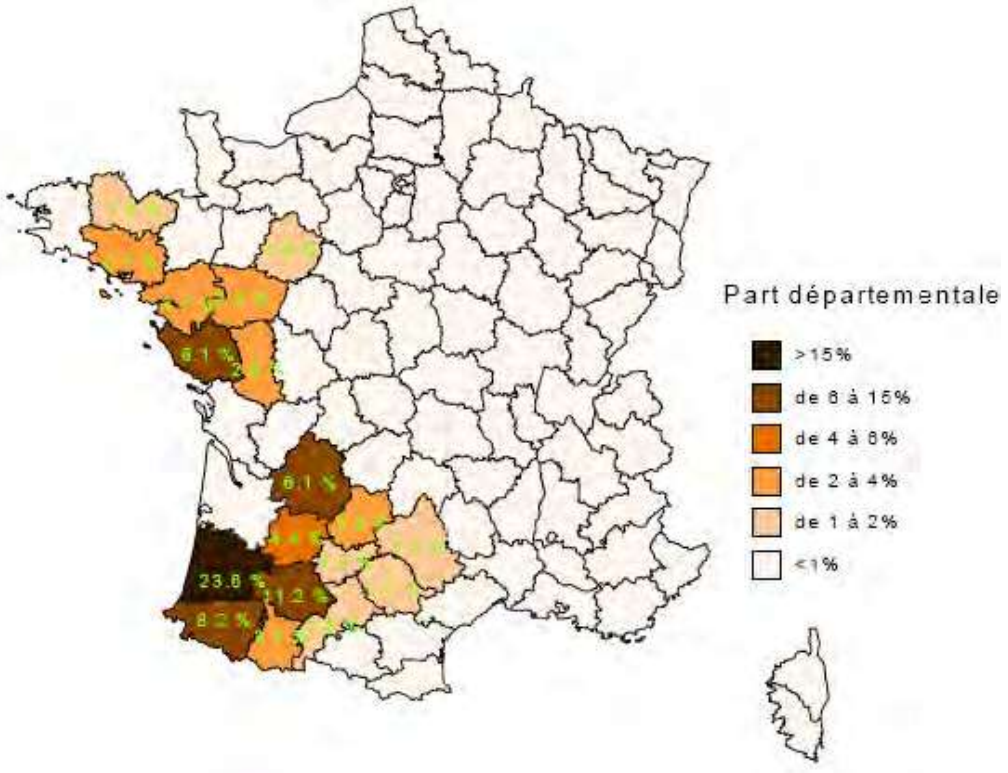


***Figure 13** : Répartition de la capacité de production de palmipèdes gras (prêts-à-gaver et gavés) en 2008 (en % des superficies) ; Source : ITAVI d'après Agreste enquête « Aviculture 2008 »*

L'enquête avicole 2008 montre que le profil d'âge des chefs d'exploitation avicoles n'est pas différent en filière palmipèdes gras. La spécialisation des exploitations est forte, avec une moindre spécialisation totale qu'en filière ponte mais une part plus importante (plus de moitié) d'activité avicole très importante ou prépondérante (>50 % ou >75 % du revenu), les exploitations de ce type détenant par ailleurs les capacités de production les plus importantes ce qui est plutôt atypique. Plus du tiers des bâtiments apparaissent vétustes (sous réserve des rénovations susceptibles d'y avoir été réalisées), cette proportion étant beaucoup plus élevée encore pour les ateliers de gavage (45 %) que pour les bâtiments d'élevage de palmipèdes prêts-à-gaver (21 %). Par contre, l'âge moyen des bâtiments construits après 1975 n'était que de 14 ans environ, avec une proportion significative de bâtiments de moins de 10 ans, supérieure pour l'élevage du prêt-à-gaver (24 %) que pour les ateliers de gavage (19 %). En outre, ces proportions sont encore plus importantes rapportées aux capacités correspondantes. Le parc de bâtiments palmipèdes gras semble donc porter la marque d'une première période de construction à une époque ancienne suivie d'une phase beaucoup plus récente de redéploiement.

La production de palmipèdes gras se caractérise par la coexistence d'une filière courte, d'extraction traditionnelle mais qui s'est professionnalisée, et d'une filière longue dont les principaux opérateurs se sont fortement restructurés et qui représente désormais 80 % des volumes produits (Agreste, 2012). Les producteurs commercialisant en circuit court réalisent eux-mêmes l'abattage des animaux ainsi que le

conditionnement du produit cru et/ou la fabrication de conserves. En filière longue, les producteurs fournissent les animaux directement aux abattoirs ou aux usines de transformation. La spécialisation des tâches s'effectue dans un cadre de plus en plus contractualisé, soit en contrat direct producteur / transformateur, soit en contrat avec une organisation de production (OP). En élevage de prêt-à-gaver, les prix de reprise par les OP sont partiellement indexés sur les prix d'aliment. Les animaux sont ensuite transférés vers un atelier de gavage et rémunérés à l'unité. Le prix de reprise par les OP des animaux gavés est également indexé sur les prix d'aliment, mais ce système de compensation même partielle est jugé fragile (Litt et *al*., 2013).

La filière palmipèdes gras présente donc certaines analogies avec la filière ponte en matière de contractualisation : degré élevé de spécialisation, diversité de situations vis-à-vis de la contractualisation, laquelle ne reproduit pas le modèle de l'intégration stricte rencontré en volailles de chair. Un plus grand nombre de leviers et marges de progrès biotechniques agissant sur le fonctionnement de l'atelier et/ou de l'exploitation peuvent donc être actionnés au niveau de l'exploitation elle-même, ou du moins dans une plus forte proportion des exploitations.

C2 - Leviers d'action au niveau des exploitations

C2.1 - Bâtiment d'élevage

L'enquête avicole 2008 montre que les 2/3 des bâtiments (représentant 80 % des superficies) sont équipés de cages individuelles ou collectives et correspondent de fait à des ateliers de gavage. Le 1/3 restant correspond aux bâtiments d'élevage de prêt-à-gaver, disposant de parcs collectifs (généralement assortis d'accès au plein-air). Les 2/3 des ateliers de gavage (représentant les ¾ des capacités) disposent d'une ventilation dynamique, plus conforme à satisfaire les besoins conséquents de ventilation et de refroidissement liés aux fortes productions de chaleurs des animaux gavés. En production de prêt-à-gaver, par contre, la part de bâtiments disposant d'équipements de ce type est faible (12 %) mais reste supérieure à celle constatée dans le cas des volailles de chair sur parcours. Un enjeu majeur réside dans l'équipement des ateliers de gavage de canards mulards en cages exclusivement collectives à compter de 2016, du fait d'une recommandation du comité permanent de la Convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages (dont la France est signataire) adoptée le 22 juin 1999. Cette recommandation est applicable depuis 2005 aux nouvelles installations ou aux installations existantes bénéficiant de transformation et devra concerner l'ensemble des installations d'ici moins de 3 ans. Or, lors de l'enquête 2008, seule 1/10 des superficies de gavage étaient équipées.

En matière de consommation d'énergie, la filière palmipèdes gras présente certaines analogies avec la filière ponte. Les besoins de chauffage ne concernent que la production d'animaux prêts-à-gaver, élevés en bâtiment généralement ouverts jusque vers 12 semaines d'âge, tandis qu'au stade de la production, en l'occurrence la période de gavage, les besoins en électricité sont élevés pour tempérer l'ambiance des bâtiments. La production d'animaux prêts-à-gaver se prête sans doute difficilement à la réalisation d'économies d'énergie, les bâtiments étant le plus souvent des abris relativement simples, parfois de simples tunnels.

C2.2 - Gestion des effluents

La conduite de canards prêts-à-gaver est réalisée sur litière accumulée (essentiellement paille et plus rarement copeaux ou sciure) donnant lieu à la production de fumier, comme dans le cas des volailles de chair (canards à rôtir exceptés). A partir de 4 semaines d'âge, ils ont accès à un parcours sur lequel on trouve entre 60 % et 80 % des déjections. Pendant la phase de gavage, les canards étant logés en cages, les déjections obtenues sont toujours gérées sous forme de lisier dilué par l'adjonction des eaux de lavage des installations (comme c'est le cas également pour les canards à rôtir, presque exclusivement élevés sur caillebotis car très grands gaspilleurs

d'eau). Le taux de matière sèche des lisiers obtenus est très variable mais toujours très faible (moins de 15 %). L'enquête aviculture 2008 montrait qu'en filière palmipèdes gras, 9 % des exploitations pratiquaient le traitement des déjections (en totalité pour la majorité des cas). Bien que les données de l'enquête ne permettent pas de le déterminer, on peut faire l'hypothèse que ces traitements concernent plutôt des fumiers issus de la production de prêts à gaver. La majorité des fumiers et lisiers de la filière palmipèdes gras sont vraisemblablement utilisés localement : d'une part, les régions de production majoritaires sont productrices de céréales et notamment de maïs, lequel entre pour une part importante dans l'alimentation des palmipèdes gras ; d'autre part, la surface moyenne des exploitations dont la capacité de production est la plus importante (c'est-à-dire celles dont le degré de spécialisation est très important ou prépondérant, comme indiqué précédemment) est de 56 et 39 ha respectivement.

C2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal

Tant au stade de l'élevage que du gavage, les éleveurs mettent en œuvre les dispositions prévues par les cahiers des charges (sous signe de qualité ou non) ou le cas échéant l'OP avec laquelle ils contractualisent. Dans le cas des ateliers de gavage, ils devront également se conformer aux dispositions prévues à compter de 2016 en application des recommandations du comité permanent de la Convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages. Selon une estimation réalisée à partir des références technico-économiques disponibles dans la filière (Litt et *al*., 2013), le passage aux cages collectives devrait générer des temps de main d'œuvre supérieurs de 10 %, ainsi qu'un surcoût de l'ordre de 0,43 € par canard gavé (amortissement et frais financiers), le cumul des deux réduisant le niveau de rémunération de la main d'œuvre de l'ordre de 30 %.

C2.4 - Fabrication d'aliment et valorisation de céréales à la ferme

Selon l'enquête aviculture 2008, 45 % des exploitations de la filière palmipèdes gras produisaient des matières premières destinées à l'alimentation des volailles (à raison de 64 tonnes par exploitation en moyenne). En outre, parmi celles-ci, 55 % fabriquaient de l'aliment à la ferme. Cette filière est donc la plus concernée par la fabrication d'aliment à la ferme.

Le maïs entre pour une part importante dans l'alimentation des palmipèdes à gaver, notamment en phase de gavage. Dans le cas d'un gavage à la pâtée, le maïs préalablement séché à moins de 15 % d'humidité est broyé puis mélangé à de l'eau. L'utilisation de maïs humide sous atmosphère inerte (suite à production de CO_2 en silo étanche) permet non seulement de s'affranchir des étapes de séchage du maïs et de transport entre les lieux de récolte, de séchage, de stockage et d'utilisation, mais aussi de valoriser directement le maïs produit sur l'exploitation. Le remplacement du maïs séché broyé par du maïs humide inerté broyé permet d'obtenir les mêmes performances zootechniques en gavage (Ducamp et *al*., 2008), dès lors que les conditions de récolte (taux de MS aux environs de 30 %, absence de contamination par des mycotoxines) et de conservation (étanchéité des silos) sont maîtrisées. Un taux de MS suffisamment élevé (par rapport à la plage de variation possible, soit de 26 à 38 %) est toutefois à rechercher pour permettre une finesse de broyage suffisante, de façon à obtenir les performances zootechniques les plus élevées (Peillod et *al*., 2010a). L'utilisation de maïs humide inerté en grains entiers trempé dans l'eau à 55°C permet également d'obtenir les mêmes performances zootechniques que le gavage dit traditionnel au maïs sec entier trempé dans les mêmes conditions (Peillod et *al*., 2010b).

C3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière

En filière palmipèdes gras, les conduites d'élevages, types génétiques et formules d'aliment sont peu diversifiés. Les itinéraires d'élevage sont donc globalement peu contrastés, exception faite du choix de l'espèce à gaver (canard mulard ou oie).

C3.1 - Conduite d'élevage

La production de foie gras est peu diversifiée, hormis la distinction entre foie de canard et d'oie (dont la part relative est désormais très disproportionnée, comme indiqué antérieurement). Intra-espèce, les conduites d'élevage sont peu contrastées, tant au niveau élevage que gavage, y compris entre productions sous signe de qualité (IGP Sud-Ouest, majoritairement) ou non. Le gavage traditionnel en parc n'occupe plus qu'une part marginale.

C3.2 - Génétique

L'essentiel des volumes de foie gras est produit à partir du canard mulard, un hybride stérile issu du croisement d'une cane commune (également dite Pékin) et d'un canard de Barbarie. Les modalités de son amélioration génétique sont très particulières, puisqu'elles impliquent l'amélioration de l'une des deux, voire des deux espèces parentales, via la mesure des performances exprimées par le produit de leur croisement. Les souches à l'origine des reproducteurs mâles (canard Barbarie) et femelles (cane Pékin) sont produites par les sélectionneurs français, de même que les souches d'oies à gaver. Les produits obtenus (mulards) peuvent être colorés ou non, mais le marché des types génétiques n'est pas segmenté, les itinéraires de production étant peu contrastés.

Depuis quelques années, les éleveurs rapportent l'expression de comportements inappropriés chez le canard mulard, tels que des déplacements intempestifs et une fuite importante à l'approche de l'homme. Ces comportements aberrants au sein des élevages de grande taille peuvent avoir pour conséquences des blessures et des étouffements qui augmentent potentiellement le taux de mortalité. Des résultats parfois contradictoires ayant été obtenus quant au déterminisme de ce comportement, les réponses physiologiques et comportementales de génotypes mulards commerciaux et des génotypes parentaux associés ont été caractérisées (Arnaud et *al*., 2010). Les différences rapportées précédemment en défaveur des hybrides par rapport à leurs génotypes parentaux (effet d'hétérosis défavorable) ont été confirmées, les génotypes mulards semblant par ailleurs plus sensibles aux interactions sociales que leurs génotypes parentaux. Par contre, relativement peu de différences ont été observées lors des comparaisons de plans de croisement intra-sélectionneur impliquant deux types génétiques parentaux différents (soit côté Pékin, soit côté Barbarie) choisis sur des caractéristiques (différences de poids vif, de couleur de plumage ou de degré d'agitation) susceptibles d'expliquer certaines différences de comportement entre leurs produits en croisement. La sélection directe d'un des génotypes parentaux (en l'occurrence la mère Pékin) sur le taux de corticostérone après un stress de contention constitue une autre voie d'approche pour tenter d'améliorer le comportement social des mulards. Lors d'une expérience de sélection divergente sur ce critère, des différences entre les mulards issus ont été mises en évidence au niveau du comportement (Arnaud et *al*., 2008) et de certaines performances zootechniques (Basso et *al*., 2010).

Une autre voie d'amélioration concerne l'indice de conversion alimentaire du canard mulard, particulièrement élevé en phase d'élevage (> 3,4) comparativement à d'autres espèces avicoles. La possibilité d'une sélection d'un des génotypes parentaux (en l'occurrence le père Barbarie) est en cours d'exploration par le biais d'une expérience de sélection divergente sur la consommation résiduelle des descendants mulards (Drouilhet et *al*., 2013).

C3.3 - Alimentation

La conduite alimentaire des palmipèdes destinés à la production de foie gras est très particulière, puisqu'elle inclut un conditionnement à la phase ultime de gavage (Guémené et *al*., 2007 ; Arroyo et *al*., 2012). La production des animaux prêts-à-gaver comporte une première phase de démarrage (environ 4 semaines chez le canard, 6 chez l'oie) avec alimentation à volonté, suivie d'une phase de croissance / finition (environ 8 semaines) au cours de laquelle l'alimentation est successivement distribuée à volonté, puis par repas en quantités limitées. Au cours des jours précédant le départ en gavage, les quantités sont

progressivement augmentées pour stimuler la consommation volontaire et induire une distension de l'œsophage ainsi qu'un début de stéatose hépatique. Les animaux sont ensuite transférés en atelier de gavage (12 à 13 jours chez le canard, 14 à 18 chez l'oie) où ils ingèrent des quantités croissantes d'aliment déposé directement dans l'œsophage au moyen d'un embuc. La nature des aliments distribués diffère fortement entre périodes d'élevage et de gavage. Au cours de la période d'élevage, les animaux reçoivent des aliments composés dont la concentration en protéines décroit progressivement avec l'âge (sachant que durant la phase de croissance / finition, l'aliment complet peut être remplacé par des céréales assorties d'un aliment complémentaire rééquilibrant les apports). En période de gavage, par contre, le régime est volontairement déséquilibré, la stéatose hépatique étant favorisée par la consommation excessive de céréales riches en amidon. Le maïs reste le principal ingrédient utilisé à cette fin, mais certaines matières premières comme le sorgho s'y prêtent également.

Ainsi, les particularités de la conduite alimentaire des palmipèdes gras se prêtent mal à l'utilisation de matières premières à faible concentration énergétique et protéique : en phase de démarrage, des besoins élevés doivent être couverts pour assurer un développement corporel important avant la phase de limitation des apports ; la mise en place de cette dernière a pour but de stimuler l'appétit par le biais du rationnement lui-même ; quant à la phase de gavage, elle requiert des aliments hyper-énergétiques…

L'impact de la substitution du maïs par le sorgho sur la durabilité du système de production de foie gras a été récemment évalué dans le cas de l'oie (Arroyo et *al*., 2013). Les performances environnementales sont pour la plupart améliorées. C'est le cas en particulier de la consommation d'eau (réduite presque des 2/3), le besoins d'occupation des terres étant par contre accru (moindre rendement des cultures). Des ajustements dans l'itinéraire de production restent néanmoins nécessaires, car si les quantités de foie produites et l'indice de conversion alimentaire sont améliorés, le classement commercial des foies est détérioré (de même que l'intention de reconsommation du produit). En fait, le cahier des charges IGP Sud-Ouest impose l'utilisation du maïs en gavage (95 % minimum). Dans la mesure où par ailleurs un changement de céréale entre les phases d'élevage et de gavage semble réduire les performances en gavage, le maïs tend à rester la céréale très majoritairement consommée en filière palmipèdes gras.

C4 - Favoriser les évolutions souhaitables au niveau filière, sociétal, et des pouvoirs publics

La production mondiale de foie gras restant très majoritairement française, la filière est peu concernée par les problèmes de compétitivité. Elle est de petite taille, relativement concentrée et bien organisée au plan interprofessionnel. Elle doit néanmoins assurer sa rentabilité compte tenu des couts alimentaires très élevés des palmipèdes gras ainsi que des surcoûts susceptibles d'être induits par des dispositions en faveur du bien-être animal. De toutes les filières avicoles, la filière palmipèdes gras est celle qui donne lieu aux critiques les plus vives, par le fait même de la pratique du gavage. Bien que ces critiques soient globalement plus vives dans les pays peu ou pas consommateurs, elles pourraient conduire à terme à de nouvelles contraintes dans les conditions d'obtention des foies gras, sous la pression des associations de défense du bien-être animal, au niveau européen notamment.

Le foie gras, qui fait partie intégrante du patrimoine culturel et gastronomique, est protégé en France par le législateur au titre de l'article L. 654-27-1 du code rural et de la pêche maritime. La France est néanmoins signataire de la Convention européenne sur la protection des animaux dans les élevages. L'article 24 de la recommandation de son Comité permanent, en date du 22 juin 1999 (conduisant à l'interdiction des cages individuelles de gavage), prévoit que « les pays autorisant la production de foie gras doivent encourager les études portant sur les aspects de bien-être et la recherche de méthodes alternatives n'impliquant pas la prise forcée d'aliments ».

Des travaux expérimentaux ont effectivement montré que l'oie (utilisée par ailleurs pour la production de foie gras en conditions de gavage) était capable de développer spontanément une hyperphagie suivie d'une stéatose hépatique en l'absence de gavage et sous certaines conditions : restriction alimentaire, suivie d'une distribution de maïs à volonté assortie d'une stimulation photopériodique (Guy et *al.*, 2013). Le poids des foies obtenus était satisfaisant en moyenne (atteignant le minimum requis par l'IGP Oie grasse du Sud-Ouest) mais variait considérablement d'un animal à l'autre (CV de 45 %). Les causes de cette variabilité, peu compatible avec les conditions économiques de la production actuelle, restent à expliciter.

Le maintien d'une cohérence entre les attentes des consommateurs d'une part et les demandes sociétales d'autre part est un enjeu majeur pour la pérennité de cette production. Les consommateurs sont habitués à des niveaux de qualité de produit et de prix rendus possibles par la rationalisation du processus de gavage intervenue au cours des dernières décennies. Si la demande sociétale conduisait à remettre en cause prématurément le principe de l'alimentation forcée, elle pourrait conduire à une impasse si des méthodes alternatives ne sont pas encore disponibles pour atteindre les mêmes standards tant en matière de qualité de produit que de prix. Une concertation entre l'ensemble des parties concernées serait souhaitable, mais à ce jour, les conditions de sa réussite ne semblent pas réunies.

D - Conclusions et perspectives

D1 - Besoins de recherche concernant les filières avicoles

De nombreux besoins de recherche, R&D et transfert subsistent concernant l'ensemble des leviers biotechniques déterminant les performances des exploitations et leurs modalités d'articulation pour une efficience maximale des filières avicoles. Certains sont au moins pour partie transversaux aux filières volailles de chair, ponte et palmipèdes gras (nutrition ou reproduction des volailles par exemple) alors que d'autres sont beaucoup plus spécifiques d'une filière donnée. Parmi les thématiques les plus importantes, on peut citer :

- En filière volailles de chair :
  - ✓ la mise au point d'un modèle de bâtiment avicole de chair innovant, à la fois économe et producteur d'énergie ;
  - ✓ l'élaboration d'un modèle de filière « alternative » privilégiant l'utilisation de matières premières largement disponibles mais à faible concentration énergétique et/ou protéique valorisées par des types génétiques à croissance lente aptes à les utiliser au mieux ;
  - ✓ la levée des points de blocage plus spécifiques à certaines filières, tels que les moyens de lutte contre l'histomonose chez la dinde ;
- En filière ponte, l'adaptation des itinéraires d'élevage selon des milieux diversifiés ;
- En filière palmipèdes gras, la compréhension des mécanismes gouvernant la prise alimentaire et la stéatose hépatique.

D2 - Conclusions

L'aviculture de chair française doit faire face à un double défi : consolider la compétitivité produit qui fait sa force et son originalité, tout en restaurant sa compétitivité prix. Cette stratégie pourrait passer par deux voies opposées mais complémentaires : un positionnement sur le créneau porteur de la volaille lourde et une réduction du coût de production des volailles sous signes de qualité, conjointement à la nécessaire rationalisation de la gamme de produits intra-segment.

La filière ponte, en meilleure posture, doit au contraire renforcer son positionnement sur le segment des œufs en coquille alternatifs, en plein développement. Simultanément, la position de leader de l'industrie française des ovoproduits doit être confortée, compte tenu de la part considérable prise par ces produits dans la consommation globale d'œufs.

La filière palmipèdes gras, enfin, est confrontée aux contradictions entre les attentes des consommateurs d'une part, et les revendications de la société en matière de bien-être animal d'autre part. Elle pourrait ménager l'avenir en préparant des solutions de repli dans l'hypothèse où le gavage par alimentation forcée finirait par être interdit.

E - Références bibliographiques

ADEME. 2007. Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments d'élevage : Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs. 398 p.

AGRESTE. 2011. La production française d'œufs de consommation baisse en 2011. Synthèses – Aviculture, 166, 6 p.

AGRESTE. 2012. En 2011, la production française de foie gras progresse encore, tandis que la consommation et les exportations marquent le pas. Synthèses – Aviculture, 184, 5 p.

AGRESTE. 2013. Production française d'œufs de consommation en fort repli en 2011 et 2012. Synthèses – Aviculture, 204, 5 p.

ALLAIN E., AUBERT C. 2009. Réorganiser l'azote dans le bâtiment par un complexe de microorganismes pour réduire fortement les pertes d'ammoniac en bâtiment et au champ et les pertes par lessivage de nitrates au champ, en obtenant sans retournement un compost normé, au bénéfice des animaux, de l'économie et de l'environnement. 8è Journées de la Recherche Avicole, 25-26/03/2009, Saint-Malo (France), 233-237

AND / IFIP / ITAVI. 2011. Compétitivité des filières des viandes blanches françaises dans le contexte de l'Union Européenne. Les études de FranceAgriMer, 15 p.

ANSES. 2012. Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2011. Octobre 2012, 68 p.

ARNAUD I., BERNADET M.-D., COUTY M., DUBOS F., BASSO B., BRUN J.-M., GUY G., GUÉMENÉ D. 2008. Canervosisme : conséquences sur les réponses comportementales d'une sélection sur la corticostérone après un stress chez le canard Pékin. Huitièmes Journées de la Recherche Palmipèdes à Foie Gras, 30-31/10/2008, Arcachon (France), 95-97

ARNAUD I., GARDIN E., SAUVAGE E., BERNADET M.-D., COUTY M., GUY G., GUÉMENÉ D. 2010. Behavioral and adrenal responses to various stressors in mule ducks from different commercial genetic selection schemes and their respective parental genotypes. *Poultry Science,* 89, 1097-1109

ARROYO J., FORTUN-LAMOTHE L., DUBOIS J.-P., LAVIGNE F., AUVERGNE A. 2012. Conduite et gestion des transitions alimentaires chez les oies destinées à la production de foie gras. *Inra Productions Animales*, 25 (5), 419-430

ARROYO J., AUBIN J., AUVERGNE A., DUBOIS J.-P., DEBAEKE P., FERNANDEZ X., BAEZA E., LETERRIER C., FORTUN-LAMOTHE L. 2013. Effets de la substitution du maïs par du sorgho sur la durabilité de la production de foie gras d'oie. 10èmes Journées Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 26-28/03/2013, La Rochelle (France), 94-98

AURY K., CHEMALY M., PETETIN I., ROUXEL S., PICHEROT M., MICHEL V., LE BOUQUIN S. 2010. Prevalence and risk factors for Salmonella enterica subsp. Enterica contamination in French breeding and fattening turkey flocks at the end of the rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, 94, 84–93

BAEZA E., MAAAMER J., CHARTRIN P., GIGAUD V., MERCERAND F., DURAND C., METEAU K., LE BIHAN-DUVAL E., BERRI C. 2011. Augmentation de l'âge à l'abattage d'une souche lourde de poulet et conséquences sur le rendement et la qualité de la viande. 9èmes J. Recherche Avicole, 29-30/03/2013, Tours (France), 714-717

BASSO B., GUÉMENÉ D., DUBOS F., MORGANX P., ARNAUD I., BERNADET M.-D., BRUN J.-M. 2008. Etude des performances de reproduction de deux lignées de canards Pékin issues d'une sélection divergente sur le taux de corticostérone après contention physique du programme Canervosisme et de la lignée témoin. 9èmes Journées Recherche Palmipèdes à Foie Gras, 7-8/10/2010, Bordeaux (France), 21-24

BEAUMONT C., CALENGE F., CHAPUIS H., FABLET J., MINVIELLE F., TIXIER-BOICHARD M. 2010. Génétique de la qualité de l'œuf. *Inra Prod.Anim*., 23 (2), 123-132

BERGER A. 2013. Rapport de mission sur la filière avicole française. Diaporama consulté sur le site du Ministère en charge de l'agriculture [en ligne] (consulté le 21/06/2013) http://agriculture.gouv.fr/plan-d-avenir-filiere-avicole

BLESBOIS E., HASSOUNA M., NARCY A., GRASTEAU S. 2011. Vers une Aviculture à Haute Performance Environnementale. *Innovations Agronomiques*, 12, 17-28

BOUVAREL I., NYS Y., PANHELEUX M., LESCOAT P. 2010. Comment l'alimentation des poules influence la qualité des œufs. *Inra Prod.Anim*., 23 (2), 167-182.

CANARIO L., MIGNON-GRASTEAU S., DUPONT-NIVET M., PHOCAS F. 2013. Génétique de l'adaptation comportementale des animaux aux conditions d'élevage : le cas des productions bovines, porcines, avicoles et aquacoles. *Inra*, 26 (1), 35-50

CCAN. 2013. Le compte prévisionnel de l'agriculture française pour 2012. Les Dossiers, 15, 37 p.

CGAAER. 2010. Compétitivité de la filière volailles de chair française. Rapport, 10032, 53 p.

CHAMBRES D'AGRICULTURE DU GRAND OUEST. 2012. Résultats de l'enquête avicole 2010/2011 : Enquête réalisée auprès des aviculteurs du Grand-Ouest. 51 p.

CHAUVIN C., BOUVAREL I., BELOEIL P.A., ORAND J.P., GUILLEMOT D., SANDERS P. 2005a. A pharmacoepidemiological analysis of factors associated with antimicrobial consumption level in turkey broiler flocks. *Veterinary Research*, 36, 13-25

CHAUVIN C., GICQUEL-BRUNEAU M., PERRIN-GUYOMARD A., HUMBERT F., SALVAT G., GUILLEMOT D., SANDERS P. 2005b. Use of avilamycin for growth promotion and avilamycinresistance among Enterococcus faecium from broilers in a matched case-control study in France. *Preventive Veterinary Medicine,* 70, 155-163

CIDEF-CIPC-CICAR-CIP. 2013. Chiffres clés 2012 sur la dinde, le poulet, le canard et la pintade. 68 p.

CORPEN, 2006. Estimation des rejets de phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc, par les élevages avicoles : Influence de la conduite alimentaire, et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections. Groupe volailles. 55 p.

DE VERDAL H., NARCY A., BASTIANELLI D., CHAPUIS H., MEME N., URVOIX S., LE BIHAN-DUVAL E., MIGNON-GRASTEAU S. 2011a. Improving the efficiency of feed utilization in poultry by selection. 1. Genetic parameters of anatomy of the gastro-intestinal tract and digestive efficiency. *BMC Genet.*, 12, 59 p.

DE VERDAL H., NARCY A., BASTIANELLI D., CHAPUIS H., MEME N., URVOIX S., LE BIHAN-DUVAL E., MIGNON-GRASTEAU S. 2011b. Improving the efficiency of feed utilization in poultry by selection. 2. Genetic parameters of excretion traits and correlations with anatomy of the gastro-intestinal tract and digestive efficiency. *BMC Genet*., 12-71

DROUILHET L., BASSO B., BERNADET M.-D., CORNUEZ A., GILBERT H., MARIE-ETANCELIN C. 2013. Sélection divergente de pères Barbarie sur la consommation résiduelle de leurs fils mulards. 10èmes Journées Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 26-28/03/2013, La Rochelle (France), 535-539

DUCAMP C., GUY G., SKIBA F., COUDURE R. 2008. Comparaison de deux modes de conservation du maïs pour le gavage de canards mulards mâles à la pâtée : maïs sec / maïs humide inerté. 8è Journées de la Recherche Avicole, 25-26/03/2009, Saint-Malo (France), 185-188

FLOCK D.K., HEIL G. 2002. A long-term analysis of time trends in the performance profile of white-egg and brown-egg hybrid laying strains based on results of official German random sample tests from 1974/75 to 1997/99. *Archiv fur geflugelkunde*, 66 (1), 1-20

FRANCEAGRIMER. 2011. Production animale et contractualisation : histoire et enjeux. Les synthèses de FranceAgriMer. Elevage / Viande, 8, 11 p.

FRANCEAGRIMER. 2010. La consommation française de viandes : Évolutions depuis 40 ans et dernières tendances. Les synthèses de FranceAgriMer, Elevage / Viande, 1, 8 p.

GUÉMENÉ D., GUY G., MIRABITO L., SERVIÈRE J., FAURE J-M. 2007. Bien-être et élevage des palmipèdes. *Inra Productions Animales*, 20 (1), 53-58

GUY G., FORTUN-LAMOTHE L., BÉNARD G., FERNANDEZ X. 2013. Natural induction of spontaneous liver steatosis in Greylag Landaise geese (Anser anser). *J. Anim. Sci*., 91, 455-464

HEIL G., HARTMANN W. 1999. Combined summaries of European Random Sample Egg Production Tests completed in 1997 and 1998 - Report of the Poultry Breeding and Genetics Working Group (3) of the European Federation of WPSA Branches. *World's Poultry Sci*., 55 (2), 203-205

HUNEAU-SALAÜN A., CHEMALY M., LE BOUQUIN S., LALANDE F., PETETIN I., ROUXEL S., MICHEL V., FRAVALO P., ROSE N. 2009. Risk factors for Salmonella enterica subsp. enterica contamination in 519 French laying hen flocks at the end of the laying period. *Preventive Veterinary Medicine,* 89, 51–58

IFIP-ITAVI-INSTITUT DE L'ELEVAGE 2012. Le bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC). 8 p.

ITAVI. 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles : Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes d'amélioration. 26 p.

ITAVI. 2011. Situation des filières avicoles et cunicoles : perspectives et enjeux. 63 p.

ITAVI. 2013a. Situation de la production et des marchés avicoles. 15 p.

ITAVI. 2013b. Situation de la production et des marchés des œufs et des produits d'œufs. 11 p.

ITAVI. 2013c. Situation de la production et du marché du foie gras. 6 p.

LE BOUQUIN S., ALLAIN V., ROUXEL S., PETETIN I., PICHEROT M., MICHEL V., CHEMALY M. 2010. Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Preventive Veterinary Medicine,* 97, 245–251

LITT J. 2011. Alternatives à l'équarrissage, l'exemple du compostage. Réunion du Groupe Filière Production Cunicole, diaporama, 23 p.

LITT J., LABORDE M., CASTETBON N. 2013. Coût de production en palmipèdes à foie gras : évolutions pluriannuelles et impact du passage au logement collectif pour les éleveurs et gaveurs de canards IGP Sud-Ouest. 10èmes Journées Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 57-61

MAGDELAINE P., BRAINE A. 2008. Le marché des œufs et des ovoproduits. TeMA, 5, 26-33

MAGDELAINE P., BRAINE A. 2010. Panorama mondial et européen de la production et de la consommation d'œufs. *Inra Productions Animales*, 23 (2), 111-122.

MAGDELAINE P., COUTELET G., RIFFARD C., HENNINOT E., GUERDER F. 2013. Les relations contractuelles actuelles favorisent-elles la compétitivité de la filière avicole chair ? 10èmes Journées Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 26-28/03/2013, La Rochelle (France), 52-56

MIGNON-GRASTEAU S., FAURE J.M. 2002. Génétique et adaptation : le point des connaissances chez les volailles. *Inra Productions Animales*, 15 (5), 357-364

MIGNON-GRASTEAU S., NARCY A., TRAN S.-T., DE VERDAL H., BASTIANELLI D., JUIN H., CARRE B. 2013. Variabilité génétique de l'efficacité alimentaire en régime alimentaire suboptimal chez le poulet de chair : perspectives pour la sélection. 10èmes Journées Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, 26-28/03/2013, La Rochelle (France), 502-506

PEILLOD C., COUDURE R., SKIBA F., LABORDE M. 2010a. Gavage au maïs humide conservé par inertage : détermination des effets de la granulométrie de la pâtée sur les performances zootechniques des canards mulards mâles. 9èmes Journées Recherche Palmipèdes à Foie Gras, 7-8/10/2010, Bordeaux (France), 67-70.

PEILLOD C., MANCINI V., COUDURE R., SKIBA F., LABORDE M. 2010b. Gavage au maïs grain entier : effets du mode de conservation et de préparation de la céréale sur les performances des canards mulards mâles. 9èmes Journées Recherche Palmipèdes à Foie Gras, 7-8/10/2010, Bordeaux (France), 77-80

RENAULT C., MAGDELAINE P. 2011. Analyse de la compétitivité de la filière volaille de chair française. TeMA, 19, 18-25

RIFFARD C., GALLOT S. 2010. Caractérisation des exploitations de la filière ponte françaises à partir de l'enquête Aviculture 2008. 34 p.

RIFFARD C., GALLOT S. 2011. Caractérisation des exploitations avicoles françaises à partir de l'enquête Aviculture 2008. 207 p.

RIFFARD C., MAGDELAINE P., BRAINE A. 2011. Situation, enjeux et perspectives du secteur ovoproduits en France et en Europe : Rapport de synthèse, 119 p.

ROUAULT P. 2010. Analyse comparée de la compétitivité des industries agroalimentaires françaises par rapport à leurs concurrentes européennes. Rapport du délégué interministériel aux industries agro-alimentaires et à l'agro-industrie, 146 p.

TRAVEL A., NYS Y., LOPES E. 2010. Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *Inra Productions Animales*, 23 (2), 155-166

VAN HORNE P.L.M. 2008. Productiekosten van consumptie-eieren : een internationale vergelijking. *LEI Wageningen UR*, Report, 71, 73 p.

VAN HORNE P.L.M. 2009a. Productiekosten van kuikenvlees : een internationale vergelijking. *LEI Wageningen UR*, Report, 4, 57 p.

VAN HORNE P.L.M. 2009b. Coût de production des poulets de chair dans divers pays d'Europe et du monde : étude comparative et perspectives. 8è Journées de la Recherche Avicole, 25-26/03/2009, Saint-Malo (France), 1-4.

VAN HORNE P.L.M. 2012a. International comparison production cost broilers, base year 2010. *LEI Wageningen UR*, Données non publiées, 1 p.

VAN HORNE P.L.M. 2012b. Competitiveness of the EU egg industry. *LEI Wageningen UR*, Report, 65, 52 p.

CHAPITRE 5B
Synthèse volailles de chair

A - Eléments de contexte

La viande de volaille est consommée partout dans le monde, elle représente plus du tiers de la consommation totale de viandes et elle progresse au rythme de 2 à 3 % par an. En Europe, la volaille représente un peu moins de 30 % de la consommation de produits carnés, avec de fortes disparités entre pays mais une tendance générale à la hausse dans un contexte de réduction tendancielle de la consommation totale de viande. Une évolution similaire est observée en France. Dans ce contexte mondial dynamique, les échanges internationaux ont progressé de 7 % par an et ils représentent désormais 12 % de la production mondiale, échanges intra-communautaires non pris en compte. Les principaux exportateurs sont les Etats-Unis et le Brésil, dont la production a explosé depuis le début des années 2000 et qui occupe désormais la première place. La production progresse également dans l'Union Européenne, mais à un rythme moindre, de l'ordre de 1 % par an, avec de fortes disparités entre pays. La production française, en particulier, est en perte de vitesse ; après le pic observé vers la fin des années 90, à 2,3 M de tonnes équivalent carcasse (tec), elle stagne maintenant à 1,8 M tec et si le solde des échanges reste encore positif en 2012 (+ 0,13 M tec), il ne cesse de se dégrader. Cette autosuffisance apparente dissimule en fait d'importants écarts entre exportations (+ 0,64 M tec) et « importations » y compris de l'UE (- 0,51 M tec). Ainsi, plus de 40 % des poulets consommés sont importés tandis qu'un peu moins de 50 % des poulets produits sont exportés, majoritairement à destination d'un marché spécifique (Moyen Orient) dépendant du maintien des restitutions. La situation des échanges est plus favorable en dinde mais se dégrade fortement, en lien avec l'effondrement de la production (- 50 % depuis le début des années 2000), la France ayant perdu la position dominante qu'elle occupait au début des années 2000. Ce constat a conduit la filière et les pouvoirs publics à s'interroger sur les raisons de la perte de compétitivité de la filière avicole de chair française (CGAAER 2010, AND / IFIP / ITAVI 2011, Berger 2013), la dernière de ces missions a d'ailleurs sous tendu les dispositions du plan d'avenir de la filière volaille lancé par le Ministre en charge de l'agriculture en avril dernier.

L'évolution des modes de consommation mais aussi du pouvoir d'achat a progressivement modifié la forme sous laquelle la volaille était consommée. Au niveau européen, la consommation de poulet prêt à cuire (PAC) a fortement régressé au profit de la découpe ainsi que plus récemment des préparations élaborées. Cette évolution a induit un besoin de « matière première » à très bas prix pour la découpe et la préparation de produits élaborés. Une hyper standardisation des conditions de production de volailles lourdes (poulet en particulier) s'est mise en place dans le bassin avicole du nord de l'Europe (Allemagne du nord et Pays-Bas notamment), la filière française qui n'a pas suivi ce modèle, subit aujourd'hui un fort différentiel de compétitivité comme illustré par les comparaisons internationales réalisées par le LEI de Wageningen.

Poulet de chair (données 2010)	France	Allemagne	Pays-Bas
Poids vif (g)	1920	2200	2200
Indice de Conversion (IC)	1,80	1,68	1,67
Coût vif (€/kg vif)	0,881	0,842	0,810

La filière française se caractérise au contraire par sa diversification (i) en termes d'espèces : poulet (restant majoritaire), dinde et canard tant à rôtir que gras, espèces de diversification à connotation de plus en plus festive (à l'exemple de la pintade) et (ii) en termes de segments de marché intra-espèce, tant au niveau du standard (coquelet, poulet léger export, standard, lourd…) que des productions sous signes de qualité (poulet certifié, label rouge, AOC, AB…) et à l'intérieur de chacun de ces segments, fournisseurs et distributeurs ont multiplié les références pour tenter d'échapper à la concurrence en créant des produits particuliers. Il en résulte une multiplication de cahiers des charges générant des surcoûts tant à l'amont qu'à l'aval. La filière volaille de chair française est donc pénalisée par un excès de diversification sans réelle différence de produit pour le consommateur final, ainsi que par un positionnement notoirement insuffisant sur le segment porteur de la volaille lourde. Or, paradoxalement, le maintien d'une diversification effective en termes de variété et de qualité de produits avicoles passe par la restauration de la compétitivité du segment standard, les volumes assurés par les productions sous signes de qualité étant clairement insuffisants pour saturer les outils d'amont (aliment du bétail, accouvage) et d'aval (abattage, découpe, transformation) indispensables au bon fonctionnement de la filière.

Au plan géographique, la production de volailles de chair est majoritairement localisée en Bretagne et Pays de Loire (soit 63 %), le reste de la production étant assuré de manière relativement répartie dans des régions limitrophes ou plus distantes. L'enquête avicole 2008 souligne le vieillissement de la population d'éleveurs avicoles ainsi que celle du parc de bâtiments, particulièrement en volailles de chair en bâtiments fermés (standard et certifié). L'enquête annuelle ITAVI montre toutefois qu'après une décennie de repli de l'ordre de 2 à 3 % par an, le parc de bâtiments standard et certifié a (modestement) renoué avec la croissance en 2011.

Le secteur avicole ne bénéficie pas d'organisation commune de marché (OCM) forte à l'échelle communautaire. Les stratégies d'entreprise (les organisations de production, OP) sont le principal moteur des évolutions des filières et priment sur les stratégies collectives et la contractualisation est la règle ; les OP fournissant les intrants aux éleveurs (poussins, aliment), étant responsables de leur qualité, gérant les contrats et leviers incitatifs liés (prix de reprise, bonus/malus) et supportant une part variable du risque de marché et de prix (et parfois du risque commun d'élevage). Cette contractualisation génère des conséquences très fortes sur le fonctionnement de la filière. Si le choix de la création, du maintien ou de l'abandon de l'atelier avicole et le choix entre des productions standard ou sous signes de qualité relèvent de la seule stratégie de l'exploitant, les leviers et marges de progrès biotechniques agissant sur le fonctionnement de l'atelier et/ou de l'exploitation se trouvent actionnés dans une large part au niveau des OP donc de la filière (ainsi que dans une moindre mesure au niveau du territoire).

B - Leviers d'action au niveau des exploitations

B1 - Bâtiments

En production en bâtiment fermé, la consommation d'énergie constitue le premier poste de charges variables, dont 80 % pour le seul chauffage. Ramenée au kg vif, elle varie de 1 à 3 entre le 1/3 inférieur des élevages les plus consommateurs et le 1/3 des plus économes. Des bâtiments d'élevage à énergie positive (produisant plus d'énergie qu'ils n'en consomment) sont en cours de conception. Il s'agit (i) d'abaisser la consommation d'énergie en agissant au niveau de l'isolation, de l'étanchéité, de la gestion des eaux périphériques, de l'éclairage naturel ainsi que de l'optimisation des équipements consommateurs d'énergie (chauffage, ventilation, éclairage électrique), le démarrage des lots sur une partie du bâtiment ou en poussinière constituant une voie d'économie supplémentaire et (ii) de compenser les consommations d'énergie restantes par la production d'énergie renouvelable : échangeurs

de chaleur, pompe à chaleur sur circuits d'entrée / sortie d'air, récupération des calories en sous toiture ou sur système de compostage, ou murs solaires.

B2 - Gestion des effluents

L'élevage des volailles au sol (canard à rôtir excepté) est réalisé avec un apport initial de litière (suivi d'ajouts en cas d'élevage d'espèce à cycle long comme la dinde). Les fumiers ainsi obtenus sont riches en matière sèche (de 55 à 75 %), ce qui les rend aisément transportables et accroit leur concentration en éléments fertilisants (l'équilibre N/P/K étant du type 1/1/0,8). Plus de 7 exploitations sur 10 épandent en moyenne 90 % de leurs déjections sur les terres de l'exploitation sans traitement préalable, environ 3 sur 10 épandent en moyenne 80 % des déjections issues de l'atelier avicole sur les terres d'un prêteur, sans réaliser de traitement particulier et 7 % des exploitations épandent sur leurs terres des déjections ayant subi un traitement préalable. Ces différences résultent des disparités de SAU entre exploitations. Les plus spécialisées, disposant de la plus grande surface de poulailler, sont de très petite taille (9 ha, en cas de spécialisation totale), contrairement à celles dont l'atelier avicole constitue une activité de diversification (115 ha, à moins de 25 % des revenus).

Le traitement préalable des fumiers facilite les échanges entre exploitations, en particulier à longue distance. Le compostage sans retournement, avec utilisation de souches sauvages de microorganismes sélectionnés sur leur aptitude à se développer sur des milieux peu dégradés (ensemencement par pulvérisation dans le bâtiment ou à la mise en andain) apparait comme une solution particulièrement adaptée qui limite les émissions de NH3, tant à l'intérieur du bâtiment que lors du processus de compostage.

B3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal

L'éleveur est responsable de la mise en œuvre du plan d'élevage et de prophylaxie préconisé par l'OP. Les bonnes pratiques d'élevage, en particulier les mesures de biosécurité (incluant l'utilisation effective et/ou optimale des dispositifs de protection sanitaire des bâtiments) jouent un rôle déterminant pour limiter les contaminations à l'origine de pathologies d'élevage (qui dégradent les performances) ou de zoonoses (toxi-infections dues aux salmonelles, notamment). Il assure également le suivi des pathologies indicatrices de bien-être animal, en lien avec la densité maximale autorisée dans le cas du poulet de chair. De grandes disparités de performances entre éleveurs sont observées montrant qu'une importante marge de progrès existe. A titre d'illustration, dans le cas du poulet standard, l'enquête 2010/2011 (chambres d'agriculture du Grand Ouest et ITAVI) fait apparaitre (à poids vif moyen identique) des différences d'indice de consommation, de taux de pertes ainsi que de charges variables, dont l'addition conduit à des différence de marge brute (par m² de poulailler et par an) de plus de 35 % entre les 25 % meilleurs résultats de poulaillers spécialisés et la moyenne des lots de l'enquête..

B4 - Fabrication d'aliments à la ferme

Malgré le fait que la fourniture d'aliment par l'OP constitue le cas très général, il existe une fabrication d'aliment à la ferme, notamment en Aquitaine. La fabrication à la ferme est donc susceptible de trouver une place mais plutôt en situation d'exploitation de grandes cultures détenant un atelier avicole à titre d'activité complémentaire car ce mode de production d'aliment est peu adapté à un objectif d'indice de conversion optimal tel que recherché en aviculture standard. Par contre, il pourrait convenir à une production de volailles sur parcours à croissance lente valorisant des matières premières à faible concentration énergétique et/ou protéique disponibles sur place ou à proximité immédiate.

B5 - Équarrissage

Le coût de l'équarrissage, désormais supporté par la filière, est important du fait du transport, de la logistique et contraintes d'incinération ou de stérilisation sous pression. La faisabilité du compostage d'animaux entiers a été démontrée pour les différentes espèces d'élevage. Le procédé consiste à réaliser un mélange de cadavre dans un agent structurant (sciure ou paille) dans des proportions qui garantissent la dégradation des cadavres avec une phase d'élévation de température assurant un niveau d'abattement satisfaisant de la concentration en agents pathogènes. A l'issue de ce processus qui s'étale sur plusieurs mois, un produit stabilisé est obtenu. Sa valeur fertilisante est importante, mais son épandage n'est pas envisageable, la seule issue restant l'incinération compte tenu du niveau d'exigences requis par l'EFSA. L'autorisation de composter des cadavres à la ferme (porcs et volailles) a pourtant été accordée dans de nombreux états des Etats- Unis ou provinces du Canada, moyennant certaines restrictions relatives à la formation des utilisateurs, aux dispositifs et/ou à l'épandage du produit obtenu.

C - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière et des territoires

C1 - Triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation

Considérés individuellement, les choix d'objectifs de production, de types génétiques et des formules d'aliment qui leur correspondent ont donné lieu à de nombreuses voies d'amélioration (revues par Blesbois et al 2011).

- En production standard, l'âge et le poids à l'abattage sont choisis en fonction des objectifs de production. Dans une perspective d'accroissement de la découpe, il est possible d'alourdir le poids d'abattage par allongement durée d'élevage et en recourant à des souches lourdes (poulet et dinde), ce qui accroît le rendement en filet dans altération du rendement technologique de la viande. En production sous signe de qualité, par contre, l'âge à l'abattage est contraint par les cahiers des charges.
- En production standard, les entreprises de sélection sont d'envergure internationale et proposent des souches adaptées à la gamme d'objectifs de production les plus courants. En poulet, les souches standard utilisées en France sont le plus souvent issues de reproductrices nanifiées, ce qui réduit le coût de production du poussin mais leur procure un léger désavantage en matière de croissance et de poids vif. Pour les besoins spécifiques des productions sous signes de qualité, des souches colorées à croissance lente (issues de souches nanifiées, dans le cas du poulet) sont fournies par les sélectionneurs français pour les différentes espèces de chair. Dans une perspective d'itinéraire d'élevage de type extensif, la sélection de volailles de chair aptes à digérer plus efficacement des matières premières de moindre qualité apparait comme une voie complémentaire, sur le modèle expérimenté par l'Inra (lignées à digestibilité contrastées D+ / D-).
- En matière de formulation alimentaire, de nombreuses améliorations ont permis de réduire l'impact environnemental, notamment les rejets d'azote, phosphore et éléments trace métalliques ainsi que la consommation de phosphate minéral : pratique du multi phases (aliments démarrage, croissance et finition) ; addition d'acides aminés de synthèse les plus limitant (permettant de réduire globalement l'apport protéique d'origine végétale) ; utilisation de phytases microbiennes (permettant une meilleure utilisation du phosphore phytique des matières premières végétales donc de réduire les rejets en limitant les apports de phosphore minéral). Conjuguée à l'amélioration des performances zootechniques, cette optimisation de la formulation alimentaire a conduit à une réduction très

significative des rejets d'azote et de phosphore sur la décennie 1996/2006, entérinée par les recommandations 2006 du CORPEN (à nouveau en cours de révision).

L'optimisation de la combinaison de ces trois leviers constitue une autre voie d'amélioration des performances de la filière. Pour restructurer la gamme tout en la rendant plus compétitive, deux voies opposées mais complémentaires en termes d'intensification pourraient être suivies :

- En volaille standard, alourdir les poids d'abattage et les rendements en viande en massifiant et en standardisant la production : allongement de la durée d'élevage ; recours à des souches lourdes ; restructuration de l'accouvage (qualité et viabilité des poussins) ; recours à des aliments de plus forte concentration énergétique et protéique.
- En production sous signes de qualité, améliorer la rentabilité sans nuire à la qualité : utilisation d'aliments moins couteux (élaborés à partir de matières premières à moindre concentration énergétique et/ou protéique) ; recours à des souches à croissance lente sélectionnées sur leur aptitude à digérer ce type de ration, à vitesse de croissance constante.

C2 - Une filière intégrée mais pas optimisée

Le choix du triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation relève majoritairement de l'OP qui a un rôle de coordination et de construction de la performance globale de la filière. Toutefois, si la filière volailles de chair est intégrée, elle est insuffisamment optimisée. Chaque maillon cherche à produire au moindre coût (accouvage, aliment, abattage transformation) d'où un relatif nivellement par le bas qui limite les performances des autres maillons. La recherche d'une meilleure plus-value globale au niveau de l'ensemble de la filière serait donc préférable, sur le modèle du bassin de production du nord de l'Europe, ce qui pose le problème de la répartition des marges. Les taux de rentabilité des maillons centraux (éleveurs et entreprises d'abattage découpe) sont très bas ou négatifs depuis de nombreuses années, contrairement aux industries d'amont et aval qui sont mieux loties.

C3 - Gestion collective des effluents

Bien que les échanges de fumiers entre exploitations soient déjà importants en filière avicole, le traitement collectif serait de nature à faciliter la gestion des effluents d'élevages en zones à forte densité (particulièrement en ZES). Une production d'engrais organiques standardisés (à priori très riches en phosphore) associée à une valorisation énergétique est envisageable, sur le modèle de la centrale de Moerdijk (Pays-Bas) qui traite l'équivalent d'environ 1/5ème de la production française de fumier de volailles.

D - Favoriser les évolutions souhaitables aux niveaux éleveur, interprofessionnel, sociétal et des pouvoirs publics

La restauration de la compétitivité de la filière volailles de chair implique des centres de décision nombreux, à des niveaux différents, mais tous interdépendants.

D1 - Inciter les chefs d'exploitations agricoles à maintenir, développer ou créer un atelier avicole

L'atelier avicole reste le maillon central de la filière de production. Pour inverser la tendance au repli qui prévaut depuis une décennie, les recommandations suivantes ont été formulées : accroitre la taille des élevages pour permettre une plus grande spécialisation (ce qui génère des besoins importants de formation) ; moderniser le parc de bâtiments ; rendre les contrats d'intégration plus incitatifs en regard des performances techniques.

D2 - Instaurer ou restaurer une concertation à profit partagé entre les différents niveaux de la filière et entre la filière et la distribution

L'amélioration des interactions entre les maillons de la filière passe par des actions à deux niveaux. Un premier niveau concerne la stratégie des entreprises (OP) en incitant d'une part à la performance maximale à chaque maillon plutôt que la recherche du coût le plus bas pénalisant ainsi les maillons dépendants, et d'autre part au renouvellement des outils industriels d'amont (accouvage) et d'aval (transport, abattage, transformation) dont certains sont en limite de vétusté. Un second niveau concerne la mise en place d'une dynamique collective passant par la création d'une interprofession volaille de chair unique, de façon à définir et mettre en place une stratégie collective de promotion de la volaille française dans sa diversité ainsi qu'une concertation avec l'aval de la filière. La mise en place d'une gestion collective des effluents pourrait également relever d'une telle dynamique collective.

La réduction de l'hyper-segmentation (multiples cahiers des charges pour un même segment de produit) ne peut passer que par une entente nationale avec l'aval. La GMS pourrait y trouver son compte, la tendance à la réduction de la taille moyenne des magasins n'étant pas favorable à la démultiplication des gammes. Le contenu des cahiers des charges à élaborer sur la base d'un catalogue national est un autre chantier à ouvrir (réincorporation des graisses animales…). Quant à la question cruciale des modalités de gestion et de répercussion de la volatilité des prix des matières premières végétales, elle pourrait y être abordée mais d'autres filières sont également concernées.

D3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat

L'Etat est à même de jouer un rôle de facilitateur en aidant à la création d'une interprofession volailles de chair complète et unifiée, en intercédant dans les relations entre la filière et son aval (mise en place d'une gamme basique de produits et d'une stratégie collective de promotion), en organisant le dialogue avec les associations environnementales et de bien-être animal et en aidant financièrement la construction ou la rénovation des bâtiments ainsi que l'adaptation et/ou la modernisation des outils d'amont (accouvage) et d'aval (abattage, première transformation).

Au titre de ses missions de négociations internationales et régaliennes, l'Etat pourrait également soutenir le principe des restitutions concernant le poulet export et assurer une équité d'application de la réglementation sanitaire et environnementale communautaire : lutte contre les salmonelles, utilisation des graisses animales, qualification (donc valorisation) des viandes séparées mécaniquement (VSM), conditions de valorisation d'une partie des lots saisis pour motif sanitaire.
Enfin, l'Etat pourrait faire évaluer par l'ANSES puis l'EFSA les risques sanitaires associés à élimination des cadavres par compostage.

E - En guise de conclusion

L'aviculture de chair française doit faire face à un double défi : consolider la compétitivité produit qui fait sa force et son originalité, tout en restaurant sa compétitivité prix. Cette stratégie pourrait passer par deux voies opposées mais complémentaires : un positionnement sur le créneau porteur de la volaille lourde et une réduction du coût de production des volailles sous signes de qualité. De nombreux besoins de recherche, R&D et transfert subsistent concernant l'ensemble des leviers biotechniques déterminant les performances des exploitations et leurs modalités d'articulation pour une efficience maximale de la filière volailles de chair. Certains thèmes apparaissent comme particulièrement importants, au niveau du fonctionnement des ateliers avicoles : La mise au point un modèle de bâtiment avicole de chair innovant, à la fois économe et producteur d'énergie ; élaborer un modèle de filière « alternative » privilégiant l'utilisation de matières premières largement disponibles mais à faible concentration énergétique et/ou protéique valorisées par des types génétiques à croissance lente aptes à les utiliser au mieux

CHAPITRE 6
FILIÈRES BOVINE ET OVINE ALLAITANTES

CHAPITRE 6A Filières bovine et ovine allaitantes 326
A - Contexte de l'élevage allaitant français, historique et état des lieux..... 326
B - Déterminants pour des systèmes d'élevage plus durables 336
C - L'élevage allaitant : réflexions complémentaires sur les inflexions possibles, atouts, diversité des adaptations et conditions..... 348
D - Conclusions et perspectives..... 350
E - Références Bibliographiques..... 351

CHAPITRE 6B Synthèse 354
A - Eléments de contexte 354
B - Déterminants des systèmes d'élevage allaitant plus durables..... 355
C - Inflexions possibles, diversité des adaptations et conditions de l'élevage allaitant 357
D - En guise de conclusion..... 357

CHAPITRE 6A
Filières bovine et ovine allaitantes

Auteurs : *Marc BENOIT (Inra), Jacques AGABRIEL (Inra)* [129]

A - Contexte de l'élevage allaitant français, historique et état des lieux[130]

A1 - Des éléments de contexte communs aux diverses productions allaitantes

Avec près de 150 000 exploitations détenant des bovins viande et/ou des ovins viande et les emplois générés dans les secteurs amont et aval, les productions allaitantes constituent une activité économique nationale de premier plan. Le chiffre d'affaires total des productions ovine et bovine allaitantes est estimé à 5 milliards d'euros en 2011, soit 22 % de la valeur des productions animales françaises (d'après Agreste, Lherm communication personnelle). Ces animaux occupent directement plus du tiers de la SAU française, essentiellement des prairies dont une grande part de prairies permanentes (plus de 2/3) qu'ils entretiennent et maintiennent « ouvertes ». Ils participent ainsi à la typicité des paysages français, à l'identité forte des terroirs d'élevage, et à la production de nombreuses aménités positives (Peyraud et *al.*, 2012). Une estimation récente (Devun et *al.*, 2012) faite sur l'ensemble des bovins viande français considère que leur alimentation est constituée à 90 % de fourrages, dont 80 % provient de la prairie (herbe pâturée ou conservée), proportion qui s'accroit jusqu'à 85 % dans les élevages uniquement naisseurs. Mais la caractéristique de ces exploitations est aussi de générer de faibles revenus respectivement 14900 € et 12300 € en 2010 par travailleur familial, en ovins (Rica, Otex 48, ovins lait et caprins compris) et bovins allaitants (OTEX 46). C'est moins de la moitié du revenu moyen (28500€), et moins du tiers de celui des grandes cultures (44000€, OTEX 15 et 16).

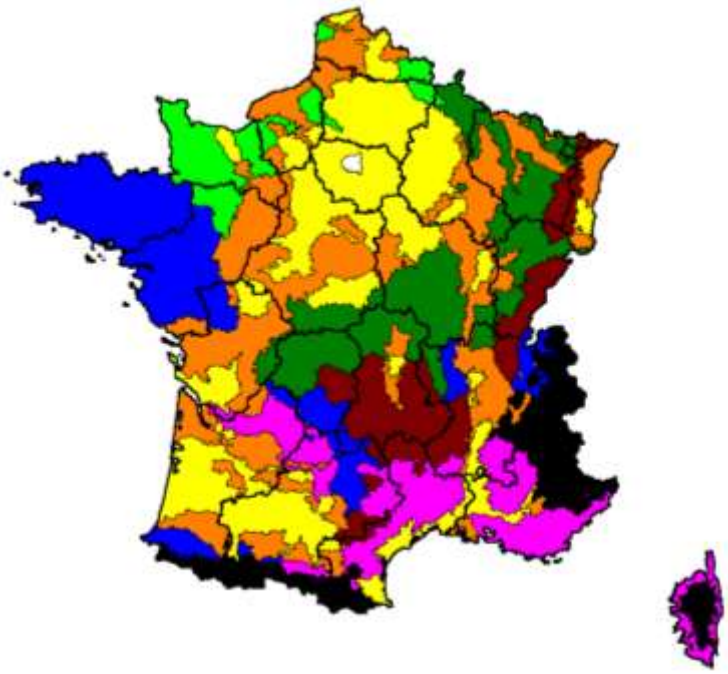
Ces productions sont présentes dans différentes zones pédoclimatiques, et à partir d'une carte plus détaillée (Institut de l'élevage, 2002 ; cf. Figure 1) quatre grands types de situations peuvent être schématisés :

- Les zones de moyenne montagne et montagne, caractérisées par des prairies permanentes (dont une part d'estives) quasi-exclusivement valorisées dans des systèmes bovin viande très majoritairement producteurs d'animaux maigres et de systèmes ovins viande à base de races rustiques ;
- Les zones herbagères de plaine avec une part de cultures limitée et où les prairies permanentes sont dominantes. L'équilibre local entre cultures et prairies se raisonne à l'échelle de chaque exploitation ou des petits territoires. Les systèmes bovins allaitants sont majoritairement producteurs de mâles maigres (plus ou moins lourds) et de femelles pour partie finies. Les systèmes ovins produisent des agneaux lourds à partir de races herbagères.

[129] Remerciements : François Bocquier (Supagro Montpellier), Vincent Bellet (Institut de l'Elevage), Pierre Sans (ENV Toulouse), Yves Madeline (Institut de l'Elevage), Etienne Zundel (Inra)

[130] Repris en partie de l'analyse collective réalisée pour le projet d'UMT SAFE 12 Octobre 2012 ; J. Agabriel, J. Devun, R. Baumont, S. Brouard, P. Dhour, G. Fleurance, M. Lherm, E. Pottier (UMT Systèmes Allaitants Fourrages et Environnement)

- Les zones de cultures fourragères où prédominent les prairies temporaires et le maïs ensilage. Ces surfaces sont valorisées principalement dans des systèmes naisseurs-engraisseurs bovins conduits avec des niveaux de chargement élevés.
- Les zones pastorales caractérisées par une part plus ou moins importante de prairies peu productives où les systèmes ovins viande à base de races rustiques sont majoritaires.



		Principales zones concernées	
	Zones de grandes cultures	Bassin Parisien	Aquitaine et Poitou
	Zone de polyculture-élevage	Zone de polyculture-élevage du Bassin Parisien	Zone de polyculture-élevage du Bassin Aquitain, Rhône-Alpes, Alsace
3	Cultures fourragères (herbe+maïs)	Zone intensive du Grand Ouest (zone laitière avec alternatives à l'élevage)	Piémonts intensifs (zone à dominante viande et peu d'alternatives)
2	Zone herbagère du Nord-Ouest	Normandie	
	Zone herbagère du Centre et de l'Est	Zone herbagère du Nord-est (de tradition laitière)	Zone herbagère du Nord Massif-Central (de tradition allaitante)
4	Zones pastorales	Sud-Est	Sud du Massif central
1	Montagnes humides	Franche-Comté + Vosges (forte spécialisation laitière)	Auvergne (et Massif central) (mixité lait-viande)
	Haute-Montagne	Alpes	Pyrénées

Figure 1 : *Elevage allaitant dans le zonage du pays ; Source : Institut de l'Elevage*

Ces différents contextes pédoclimatiques conduisent à des fonctionnements de troupeau variés, en adéquation avec la diversité des ressources qui y sont présentes et à des conduites de systèmes fourragers qui diffèrent par la nature de l'offre fourragère (herbe, maïs…), l'équilibre entre les surfaces fauchées et pâturées, la nature et les quantités de stocks réalisés selon les objectifs de chargement et de production.

A2 - Un contexte en plein changement

La première source de fragilisation des activités d'élevage de façon générale, réside dans les tensions sur le prix des matières premières qu'ils s'agissent des aliments du bétail (céréales, tourteaux, etc.), de l'énergie, ou des engrais minéraux. Les causes de ces hausses sont multiples mais se trouvent avant tout dans une demande mondiale pour les produits végétaux qui ne cesse de croitre, couplée dans le cas des énergies fossiles ou des phosphates, à une raréfaction des ressources.
Le deuxième facteur important à prendre en compte pour l'avenir est celui du changement climatique et des aléas croissants qui l'accompagnent. Le travail réalisé dans le cadre du projet CLIMSEC (2011) montre bien que l'un des défis que les éleveurs d'herbivores auront à relever demain est celui des aléas de sécheresses (pluviosité plus erratique et hausse des températures), qui seront de plus en plus fréquents et de plus en plus marqués. L'aléa de sécheresse est celui le plus redouté par les éleveurs de troupeaux allaitants (Mosnier et *al.*, 2012) dont la première préoccupation sera, demain encore, d'être en capacité de pouvoir alimenter leurs troupeau en fourrages, stockés ou pâturés, tous les jours de l'année : cette priorité guide les orientations dans la conduite d'un élevage et de son système fourrager. Face à ces aléas, les réponses apportées à ce jour (en 2010 et 2011) ne s'inscrivent pas suffisamment dans une perspective à moyen ou long terme. La sécurisation fourragère des systèmes de production est une priorité, et doit se faire en intégrant tous les paramètres économiques et sociaux de l'élevage.

La controverse perdure autour des impacts de l'élevage allaitant sur son environnement, négatifs (émissions de gaz à effet de serre, consommation d'énergie non renouvelable, mauvaise efficience de la transformation des rations en protéines, forte utilisation d'eau pour l'irrigation) ou positifs, notamment en terme de production d'aménités : valorisation de surfaces en herbe pour la plupart non ou difficilement convertibles en cultures, entretien du milieu, qualité des paysages, préservation de la biodiversité, etc. A ce titre, rappelons qu'en France, la surface fourragère principale (SFP) des exploitations allaitantes est principalement occupée par de l'herbe, par exemple entre 85 et 100 % de la Surface Agricole Utile (SAU) dans les systèmes naisseurs bovins (75 % des systèmes bovins allaitants nationaux).
Les systèmes allaitants sont très diversifiés (espèces, races, dates de mises bas, types de produits…). Des questionnements différents vont porter sur l'efficience des productions tout en raisonnant les impacts environnementaux et les type des produits mis ne marché. Les réponses seront donc multiples, comme elles le sont par exemple sur les leviers actionnables pour limiter les émissions de GES (Dollé et *al.*, 2011).

Dans l'Ouest par exemple, les enjeux pourront tourner autour de la place et l'impact de l'engraissement des jeunes bovins par rapport à celle des bœufs ; dans le Centre il faut également prendre en compte la place accordée aux productions sous signes de qualité…
Par ailleurs, les aides publiques nécessaires à l'équilibre économique de ces élevages sont de plus en plus soumises au découplage et à l'éco-conditionnalité. Tout concourt donc à ce que les éleveurs allaitants soient amenés à prendre davantage en compte les demandes de la société tant du point de vue environnemental que du point de vue de la quantité et qualité (sanitaire, organoleptique…) des carcasses produites, en veillant à une certaine régularité calendaire de l'offre. Mais, en retour, la société doit mieux reconnaitre les services écologiques rendus par l'élevage allaitant et par l'utilisation des prairies, services qu'il est nécessaire de mieux identifier et quantifier pour justifier un soutien, qu'il soit financier ou non.

Face à ces premiers constats plutôt négatifs, d'autres perspectives laissent entrevoir un avenir plus favorable aux productions allaitantes. Plusieurs études prospectives (FAO 2011, prospective Agrimonde) tablent sur une demande mondiale de produits animaux en hausse, y compris en viande bovine et ovine, en raison de l'augmentation de la population mondiale et de l'amélioration du pouvoir d'achat d'une partie de la population dans les pays émergents, amélioration qui conduit à augmenter la part des protéines d'origine animale dans l'alimentation de ces populations. Cette hausse maintient indirectement un niveau de prix incitatif malgré la crise de 2012 (Tableaux 1 et 2). De plus, parallèlement à un accroissement important de la dimension des exploitations, on assiste, aussi bien en termes de gestion des animaux que des surfaces, à un développement important des technologies dédiées à la conduite des

élevages qui pourront faciliter le travail des éleveurs. Ainsi se développent la surveillance à distance des animaux, les mesures automatisées notamment de pesées, la mécanisation de la distribution des fourrages, les systèmes de tri d'animaux etc.

***Tableau 1** : Evolutions annuelles des cotations des gros bovins*

	2008	2009	2010	2011	2012	%12/11
Animaux maigres (mâles 6-12 mois) **en €/kg vif**						
Mâle Limousin U3	2,45	2,56	2,57	2,54	2,88	13,3
Mâle Charolais U3	2,31	2,46	2,54	2,50	2,81	12,3
Mâle Croisé R3	2,08	2,21	2,23	2,23	2,45	10,1
Femelle Charolais R3	2,23	2,06	2,02	2,07	2,33	12,7
Gros bovins entrée abattoir (€/kg carcasse)						
Prix moyen pondéré	3,06	2,91	2,96	3,21	3,67	14,5
Bœufs U3	3,52	3,49	3,51	3,67	4,08	10,9
Bœufs R3	3,21	3,16	3,15	3,35	3,85	14,9
Jeunes Bovins U3	3,43	3,42	3,40	3,69	4,02	8,7
Jeunes Bovins R3	3,18	3,14	3,14	3,47	3,85	11,0
Génisses U3	3,98	3,87	3,87	4,00	4,32	8,2
Génisses R3	3,41	3,24	3,28	3,45	3,98	15,4
Vaches R3	3,28	3,11	3,19	3,37	3,92	16,2
Vaches O3	2,78	2,55	2,65	2,93	3,41	16,5

Source : FranceAgriMer
Remarque : Le mode de calcul des cotations entrée abattoir a été modifié à partir de la semaine 3 de 2012.

***Tableau 2** : Evolutions annuelles des cotations des agneaux*

€/kg net	2008	2009	2010	2011	2012	%12/11
Agneaux						
Prix moyen pondéré	5,64	5,82	5,81	6,10	6,18	1,3
PMP Rungis*	5,58	5,74	6,07	6,12	6,42	5,0
Brebis 22-27 kg / R3	1,86	1,92	1,88	2,06	2,25	8,9

* Cotation RNM
Source : FranceAgriMer

En contribuant à transformer le métier d'éleveur, ces technologies permettent des évolutions de pratiques favorables notamment sur le plan de l'amélioration des conditions de travail et de son l'efficacité, mais elles ne doivent pas nuire aux animaux (en termes de bien-être, santé, performances…) qui sont laissés de plus en plus sans surveillance directe. Au-delà, ces évolutions techniques participent à changer l'image de l'élevage auprès des jeunes futurs éleveurs et à lui conférer une plus grande attractivité.

Enfin, la connaissance de plus en plus fine des relations entre le génome et les qualités d'élevage et de production des animaux doit permettre le développement de méthodes qui aideront les éleveurs à sélectionner des animaux productifs de plus en plus robustes. La mise en œuvre des techniques de génomique en troupeaux allaitants permettra de ne plus sélectionner indépendamment qualités bouchères des produits et qualités maternelles des animaux. Cela pourra faciliter la mise en œuvre de techniques d'élevage simplifiées comme l'hivernage avec un minimum de bâtiments, pour des femelles robustes, sans dégradation des performances de reproduction tout en garantissant la tendreté de la viande réclamée par le consommateur.

A3 - Des spécificités propres à l'élevage des bovins allaitants

Même si le troupeau français, le plus important d'Europe (1/3 des vaches allaitantes européennes), se caractérise par une quasi-stabilité de ses effectifs (4 à 4,2 millions de vaches depuis 1998), le contexte de la production bovine allaitante change depuis quelques années. Compte tenu de la régression continue du troupeau de vaches laitières (-1 à -1,5 % par an depuis 1998), le cheptel allaitant produit désormais 65 % de la viande bovine nationale à partir de divers systèmes : naisseurs, naisseurs-engraisseurs et engraisseurs spécialisés ; et de l'ordre de 800 000 animaux maigres sont exportés, soit environ 1 jeune mâle sur 2.
Depuis plus de trente ans, la taille des troupeaux est en constante augmentation ; elle atteint désormais près de 50 vaches en moyenne élevées sur 90 ha. Même si ces troupeaux restent de dimension modeste comparés aux troupeaux des grandes régions de « ranching » (Brésil, Australie, USA), les gains de productivité du travail ont été élevés ce qui ne se retrouve pas sur le revenu des éleveurs qui stagne dans les observations de long terme des réseaux Inra ou dans celles des réseaux d'élevage de l'Idele. La double évolution des charges fixes et des charges opérationnelles (coût des aliments) gomme ainsi complètement l'amélioration de la productivité.
Enfin il faut rappeler que les systèmes bovins allaitants français sont menés le plus souvent en race pure, ce qui les différencie selon les régions, favorise l'identification de leurs produits et permet la mise en place de filières qualité supérieures reposant sur les races (Label rouge par exemple).

A3.1 - Une évolution de la demande favorable à la production…

Les prix de la viande bovine en France ont été tendanciellement à la baisse en monnaie constante sur les 20 dernières années. Parallèlement, la part des aides publiques directes dans le revenu des exploitants de bovins allaitants a fortement progressé (supérieure à 120 % du résultat courant). Ces aides ont vraisemblablement atteint un plafond.
Pourtant, les analyses prospectives (FAO, 2011) comme les observations récentes des années 2011 et 2012 marquée par un rebond des prix (léger en France mais significatif Tableau 2), montrent que les perspectives de production à l'échelle mondiale sont favorables. L'état du marché international laisse à penser que la revalorisation des prix pourrait durer. Un optimisme s'appuyant sur une augmentation de la demande globale, de viande bovine y compris celle issue des troupeaux allaitants, est donc raisonnable. En France, les troupeaux laitiers, avec l'arrêt annoncé des quotas, pourraient se spécialiser encore davantage et laisser autant de place sur le marché de la viande de transformation. Une part croissante de la production allaitante occupe désormais un créneau de milieu de gamme demandée en GMS et peut combler en partie les volumes manquants de vaches laitières.
Le marché intra européen des veaux broutards maigres à engraisser est plutôt dynamique, en progression de 75 000 têtes entre 1999 et 2009 (soit +5 à +8 % selon les années) et se diversifie puisque le marché Italien (premier client de la France) en augmentation régulière jusqu'à 2009, a régressé et s'est stabilisé sur ces trois dernières années mais l'Espagne et la Grèce sont devenue également demandeurs (bien qu'en régression en 2012). Sur ce marché du jeune bovin mâle maigre, les exportations françaises se sont stabilisées (- 60 000 têtes de 2003 à 2009, + 30 000 de 2009 à 2012), alors que la production de jeunes bovins finis a progressé de 10 % au cours de la même période. Des marchés nouveaux se construisent et semblent en expansion « rapide » (par exemple les exportations en vif de taurillons engraissés vers le Maghreb ou la Turquie, cf. rapport Berthomeau et *al.*)
Pour répondre à la demande supplémentaire de viande bovine, il pourrait être nécessaire de mettre en place de façon complémentaire deux stratégies raisonnées : l'une de production de carcasse « de masse », à base de jeunes bovins mâles engraissés rapidement dont une partie irait vers le marché export, l'autre « de niche » pour les marchés locaux à forte valeur ajoutée comme les produits sous labels. L'organisation des productions aux différents niveaux (exploitation, territoire, région) serait ainsi à raisonner sur ces nouvelles bases. Les types d'animaux produits pourraient se différencier davantage selon les performances propres à chaque race et les orientations de sélection pourraient même fortement différer.

A3.2 - Mais qui nécessite de confronter le bilan de la production au bilan environnemental

Le troupeau bovin allaitant fait tout particulièrement l'objet de nombreuses mises en cause, notamment médiatiques, depuis la diffusion du rapport FAO de 2006. Les interrogations portent sur les émissions de GES (1 500 kg eq. CO_2/an/100 kg Viande Vive (VV)) et sur la faible efficacité de transformation en protéines de ces animaux. D'autres études ont montré l'importance de la phase d'élevage dans le bilan des animaux abattus, avec 60 à 84 % des émissions, ainsi que la prépondérance du méthane entérique (50 à 60 %) dans les émissions de GES. Des pistes de réduction ont été évoquées (Dollé et *al.*, 2011 ; Agabriel et *al.*, 2011) ; les leviers principaux sur lesquels l'éleveur a aisément prise sont l'âge du premier vêlage, le choix des périodes de vêlage et les types d'animaux produits selon des itinéraires techniques plus ou moins long. Plus la phase d'élevage est longue, plus la part du besoin d'entretien est importante celle-ci « coûtant » cher en termes de GES. A l'échelle de l'animal, pour un même poids carcasse, les émissions sont réduites lorsque la période de finition est courte et réalisée sur des animaux jeunes avec une part importante de céréales. Mais bœufs et génisses à l'engrais sur des cycles longs participent davantage aux facteurs favorables du bilan par l'importance de leur alimentation au pâturage (séquestration du carbone dans les prairies). Dans un avenir proche, lorsque les indicateurs de biodiversité seront mieux définis et calés, on pourra mieux comparer les avantages et inconvénients des différents itinéraires de production, comparaisons qui jusqu'à présent sont défavorables aux systèmes herbagers car elle ne sont réalisées que sur le seul bilan GES.

A3.3 - Ce qui implique des adaptations des conditions d'élevage

Face aux diverses composantes du changement, le moteur principal des adaptations des exploitations de bovins allaitants reste la recherche de l'assurance économique *i.e.* le maintien du revenu par l'augmentation de la productivité du travail combinée à un niveau de performances des animaux optimal et une bonne productivité des surfaces. La recherche de sécurisation dans la conduite des systèmes, c'est-à-dire la réduction (ou la minimisation) de la variabilité du revenu annuel, vient ensuite comme déterminant des stratégies. L'agrandissement des structures en a été une conséquence au cours des dernières décennies. Outre l'augmentation de l'excédent brut d'exploitation, elle permet par l'extensification, l'amortissement des conséquences des aléas touchant le système fourrager. Elle s'est réalisée tout en cherchant à limiter l'augmentation du temps de travail et tout en visant à améliorer les conditions de vie (équipements, mécanisation, organisation).
Au plan de la conduite des troupeaux, la recherche d'efficience des cycles et des itinéraires de production se traduit par une volonté de réduire le travail et une recherche de simplifications des pratiques. Celles-ci se déclinent en spécialisation des itinéraires de production (suppression par exemple des bœufs herbagers au profit de la production de broutards maigres ou de l'engraissement de jeunes bovins), en mécanisation et, dans une moindre mesure, en automatisation des opérations d'élevage. Les conséquences en sont la diminution du temps passé à la surveillance et aux soins ramenés à la tête de bétail, ce qui pousse d'autant plus la recherche d'un animal productif facile à élever et à conduire.
Sur le plan des performances animales, on ne peut pas s'attendre à une nette amélioration de la productivité des mères déjà proche d'un maximum biologique de 95 veaux produits pour 100 vêlages. Un effort sur la mortalité des veaux (proche de 10 % avec des variations selon les races) permettrait cependant d'augmenter encore la productivité numérique par femelle.

Tableau 3 *: Forces et faiblesses majeures de l'élevage bovin allaitant français*

Forces	Faiblesses
- Des races à viande efficaces et productives identifiées par régions - Des techniques de base (alimentation, génétique) éprouvées et robustes - Des marges significatives d'amélioration de la	- Importance des aides dans le revenu (100 %) - Revenu faible pour un capital important - Peu de variation du revenu malgré d'importantes améliorations de la productivité des élevages (UGB/UMO)

rentabilité économique révélées par la diversité de résultats dans les observatoires - Un élevage des zones défavorisées, utilisateur unique de certaines surfaces en herbe - Des prix soutenus par une demande mondiale en hausse	- Variabilité des cotations et sensibilité forte aux aléas. - Une confusion générale sur les origines des viandes (troupeau laitier troupeau allaitant, femelles Jeunes bovins etc.) que la sortie de crise ESB avait tenté de lever mais qui se diffuse mal.
Opportunités	**Menaces**
- Une meilleure connaissance des effets du pâturage sur la biodiversité des prairies permanentes - Des nouvelles techniques de sélection (génomique) qui vont aider à améliorer : la qualité de la viande, les capacités adaptatives des femelles - Différentiel de prix qui se réduit avec les grands pays exportateurs - De nouveaux marchés solvables autour de la méditerranée	- Les aléas climatiques peuvent fragiliser les systèmes fourragers - Les aides publiques ont atteint un plafond - Un bilan environnemental (notamment GES émis) mitigé et sans possibilité d'amélioration à court terme (50 % CH_4 entérique) - Vieillissement de la population d'éleveurs et transmission des exploitations difficile - Une image de la viande rouge dégradée dans les médias

A3.4 - Et la préservation de la robustesse des animaux

Quelles que soient les races, le format et le poids des vaches adultes ont régulièrement augmenté et cette tendance se poursuit aujourd'hui. Dans les suivis de réseaux, on observe une augmentation de 3 kg de poids de carcasse/an des vaches de réforme sur 30 ans, ce qui correspond au + 6 kg vif par animal/an observé sur le troupeau Inra de Laqueuille. La recherche d'une meilleure croissance dans le jeune âge en est à la fois la cause et la conséquence. La sélection sur les poids à 120 et 210 jours, (troupeaux au contrôle de performance) et/ou l'importance accordée au poids et à la conformation dans la cotation des broutards, conduit physiologiquement (corrélation génétique) à des animaux de format adulte élevé. Mais l'augmentation du format, intéressante pour les gains d'efficacité dans le jeune âge et les poids carcasses des vaches de réforme, s'accompagne de modifications des potentialités des animaux qui peuvent être pénalisantes par la suite. La réalisation d'un premier vêlage à 2 ans (ou à 30 mois) par exemple, pourrait se développer mais elle se heurte à la baisse de précocité (développement de la fonction de reproduction des femelles) qui accompagne l'augmentation du format adulte. De même, pour atteindre le niveau d'état d'engraissement requis des jeunes mâles en finition, il faut apporter des rations de densité énergétique de plus en plus élevées et donc riches en céréales, éloignant ainsi ces ruminants de l'herbe.
Dans les comparaisons de races, les animaux précoces (déposant rapidement des dépôts adipeux) sont les plus flexibles et supportent mieux les à-coups nutritionnels. Mais, au sein d'une même race entre animaux de précocité différente la question reste posée et doit être traitée prioritairement. L'équilibre format adulte / précocité est un enjeu important pour l'avenir de nos races à viande. Il ne peut se raisonner sans une bonne connaissance des conséquences de l'effet de l'âge et du poids sur les carcasses et la qualité des viandes produites (couleur, collagène, lipides).
Cette évolution des animaux doit également se raisonner par rapport aux besoins de résilience et de robustesse (Blanc et *al.*, 2010) dont les troupeaux auront besoin à l'avenir pour faire face à des aléas plus fréquents.

A4 - Des spécificités propres à l'élevage des ovins allaitants et ses productions

Une analyse prospective collective à laquelle a participé l'ensemble de la filière, animée conjointement par l'UMT PASF et le Ciirpo en 2011, a mis en évidence les tendances lourdes et ruptures possibles de la

production ovine allaitante, analysées du point de vue du contexte, des filières, et de la production. Ces éléments ont été actualisés par les évolutions récentes touchant la production.

A4.1 - Une production qui s'effrite malgré une conjoncture favorable

Avec 4,3 millions de brebis allaitantes, la production ovine est plus modeste que la production bovine allaitante. Depuis de nombreuses années, les effectifs nationaux de brebis n'ont cessé de diminuer et aujourd'hui la production française ne couvre plus que 40 % de la consommation intérieure ; elle correspond à environ 11 % de l'offre européenne. Les efforts entrepris ces dernières années sous l'impulsion de la profession ont permis le développement d'une action nationale « Reconquête Ovine » et contribué au rééquilibrage des aides PAC, qui a permis de freiner l'érosion des effectifs ovins sans toutefois la stopper. Ces évolutions diffèrent selon les régions : on assiste à la poursuite d'une forte érosion dans les bassins traditionnels de production (notamment du centre ouest de la France) où la production ovine est très fortement concurrencée par les grandes cultures, alors que des installations d'élevages s'observent comme dans l'Est de la France.

Si le revenu agricole moyen par actif non salarié en élevage ovin allaitant était régulièrement parmi les plus faibles des productions agricoles françaises, n'atteignant que 72 % du revenu moyen au début des années 1990 et seulement 51 % en 2009 (Benoit et Prache, 2010), ce n'est plus le cas depuis maintenant 2 ans. La dernière réforme de la PAC mise en place en 2010 s'est traduite par une forte revalorisation des aides directes. Celle-ci, associée à des cours soutenus depuis maintenant deux campagnes, ont permis à cette production de dégager des revenus analogues à la production de viande bovine. Néanmoins depuis de nombreuses années les revenus de cette production restent faibles au regard du revenu moyen annuel des exploitations agricoles. (Figures 2 et 3).

L'évolution favorable du prix de la viande ovine s'explique par une baisse récente de la production, en France et dans les pays anglo-saxons, et par une orientation des exportations de l'Océanie vers les marchés asiatiques au détriment de l'Europe. De ce point de vue, il convient de distinguer l'agneau d'importation de l'agneau français. Ils se positionnent sur deux segments différents. L'agneau français est un produit de terroir plutôt de haut de gamme ; il bénéficie souvent d'un label ou d'une marque (différentiel de prix *a priori* intégré dans les choix des consommateurs).

Les indicateurs de tendance économique (demande globale et niveaux de prix soutenus) apparaissent positifs pour un développement de la production, même s'il faut prendre en compte l'érosion du pouvoir d'achat des ménages qui peut pénaliser la consommation (la viande ovine étant une viande chère).

A4.2 - Et des menaces qui continuent de peser sur l'avenir

Cette conjoncture favorable sur les prix est toutefois en partie gommée par une orientation progressive des systèmes de production vers davantage de conduite en bergerie, avec une alimentation à base d'aliments concentrés dont la consommation est globalement en hausse et dont le prix (lié aux céréales) subit une forte inflation. Plusieurs études, dont celle produite par l'Institut de l'Elevage pour le compte de l'Ofival (Bellet et *al.*, 2007) et la publication de Benoit et Laignel (2011), montrent ce type d'évolution, avec le développement croissant des conduites en bergerie au détriment de l'herbe, en particulier en zone de plaine. Les raisons alors invoquées étaient les problèmes de gestion du parasitisme, de travail et de l'hétérogénéité des performances.
Ce type d'évolution a été largement encouragé par les filières d'achat. Les événements climatiques de ces dernières années n'ont fait qu'accélérer cette tendance.
Les candidats à l'installation en production ovine allaitante sont rares ; en effet cette production souffre toujours d'une image dégradée, le métier étant jugé exigeant en temps de travail et la filière trop atomisée. Sur le plan technique, la productivité numérique (agneaux sevrés par brebis), facteur majeur du résultat économique, reste en moyenne modeste, compte tenu du potentiel possible illustré par certaines exploitations, et elle n'a pas évoluée au cours des 20 dernières années. Le développement de la

production en contre saison dans les zones herbagères, l'augmentation des effectifs des troupeaux, le suivi précis des animaux (périodes de mise bas, engraissement des agneaux, gestion de la reproduction), sont difficiles avec des gros effectifs, et sont autant de facteurs qui peuvent expliquer cet état de fait.

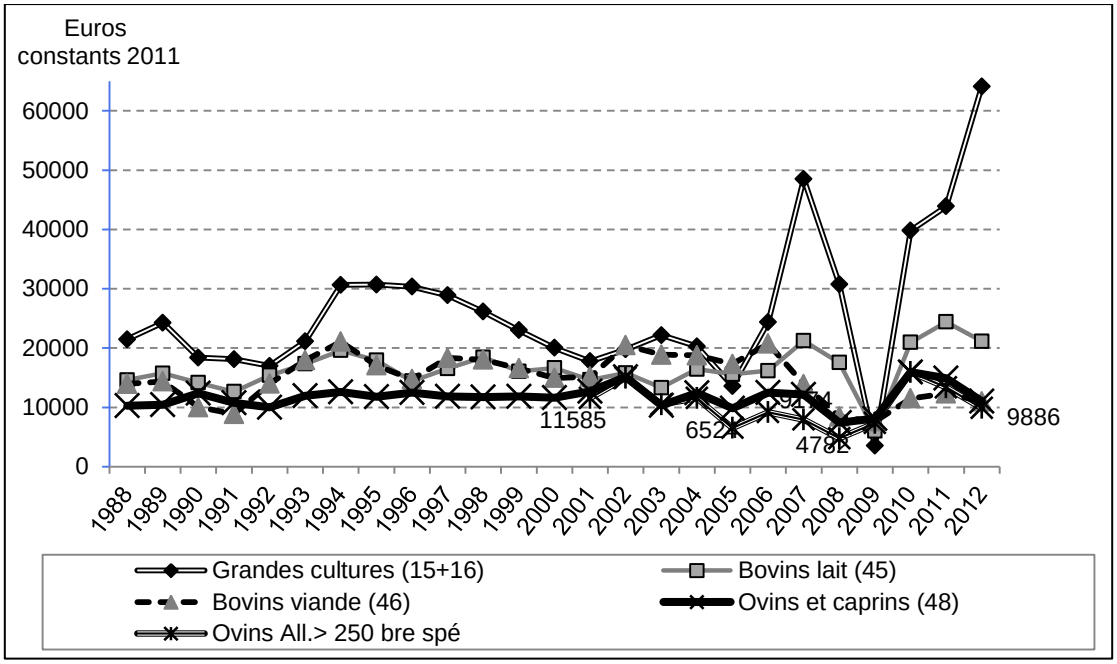


Figure 2 : *Evolution du résultat courant par travailleur familial pour quelques productions de 1988 à 2012 (résultats 2012 provisoires) ; Source : Agreste, Traitements des données Inra UMRH*

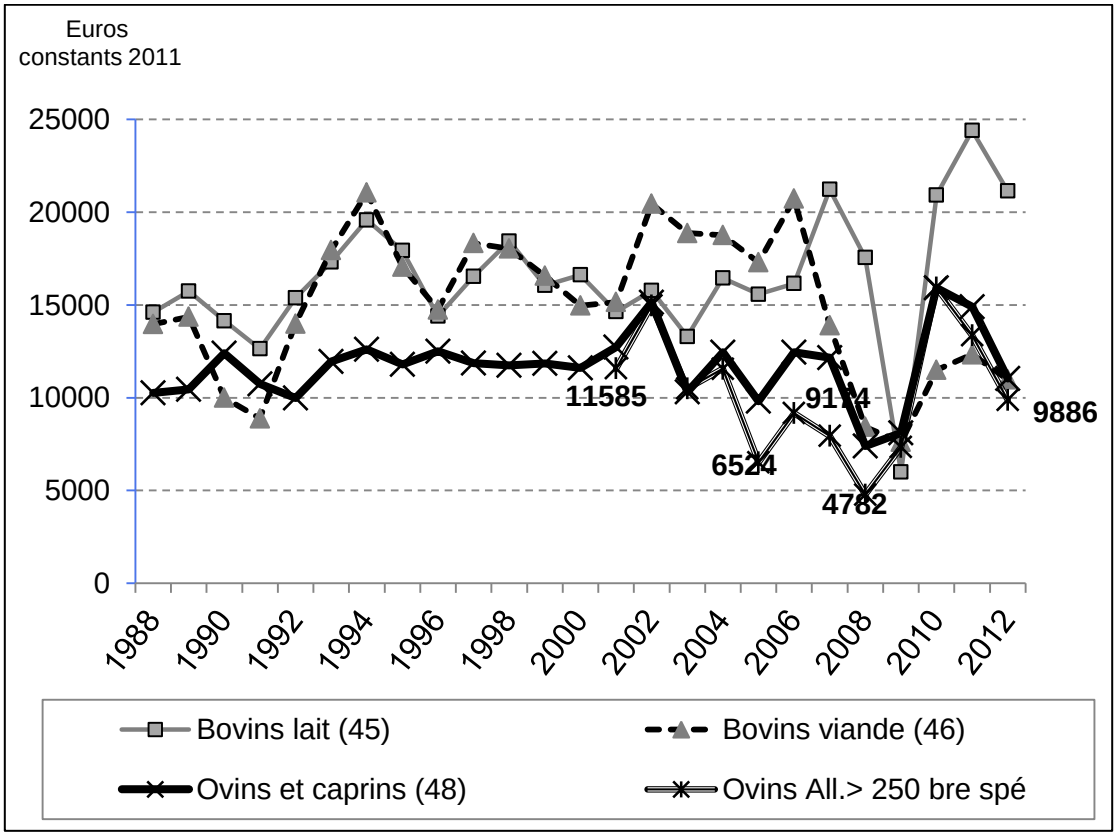


Figure 3 *: Evolution du résultat courant par travailleur familial pour quelques productions de 1988 à 2012 (sans les Grandes cultures) ; Source : Agreste, Traitements des données Inra UMRH*

Tableau 4 : *Forces et faiblesses de l'élevage ovin allaitant français*

Forces	Faiblesses
- Diversité de races présentant des atouts variés et complémentaires - Large gamme de systèmes d'élevage, en lien avec un cycle de production court et une forte intensification possible de la reproduction, et l'utilisation d'une large gamme de ressources fourragères (dont pastorales) - Un élevage en zones défavorisées utilisateur unique de certaines surfaces en herbe et pastorales - Une complémentarité des zones françaises de production (types de produit et saisonnalité) - Troupeau encore largement conduit en production mixte (bovins viande, grandes cultures) : rôle de production complémentaire, de sécurisation du revenu, synergies avec faibles couts de production - Des prix soutenus par une demande mondiale en hausse et une production en retrait - Une démarche « qualité » qui a permis une forte démarcation vis-à-vis de l'importation et le maintien de prix nationaux relativement élevés - Un capital financier nécessaire relativement faible au regard d'autres productions	- Importance des aides dans le revenu (100 à 200 %) - Elevage soumis à la hausse et à la fluctuation des prix des matières premières végétales (concentrés) - Revenu restant parmi les plus faibles de l'agriculture française - Charge de travail importante - Elevage parfois marginalisé dans des zones à faible potentiel agronomique (dépendance accrue en concentrés) et/ou à faible densité humaine et économique (problème social) - Troupeaux ovins « de complément » en baisse constante, peu/pas d'outils de recherche-développement pour évaluer leur intérêt ; peu de reconnaissance par la filière de ces troupeaux ; activité agricole des doubles actifs (souvent détenteurs de petites troupes) mal reconnue - Une filière qui peut être considérée comme trop atomisée (nombreux opérateurs) - Place de l'élevage ovin en enseignement agricole ? - A l'Inra, des compétences pointues (génétique, santé, reproduction) mais éparses sur systèmes d'élevage
Opportunités	**Menaces**
- Une offre nationale ne satisfaisant pas la demande, et des pays historiquement exportateurs (Nouvelle Zélande) se repositionnant sur l'Asie - Un déficit de production de viande ovine au niveau européen. La PAC 2014 pourrait soutenir ce type d'élevage (valorisation de surfaces fourragères difficiles) - Convergences entre performances économiques et environnementales (systèmes productifs et économes en intrants) - Production requérant une technicité certaine, mais pouvant procurer des performances techniques et économiques élevées - Une production qui a de forts atouts en tant que production complémentaire (systèmes mixtes), en particulier associée à des bovins ou aux grandes cultures - Une bonne image de la viande ovine du point de vue du consommateur (viande «naturelle») - La possibilité de relancer la consommation et toucher de nouveaux consommateurs via de nouveaux produits (plat « portion », prêt à cuire, merguez de brebis…) - Un dispositif de recherche-développement disponible (fermes IDELE, lycées agricole)	- Erosion régulière de la consommation ; image de produit festif, « de luxe », et cher ; prix élevé, en comparaison aux autres viandes, consommateurs âgés - Certains pays européens (Irlande) réinvestissent sur le marché français - Un trop grand nombre de signes de qualité ? - Aléas climatiques croissants qui pourraient fragiliser les systèmes fourragers - Moindre contribution future des aides publiques ? - Non garantie de compatibilité entre performances techniques élevées et forte productivité du travail - Poursuite possible de la baisse des effectifs compte tenu de la structure actuelle de l'élevage (troupeaux mixtes) dans un contexte de spécialisation des exploitations - Production requérant une forte technicité, peut-être non accessible à la majorité des producteurs - Faible densité des exploitations sur le territoire ; coût de collecte des agneaux élevé ; masse critique faible pour émulation et appui technique - Forte diminution de l'engraissement des agneaux à l'herbe ; perte de compétence et de compétitivité - Emissions de GES élevées (idem bovins allaitants ; animaux ruminants) alors que les autres impacts environnementaux (production d'aménités) sont difficilement chiffrables. - Fort développement de résistances des parasites aux principales molécules anthelminthiques

Du point de vue du matériel génétique disponible, la diversité des races est une richesse du patrimoine national qu'il vaudrait mieux utiliser, en particulier pour mieux valoriser les ressources fourragères et pastorales parfois difficiles d'accès ou la qualité hétérogène de certains territoires. Cependant, cette question doit être étudiée en concertation avec l'aval car les qualités des produits de ces diverses races présentent des caractéristiques variables (poids carcasse, conformation, saisonnalité). Par ailleurs, autre aspect plutôt défavorable, l'existence de très nombreuses races rend difficile le maintien des objectifs d'amélioration des performances, les nouveaux outils liés à la sélection génomique n'étant par ailleurs pas envisageables à brève échéance.
En écho à cette diversité de races, la diversité des systèmes d'élevage présents sur le territoire national peut être perçue comme un atout, mais également une contrainte. La diversité de systèmes, liée en particulier aux spécificités des territoires très contrastés qui accueillent cette production, se traduit par des modalités d'élevage et d'engraissement des agneaux variables, avec des conséquences importantes en termes de produits mis en marché, et des itinéraires techniques très variés. Cette grande diversité ne facilite pas la mise en œuvre d'un conseil adapté aux éleveurs.

Enfin, les performances environnementales des troupeaux ovins ne font pas pour l'instant l'objet de remise en cause publique. C'est donc un atout à préserver, mais les premières évaluations des systèmes ovins (Dollé et *al.*, 2011 ; Benoit et *al.*, 2012b) ont montré la grande variabilité des performances environnementales. Par ailleurs, il existe une forte corrélation entre performances économiques et environnementales (Benoit et *al.*, 2012a) : la productivité numérique est le premier facteur de rentabilité économique et le facteur essentiel permettant de diluer le méthane entérique émis par les brebis ; la consommation de concentrés est le premier poste de charges et le facteur explicatif majeur de la consommation en énergie non renouvelable (approche ACV) (voir complément d'analyse et illustration en fin de partie B).

Mais un élément défavorable important et historique est à souligner : plus de la moitié des troupeaux français a une taille inférieure à 250 brebis alors que l'on peut considérer qu'une exploitation spécialisée ovine doit être conduite sur la base de 300 à 400 brebis par travailleur pour dégager un revenu correct (Figure 4). Il est indispensable de prendre en compte ce facteur dans le cadre du soutien au développement de la filière ovine, qui ne pourra pas se faire, à court terme, par le seul soutien aux élevages spécialisés de relativement grande dimension. A défaut, l'érosion des effectifs ovins ne pourrait que s'amplifier, mettant en péril les structures d'aval déjà fortement fragilisées.

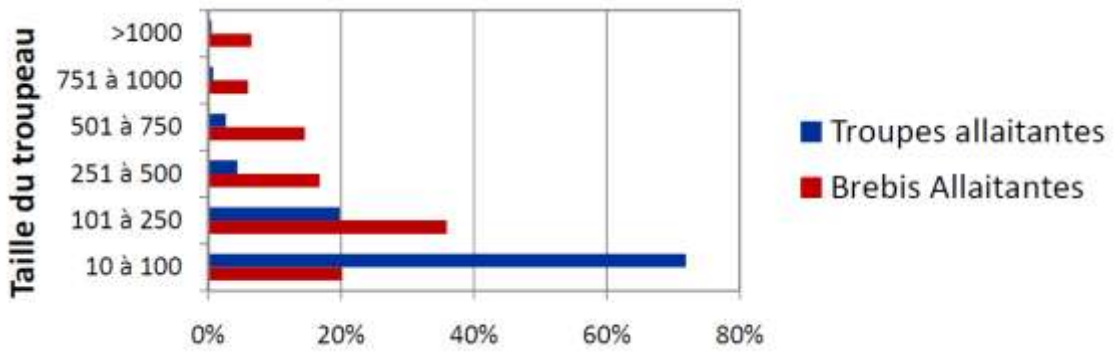


Figure 4 *: Structure du troupeau ovin allaitant français ; Source : IDELE selon BDNI (2008)*

B - Déterminants pour des systèmes d'élevage plus durables

Un certain nombre de déterminants abordés dans ce texte peuvent être qualifiés de relativement ponctuels, touchant peu au fonctionnement du système d'élevage. Néanmoins, la majorité des

déterminants modulent l'organisation du système d'élevage et la gestion des surfaces fourragères utilisées, et peuvent avoir un impact sur la durabilité du système de production.

B1 - Raisonner au mieux le système fourrager et les achats d'aliments

L'utilisation des aliments concentrés a une forte incidence sur les performances économiques et environnementales à l'échelle des exploitations, en particulier en élevage ovin où les concentrés achetés représentent le premier coût de production (60 % des charges proportionnelles et 30 % des charges totales), et représentent le premier poste de dépense énergétique, avant les produits pétroliers et les engrais. Il est donc nécessaire d'envisager différentes voies de limitation de leur utilisation. Ces voies convergent vers une plus forte autonomie fourragère (part des fourrages de l'exploitation permettant de satisfaire les besoins du troupeau), voire un renforcement de la part des fourrages pâturés au sein du système fourrager (Pottier et *al.*, 2001). Cette utilisation renforcée des fourrages de l'exploitation a en outre l'avantage de limiter les cultures destinées à l'élevage et mise en place hors exploitation avec un impact défavorable sur l'environnement (pesticides par exemple).

La production d'agneaux à l'herbe a par exemple fortement diminué en zone de plaine durant les dernières décennies (Benoit et Laignel, 2011), en liens avec la pression de la filière (lots moins homogène, technicité nécessaire, production peu compatible avec un chargement élevé), les contraintes de travail, les questions sanitaires associées à l'élevage à l'herbe (parasitisme, boiterie, etc.), et surtout la forte baisse du prix des céréales après 1992. Celle-ci a profondément modifié le mode d'alimentation des animaux, le retour à une utilisation accrue de fourrages étant ensuite difficile. Ces éléments expliquent en grande partie la forte hausse des consommations de concentrés en zone de plaine.

B1.1 - Adapter le chargement de la SFP

Globalement, un chargement trop élevé compte tenu des potentialités agronomiques des sols peut conduire à 1/ un apport de fertilisant azoté important, pouvant engendrer des excédents (bilan azoté fortement excédentaire) et limiter la part de légumineuses dans le couvert prairial, 2/ un coût économique et environnemental important (N2O et énergie indirecte liés à la fabrication et à l'utilisation d'engrais azoté), 3/ un déficit fourrager aggravé en cas de conditions climatiques séchantes. L'enjeu est donc la recherche d'un niveau de chargement « sous-optimal » permettant d'augmenter la part des fourrages dans l'alimentation du troupeau et de dégager des marges de sécurité. Cela peut engendrer une légère baisse du volume de production mais n'est pas incompatible avec une amélioration des résultats économiques au niveau de l'exploitation (Thériez et *al.*, 1997), voire un bénéfice économique et social pour la collectivité (Devienne et *al.*, 2010).

B1.2 - Favoriser et augmenter le pâturage

Le pâturage est intéressant sous divers aspects : 1/limiter les récoltes et les frais inhérents (carburant, mécanisation, travail, énergie), 2/ limiter les pertes de valeur des fourrages liées à la perte de feuilles (légumineuses) lors de la récolte, aux problèmes de conservation (foin et ensilage suite à conditions de récolte mal maitrisés), au gaspillage en bâtiment (retour à la litière), 3/ limiter l'utilisation et l'achat de paille pour les litières, 4/ limiter le volume de fumier et donc les émissions de méthane des litières ainsi que le coût et l'énergie nécessaires à l'épandage, 5/ garantir la part des prairies, temporaires et naturelles (substitution au maïs ensilage et autres céréales), éviter le retournement, et par cette voie, augmenter la séquestration du carbone pouvant compenser une partie des émissions brutes, 6/ augmenter la typicité organoleptique (Priolo et *al.*, 2001) de la viande et améliorer sa qualité nutritionnelle par des acides gras favorables à la santé humaine (Aurousseau et *al.*, 2004 ; Bauchart et *al.*, 2012). Une bonne gestion des troupeaux au pâturage implique cependant de veiller au risque parasitaire.

Afin de répondre aux demandes des filières en termes de saisonnalité de la production, et aux souhaits de baisser les contraintes de travail par la simplification que représente toute forme de mécanisation, certains systèmes d'élevage décalent les périodes de reproduction (mise bas) et d'engraissement des produits vers des saisons où une alimentation à haute densité énergétique et protéique ne peut être fournie que par des fourrages récoltés d'excellente qualité et des concentrés, dont les coûts économiques et environnementaux sont élevés. Aussi, faudrait-il favoriser des systèmes visant l'adéquation entre la disponibilité des ressources fourragères et les besoins de production. Plusieurs voies peuvent y contribuer. Il s'agit essentiellement de viser des mises bas à la fin de l'hiver pour avoir des débuts de lactations à l'herbe ; il peut aussi s'agir de mises bas de fin d'été pour des démarrages de lactations sur regains d'automne. Ce deuxième scénario est plus difficile à mener car très dépendant des contextes pédoclimatiques, mais il peut avoir un intérêt économique certain dans la mesure où, s'il reste minoritaire quantitativement, il peut conduire à mettre en marché des produits à une période où l'offre est moins abondante (début d'été en bovins maigres, décembre et janvier pour les agneaux de boucherie). Mais en ovins, une des conditions de sa réussite réside dans la capacité des brebis à se reproduire au printemps ce qui pose la question du génotype le mieux adapté.

En production bovine, les vêlages d'automne sont majoritaires en zones séchantes en été alors que les vêlages de fin d'hiver et début de printemps se retrouvent plutôt en zone herbagères traditionnelles (charolais) et y sont majoritaires. Les premiers permettent la mise en marché de broutards avant l'été libérant ainsi les prairies moins chargées. Cette pratique permet également de gérer la reproduction à l'étable et de faire davantage d'insémination animale ce qui la fait apprécier des éleveurs soucieux de l'amélioration génétique rapide de leurs troupeaux. Mais elle impose une récolte de stocks fourragers à priori plus importante et ne va pas dans le sens de l'augmentation du pâturage (sauf si la zone nécessite d'affourager l'été). En production ovine, des expérimentations menées sur le dispositif expérimental du Mourier, visant à réaliser des lactations d'automne sur regains, avec vente d'agneaux en début d'hiver, montrent des résultats positifs. Plus globalement, il s'agit de coordonner l'offre nationale en fonction des atouts et contraintes de chaque région. Des travaux de recherche sont en cours pour étudier la meilleure complémentarité de systèmes d'élevages (ovins viande) au sein d'un bassin de production, en fonction des atouts de chaque système (en particulier, la présence de cultures ou non et intégration culture/élevage), pour une optimisation globale économique (valeur ajoutée dégagée) et environnementale (GES et énergie) sous la contrainte de régularité saisonnière de l'offre.

Le troupeau de femelles allaitantes présente d'une façon générale une forte capacité à valoriser une grande diversité de ressources fourragères, en particulier en dehors des périodes à forts besoins physiologiques. Aussi, il apparait toujours intéressant d'élargir les périodes de pâturage aux saisons intermédiaires, voire en hiver si les conditions le permettent (en particulier selon la portance du sol). Les petits ruminants sont particulièrement bien adaptés à ce type de conduite; les femelles associées à cette pratique doivent avoir un cycle de reproduction faisant coïncider au mieux 1/ la disponibilité en fourrages pâturés de qualité avec les besoins élevés des animaux (lactation et engraissement), 2/ la disponibilité réduite mais réelle de fourrages variés avec la capacité des animaux reproducteurs à les prélever et les valoriser pour produire et reconstituer leur état corporel.
Pour cela, la gestion du système fourrager est essentielle en conduisant par exemple le pâturage de fin d'hiver de façon « agressive » (très faible hauteur d'herbe) afin d'étaler et de mieux gérer l'explosion de végétation du printemps ; ou en réalisant des fauches très précoces pour assurer un pâturage aux lots d'animaux à besoins élevés en juillet, les femelles taries ou les jeunes en croissance modérée étant reléguées sur les surfaces les plus difficiles (Benoit et *al.*, 2009). Pour les bovins, les solutions d'augmentation du pâturage passent surtout par la bonne gestion des intersaisons (automne début de printemps) et l'usage adapté des animaux (génisses) qui permettent d'éviter de trop abîmer les prairies par piétinements. Des dispositifs simples et appropriés (parcs stabilisés) pour moduler voire interdire l'accès aux parcelles lors de séquences de pluviosité trop fortes sont très prometteurs. Ils sont pour l'instant encore en tests dans les réseaux de fermes expérimentales (projet Salinov porté par l'UMT SAFE).

B1.3 - Introduction de légumineuses dans les prairies

L'achat d'engrais azoté et de suppléments azotés (tourteau soja) dans les rations est à la fois un coût économique élevé mais également un cout énergétique et en terme de GES (N_2O). L'implantation de mélanges multi-espèces dans les prairies temporaires, la culture de légumineuses pures (ex luzerne), la culture d'associations céréales-protéagineux, la culture de légumineuse sous couvert de céréales sont autant de moyens qui peuvent satisfaire à la fois des objectifs économiques et environnementaux, tout en limitant la sensibilité des exploitations à la volatilité du prix de ces intrants. Une contrepartie, pour les élevages les plus « chargés » peut en être une baisse de chargement (si forte diminution d'engrais azoté), adaptation qui peut se faire sans impact négatif sur le résultat économique de l'exploitation (cf. partie B1.1). Mais les objectifs de production doivent être adaptés et réfléchis en conséquence (Thériez et *al.*, 1997 ; Devienne et *al.*, 2012). L'introduction de légumineuses dans les rotations en système polyculture élevage (ovin), en substitution à l'utilisation d'azote chimique) est une voie majeure de réduction de la consommation d'énergie par kg de carcasse produit (Triboi et *al.*, 2004 ; Benoit et *al.*, 2008).

B1.4 - Utilisation de sous-produits par l'élevage notamment pour la phase d'engraissement

Certains sous-produits des grandes cultures sont déjà largement utilisés (drêches, pulpes, tourteaux…) mais profitent avant tout aux élevages géographiquement situés dans les régions de production correspondantes. Plus globalement, les complémentarités entre ateliers d'élevage et de cultures pourraient être envisagées au niveau des fermes, dans le cadre de la diversification des rotations des grandes cultures, et de la mise en place d'une couverture végétale inter-culture et engrais verts.

Des expériences très concluantes montrent la réussite de la réintroduction de femelles allaitantes en exploitations de grandes culture. Cependant, les conditions de réussite de cette complémentarité font appel à : 1/la nécessité de la technicité, 2/l'innovation (choix variétaux des inter-cultures, techniques culturales), 3/ des conduites de reproduction potentiellement « souples » en relation avec des races adaptées (plasticité physiologique, qualité maternelle) 4/une réflexion indispensable sur la meilleure manière de lever la contrainte du travail d'astreinte supplémentaire amené par les animaux. Enfin, cette pratique peut conduire à rehausser le taux de matières organique des sols en exploitation de grandes cultures via, en particulier, l'utilisation des fumiers.

B2 - Gagner en efficacité des animaux et des troupeaux pour améliorer leurs bilans économiques et environnementaux

B2.1 - Incidence majeure des questions sanitaires sur la productivité

L'efficacité du troupeau est d'abord fondée sur la santé et le bien-être des animaux. La maîtrise sanitaire intervient autant en termes de limitation de la mortalité des jeunes (veaux et agneaux) qu'en termes de niveau de production des adultes (production laitière, gain de poids des animaux). Des maladies émergentes (type ESB, FCO…) ou ré-émergentes comme la tuberculose[131] (Mycobacterium bovis) peuvent mettre à mal un élevage, une région ou une filière. La perte du statut « officiellement indemne » serait catastrophique pour le commerce de la filière bovine. L'épidémiosurveillance[132] doit ainsi impliquer tous les acteurs.
Il reste également dans les troupeaux bovins une prévalence importante de pathologies très communes comme la paratuberculose (mycobacterium avium paratuberculosis) exprimée cliniquement par les

[131] Vis-à-vis de la tuberculose bovine, le statut sanitaire de la France est encore « officiellement indemne » (depuis 2000), malgré l'augmentation du nombre de foyers ces dernières années.
[132] http://www.plateforme-esa.fr/

adultes, l'IBR (infection bovine respiratoire, adultes et veaux) et la maladie des muqueuses (Blue Tongue ou BVD) qui touche les veaux et peut gêner leur croissance. Ces pathologies infectieuses nécessitent des actions non seulement au niveau de l'exploitation, mais aussi du collectif (filière et territoire).

Chez le jeune, l'attention se porte sur les maladies néonatales, les pathologies respiratoires et, parasitaires.... La maîtrise du parasitisme est un point crucial particulièrement pour les petits ruminants dans la mesure où on observe le développement de la résistance des parasites à de nombreusescertaines matières actives actuellement utilisées (benzimidazoles par exemple ; Hoste et al., 2009). Cela représente un des freins majeurs à l'engraissement des agneaux à l'herbe. Des expérimentations dans des contextes précis et avec des pratiques techniques rigoureuses montrent qu'il est possible de limiter le nombre de traitements antiparasitaires chez les agneaux (Cabaret et al., 2009). La rotation des pâturages reste un outil de maîtrise essentiel, mais la sélection d'animaux génétiquement plus résistants est prometteuse. Dans ce cadre se pose également l'enjeu du développement d'outils de détection des animaux les plus sévèrement infestés.

B2.2 - Améliorer la productivité des femelles reproductrices

B2.2.a -- Limiter les périodes d'improductivité des femelles au sein des troupeaux

Un des principes de bonne gestion repose sur la limitation du temps de présence des femelles non productives dans le troupeau. En production ovine elles peuvent représenter jusqu'à 25 % de l'effectif du troupeau. La généralisation d'outils d'enregistrement et de tri de ces animaux, associé à une stratégie de réforme rigoureuse, pourrait facilement corriger cet état de fait.
Limiter la période d'élevage des femelles par une première mise bas précoce est une voie qui pourrait s'avérer intéressante dans certains contextes où les surfaces allouées aux jeunes femelles sont réduites, et pour limiter le temps de présence des femelles. Cela peut être en particulier intéressant en élevage bovin dans des conditions où il est possible de faire vêler les génisses entre 24 et 26 mois. Mais jusqu'à présent cette pratique se heurte, dans les races à viande, à la faible précocité de la fonction de reproduction et à la nécessité de « pousser » les jeunes femelles pour les faire reproduire à 15 mois, conduite qui est alors coûteuse en intrants. Pour améliorer durablement la précocité il faut en connaître le déterminisme génétique. Un programme de recherche est en cours, qui évalue si de telles femelles choisies sur leur précocité sont également robustes face aux aléas. Les techniques de sélection génomiques progressent et l'on peut penser que cette possibilité d'introduire de la précocité dans les troupeaux sera donnée aux éleveurs dans la prochaine décennie. En troupeau ovin, cette pratique de mise bas précoce dépend fortement des génotypes et des conditions de milieu. Une mise bas très précoce nécessite une alimentation soutenue et souvent coûteuse (concentrés) et cette technique doit donc être réfléchie au cas par cas (contexte, race, saison etc.).

B2.2.b -- Pour chaque mise base, assurer le maximum de viande produite

La productivité numérique des brebis a un impact très favorable d'un point de vue économique (premier déterminant de la marge brute par brebis, elle-même premier facteur du revenu) et environnemental, en particulier en termes d'émissions de GES par kg de carcasse. Les 3 composantes de la productivité numérique (PN = taux de mise-bas x prolificité x (1- taux de mortalité des agneaux)) doivent être prises en compte. Le taux de mise bas est lié à la fertilité des femelles et au rythme de mise bas.

En production ovine, la fertilité pose la question du repérage des femelles non gestantes (cf. supra) mais également celle de la maitrise de la reproduction en « contre saison » (lutte de printemps). Certaines races, qualifiées de « rustiques », ont cette capacité, mais ont l'inconvénient de présenter une conformation médiocre. A l'opposé, les races herbagères sont mieux conformées mais leur reproduction en contre saison doit être induite par traitements hormonaux[133], ce qui engendre certains aléas dans les

[133] Les traitements hormonaux sont aussi largement utilisés dans les schémas génétiques afin de synchroniser les cycles de reproduction des femelles pour pratiquer l'insémination animales. Aussi, leur utilisation en agriculture biologique (AB) est une forte contrainte pour les éleveurs sélectionneurs, qui sont alors coupés de la base de sélection (connexion sur paternité

résultats, des coûts, et une charge de travail. Par ailleurs, certains cahiers des charges interdisent cette pratique (AB par exemple).
La prolificité est également un facteur déterminant. Cependant, trop élevée, elle donne lieu à la présence d'agneaux triples, présentant un taux de mortalité plus élevés, et des coûts de production importants dans la mesure où une partie doit être alimentée avec du lait en poudre (coûts économique et environnemental élevés). La prolificité optimale serait de 200 %, avec seulement des agneaux nés doubles (« canalisation de la taille des portées »). Toutefois malgré les espoirs suscités par les gènes majeurs de prolificité (Booroola, Lacaune …) la prolificité n'est pas encore canalisée à deux agneaux par portée.
Enfin, la maitrise de la mortalité des jeunes est cruciale et la question difficile à traiter (mortalité moyenne des agneaux de l'ordre de 15 à 18 % (Gautier et *al.*, 2010) et de 10 % pour les veaux). Les travaux de l'UMT Santé des petits ruminants devraient apporter des pistes d'amélioration, les facteurs étant nombreux et en interactions, et pouvant être liés à la mère (âge, comportement maternel, nutrition et état corporel, transfert de l'immunité passive, génétique), à l'agneau (poids et mode de naissance, type de laine, comportement et température à la naissance) ou à l'environnement (conditions climatiques ou d'ambiance, lieu d'agnelage, état sanitaire du troupeau).

Les choix génétiques sont déterminants sur ces diverses composantes, avec une interaction forte possible avec les caractéristiques des produits (conformation en particulier ; voir question sur positionnement des filières). Une brebis « idéale» aurait une prolificité 200 % (agneaux doubles), serait très maternelle, rustique (capacité à se déplacer et valoriser des fourrages variés), ses produits seraient correctement conformés, et elle présenterait une certaine résistance vis-à-vis des parasites internes ou externes.

B2.2.c -- Incidence d'une productivité élevée

Au-delà de l'incidence généralement positive sur les performances économiques, une productivité élevée permet de « diluer » sur une quantité de viande produite plus importante le méthane émis par les femelles mais également de « diluer » les intrants utilisés pour l'élevage du troupeau de femelles (engrais, mécanisation). Ainsi, les plus faibles consommations d'énergie par kg de carcasse sont le fait d'élevage à la fois productifs et herbagers (Pottier et *al.*, 2009).

Les émissions de méthane représentent de 50 à 60 % des émissions totales de GES dans les systèmes d'élevage de ruminants allaitants, et, pour 80 % d'entre elles, il s'agit d'émissions entériques. Limiter ces émissions revient à maximiser la production de viande par kg de fourrage ingéré, et donc à limiter autant que possible les périodes non productives des femelles. Parallèlement, la notion d'efficacité alimentaire doit également être relevée, visant à maximiser la production de viande, à consommation de ressource donnée (incidence économique et environnementale. La vache idéale serait à la fois précoce rustique et efficace pour réduire la part de la dépense d'entretien dans sa dépense totale.

B2.3 - Améliorer l'efficacité des itinéraires de production de jeunes bovins et les diversifier

Dans les systèmes bovins allaitants la phase d'élevage des jeunes mâles sous la mère est très souvent distincte de la phase d'engraissement proprement dite car l'animal est souvent vendu à un engraisseur. Le poids est le plus souvent le critère de base de la transaction commerciale. Pourtant un développement trop précoce des dépôts adipeux qui accompagne des broutards « pré engraissés » et lourds nuit à l'efficacité de la période ultérieure d'engraissement car plus le veau sevré de 9 mois est gras moins il ingère relativement à son poids. Un développement régulier sous la mère soutenu par une production laitière abondante est la situation la plus favorable (Sepchat et *al.*, 2011). Combiner les phases d'engraissement et les phases d'élevage, et intégrer davantage le potentiel d'engraissement dans le prix

via l'insémination artificielle). De nouveaux outils pourraient remédier à ce problème (détection automatique des chaleurs ; cf. SupAgro Montpellier).

des jeunes broutards semble une voie possible grâce au développement d'outils échographiques permettant l'estimation de l'état d'embonpoint qui complète la donnée du poids vif.

De même, plus la phase de finition démarre précocement moins elle correspond à de l'engraissement car l'animal jeune dépose d'abord des protéines et de l'eau. Certains systèmes de taurillons maigres plus âgés (16-18 mois) ont quasiment disparu car ils nécessitaient de conserver davantage les jeunes mâles sur l'exploitation, Mais ces animaux sont pourtant capables de s'engraisser en 80 jours quand il en faut presque le triple pour ceux qui sont sevrés plus jeunes. La production de ces animaux maigres plus âgés, capables de s'engraisser plus vite, pourrait être encouragée par des aides.

Enfin, plusieurs observations en situations expérimentales ont montré que des itinéraires de production qui minimisent le recours aux intrants et notamment aux céréales (bœufs de deux ans) produisent des carcasses peu onéreuses (Dumont et *al.*, 2004). Ces systèmes maximisent la marge par tête mais utilisent de la surface et donc réduisent la production par hectare fourrager (mais moins de surface de cultures nécessaire). Leur contribution serait intéressante pour combler le déficit de viande de vaches de réforme laitière et permettrait, dans des situations où la surface en herbe n'est pas limitant et/ou dans la production biologique, de diversifier le système « taurillon » d'engraissement intensif entre 9 et 15 mois.

B3 - Moduler les éléments structuraux et s'adapter au contexte socio-économique

B3.1 - Le travail en élevage

Les résultats économiques des exploitations d'herbivores sont en moyenne nettement plus faibles que ceux des grandes cultures (Figures 2 et 3). Par ailleurs, la charge et les contraintes de travail ne sont pas comparables entre grandes cultures et élevage. Cet état de fait explique en grande partie la désaffection des candidats potentiels à l'installation en exploitations d'élevage, les exploitations trouvent difficilement des repreneurs, en particulier en production ovine. Au-delà de la performance économique, la contrainte du travail est majeure et peut être résolue par un ensemble de solutions : simplification des pratiques (Agabriel et *al.*, 2012), organisation des ateliers, équipements, collectif de travail, externalisation de travaux, groupements d'employeur, etc. Certaines de ces solutions peuvent également aller dans le sens d'un moindre isolement des éleveurs.

B3.2 - Les charges de structure

Les charges de mécanisation sont très variables entre exploitations mais atteignent en moyenne 40 % des charges de structure (près de la moitié pour les amortissements et 20 % pour les carburants ; en production ovine). La constitution des stocks alimentaires (fauche, fanage, transport, stockage, reprise des fourrages en hiver ; mise en place et moisson des céréales autoconsommées) représente l'utilisation majeure du matériel.

Plusieurs pistes sont à mettre en œuvre ; certaines étant déjà bien connues :

- Produire des fourrages stockés à un moindre coût ou limiter leur utilisation par l'augmentation de la part du pâturage dans les rations ;
- Développer d'autres organisations d'utilisation du matériel (délégation des tâches, mise en commun) ;
- Envisager un moindre travail du sol (techniques simplifiées) ;
- Aménager/restructurer le foncier (éloignement, structure parcellaire) ;
- Introduire cette problématique dans l'appui technique aux exploitants ;

- Analyser l'incidence des incitations d'investissement liées au régime fiscal du réel sur l'importance du parc matériel (voir ci-dessous).

B3.3 - La dimension structurelle des fermes

La « professionnalisation » de l'élevage est le plus souvent passée, durant les trois dernières décennies, par l'augmentation de la dimension des structures de production (Benoit et *al.*, 2011 ; Charroin et *al.*, 2012). Cependant, cette évolution pose plusieurs types de questions. La première concerne les performances zootechniques, et en particulier la productivité du troupeau qui sont loin d'être uniformément maintenues dans les structures à gros effectifs d'animaux par travailleur.

On assiste ensuite dans de nombreux cas à une forte augmentation des coûts de production tant en termes de charges proportionnelles que de charges de structure (il n'y a que peu ou pas d'économies d'échelle).
Enfin la dimension de certaines structures rend la reprise difficile compte tenu du capital nécessaire (jusqu'à 370 k€ par actif en élevage bovin par exemple; près du double, par travailleur, entre exploitations bovines et ovines allaitante ; observations en réseaux de fermes (Tableau 5). Néanmoins, de nouveaux modes de financement des exploitations voient le jour, comme par exemple la mise en place, en production ovine d'un fond d'investissement pour faciliter l'installation de jeunes éleveurs.

En production bovine allaitante, le niveau de revenu reste corrélé à la dimension du troupeau. La Figure 5 indique une corrélation faiblement positive entre ce revenu par travailleur et le nombre d'UGB par travailleur (r=0,29). Cependant, hors aide, la corrélation est négative (-0,19) ; Ceci indique que l'acte technique est moins productif dans les grands troupeaux ce que l'on retrouve quand on exprime la corrélation négative (-0,28) entre la marge brute par UGB et la dimension (productivité du travail ; Figure 6). Or la politique agricole actuelle incite à l'agrandissement, peu d'aides étant plafonnées. Un tel plafonnement inciterait à se poser la question des techniques et pratiques à mettre en œuvre dans les grands troupeaux.

En production ovine, même si l'on peut observer quelques exemples d'excellents résultats économiques dans des gros troupeaux (forte productivité du travail), ils restent très rares et sont le fait d'éleveurs ayant une technicité exceptionnelle. Dans cette production, on peut observer des performances techniques très élevées dans des exploitations spécialisées de faible dimension (de l'ordre de 250 à 300 brebis), avec de très bons niveaux de revenus (>30 000€/UTH ; Figure 7), en lien avec des investissements réfléchis et un soutien public adapté (certaines aides majorées pour les premières unités (ha)). Les excellents revenus dans des structures de grandes dimensions existent…mais également des revenus extrêmement faibles.

Tableau 5 *: Données structurelles d'exploitations bovines et ovines allaitantes et leur capital d'exploitation (hors foncier) ; Source : Réseaux Inra Clermont-Fd UMRH, nord massif central, Vienne et bassin charolais.*

2011		Bovins (n=68)	Ovins (n=39)
	SAU (UGB)	170 (166)	112 (83)
	UTH (travail)	1,88	1,64
Capital /UTH	Moyenne hors exploitations mixtes bovin viande (n=2)	239 000	108 400 101 800
	Min-Max Min-Max hors exploitations mixt. Bov. V. (n=2)	86 000- **368 000**	33 700 – 238 000 33 700 – **190 000**
Quartiles	Q1 – Q3 Q1 – Q3 hors exploitations mixt. Bov. V. (n=2)	186 000 – 290 000	76 600 – 135 500 75 800 – 120 000

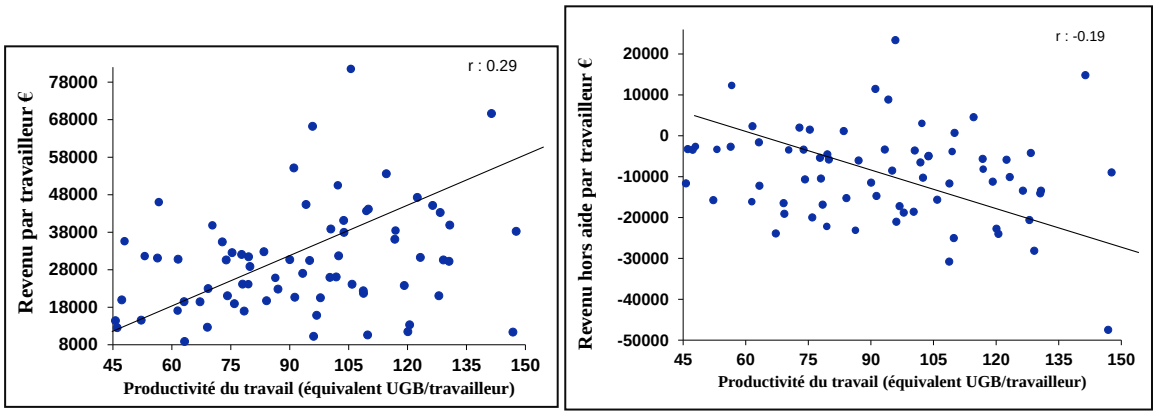


Figure 5 *: Productivité du travail et revenu par travailleur avec aides (à gauche) ou sans aides (à droite) ; Source : Réseau charolais Inra Clermont (n=76, 2011)*

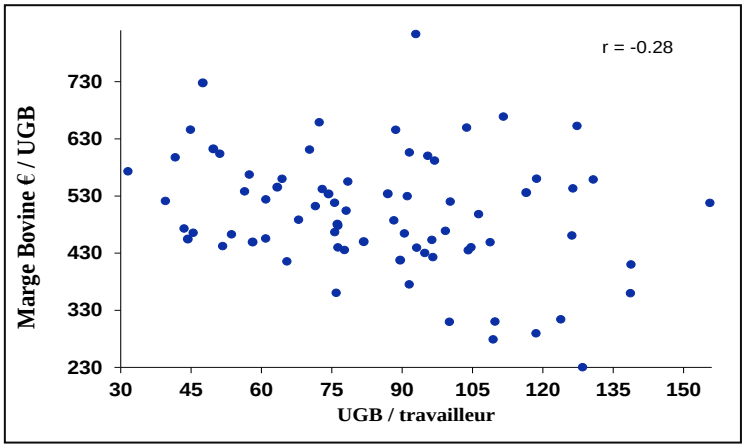


Figure 6 *: Productivité du travail (UGB/travailleur) et marge brute par UGB, exploitations bovins allaitantes (n=76) ; Source : Réseau Inra (2011)*

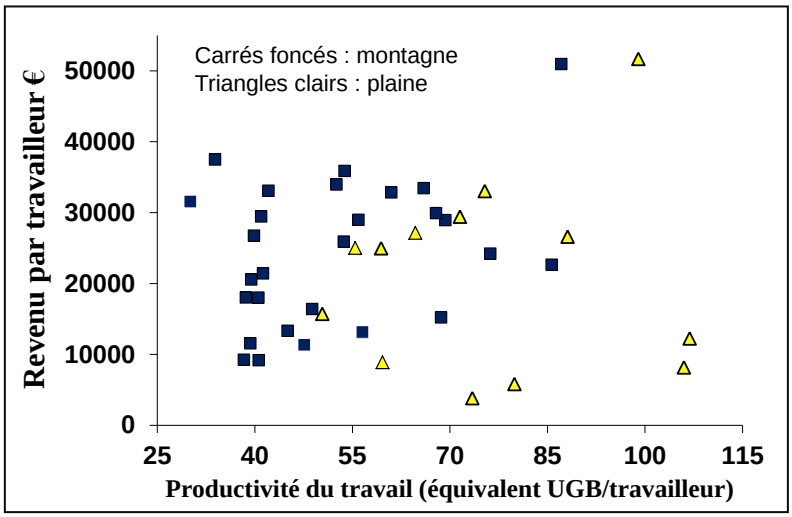


Figure 7 *: Revenu par travailleur et productivité du travail, 41 exploitations ovines allaitantes, en montagne (massif central nord) et plaine (Montmorillonnais) ; Année 2011*

B3.4 - Un foncier adapté

La **structure parcellaire des exploitations** apparait déterminante sur 1/ leur durabilité environnementale (émission de GES liée à la consommation d'énergie lors des transports), 2/ leur durabilité économique et sociale (charge de travail), 3/ l'efficacité du processus de production, en lien en particulier avec l'allocation non optimale des surfaces disponibles (éloignement des parcelles de pâturage ou fragmentation du parcellaire). Les politiques de remembrement apparaissent donc comme un outil à privilégier, mais bien réfléchis afin de conserver une mosaïque parcellaire et des haies favorables à la biodiversité, et les éléments les plus caractéristiques du patrimoine (murets, arbres remarquables etc.). Un enquête réalisée dans les exploitations d'élevage suivies par le réseau Inra a montré que les exploitations regroupées (moins de 5mn pour atteindre en moyenne les parcelles) ou dispersées (14 mn en moyenne) avaient des consommations de fuel respectives de 36 ou 51 l/ha sans que cette différence moyenne soit significative du fait du nombre restreint d'exploitation et de la variabilité importante liée aux autres facteurs structurels (pente, taille, sols).

La pratique du pâturage, surtout pour les animaux à fort besoin (brebis en lactation, agneaux engraissés à l'herbe), est très dépendante d'une structure foncière adaptée (proximité, regroupement, voire taille des parcelles) afin de limiter les distances de déplacement et le temps de travail, améliorer la surveillance. Logiquement, une bonne structuration du parcellaire est d'autant plus importante que la taille d'exploitation est importante.

B3.5 - Des filières qui « jouent le jeu »

L'adaptation optimisée des exploitations d'élevage à leur contexte (en particulier pédoclimatique, voire aussi social ou autres) pourrait modifier la saisonnalité des produits commercialisés mais également augmenter leur hétérogénéité (en termes de conformation, de couleur des carcasses, de qualité sensorielle de la viande etc.). La réflexion de l'adaptation des systèmes d'élevage devra donc être menée en concertation avec les opérateurs. L'effort d'adéquation entre offre et demande de produits devra être partagé entre l'amont et l'aval. Dans un tel contexte, les stratégies de filières voire la communication auprès des consommateurs devront évoluer. Vis-à-vis des filières, elles doivent être conscientes de la nécessité croissante (économique, environnementale, d'image) des systèmes d'élevage à retrouver un lien au sol ; elles pourraient d'ailleurs y trouver un grand intérêt en termes de traçabilité et de démarcation. Vis-à-vis des consommateurs, le message pourrait être de traduire l'hétérogénéité possible des produits comme un signe d'authenticité et de garantie de lien au sol.
Par ailleurs, la diversité pédoclimatique des diverses zones de production française se traduit en particulier par des saisonnalités de production différentes… et *a priori* complémentaires. Cette complémentarité potentielle (régularité quantitative globale de l'offre à l'échelle de l'année) devrait inciter à une concertation forte des structures de collecte (coopératives), voire leur regroupement. L'un des enjeux est alors que chaque opérateur reconnaisse les atouts des produits proposés par ses partenaires (autres opérateurs de collecte) et développe la stratégie idoine vers les distributeurs afin qu'ils comprennent l'origine de cette hétérogénéité et l'acceptent.

B3.6 - Le poids des politiques publiques

Dans un contexte où les aides représentent entre 100 et 200 % du revenu des exploitations d'élevage allaitant (Tableau 6), il est clair que l'orientation des politiques publiques aura un effet majeur sur celle des exploitations. A titre d'exemple, le plafonnement de certaines aides (Indemnités Compensatrices de Handicaps Naturels, Prime Herbagère Agroenvironnementale) est un moyen permettant de limiter le développement de très grosses structures qui, certes ont un intérêt pour l'aval (concentration de la production), mais peuvent avoir des effets négatifs du point de vue de l'efficacité technique, voire des impacts environnementaux (forte mécanisation, par exemple).

***Tableau 6** : Part des aides dans le revenu, en productions allaitantes ovine et bovine, en 2010 et 2011 ; Source : Réseau Inra Clermont-Fd, UMRH*

	2010	2011
Ovins (n=31)	129 %	149 %
Bovins (n=60)	149 %	199 %

Ces très grosses structures peuvent aussi interférer avec l'occupation du territoire et avoir un impact socio-économique local y compris sur les emplois (Garambois et *al.*, 2010 et 2012).

Compte tenu du déséquilibre de rentabilité actuel entre productions de ruminants (lait et viande) et grandes cultures (cf. RICA partie A), la poursuite du découplage des aides peut paraitre dangereuse. Au contraire, le recouplage d'aides à ces productions (comme par exemple la PBC en 2010 suite au bilan de santé de la PAC) peut apparaitre comme un moyen efficace de relancer la rentabilité et l'attrait de ces productions, qui par ailleurs, sous-tendent en général de fortes contraintes de travail (ovins, bovins laitiers).

B3.7 - L'impact structurel des régimes fiscaux

Le régime fiscal du « réel » entraine, de la part d'un certain nombre de producteurs, des comportements d'investissements parfois au-delà des besoins réels. Cette stratégie peut d'ailleurs être à l'origine de choix d'agrandissement qui peuvent aboutir à des coûts de production très élevés et des baisses de performances techniques. A l'opposé, les éleveurs (très rares aujourd'hui) étant restés au régime du « revenu forfaitaire » limitent parfois volontairement leur niveau de production (vente d'animaux non finis, soustraction de femelle du cycle de reproduction) pour pouvoir rester au forfait. Il n'est peut-être pas aisé de remettre en cause ces régimes fiscaux mais il faut constater les distorsions et les pertes d'efficacité engendrées qui se traduisent par les impacts en terme de valeur ajoutée et environnementaux (GES/kg de produit) : baisse volontaire de productivité numérique (facteur principal de la limitation des GES par unité fonctionnelle) pour limiter le chiffre d'affaire ; augmentation du CO_2 indirect lié au fort renouvellement du matériel.

De nouveaux dispositifs réglementaires existent (Dotation Pour Investissement –DPI-, Dotation Pour Aléas-DPA), et leurs conditions de mise en œuvre viennent de se voir modulées. Ces dispositifs sont des outils complémentaires pour défiscaliser une partie des bénéfices des exploitations, mais leur utilisation est loin d'être généralisés, en particulier dans celles de moindre envergure économique.

B3.8 - Les contraintes de la PAC sur la gestion des surfaces

L'un des enjeux majeurs pour l'élevage allaitant est l'autonomie alimentaire des systèmes (part des besoins des animaux couverts par les ressources fourragères et céréalières de la ferme). Les niveaux d'autonomie fourragère moyens atteignent 90 % en bovins allaitants et 75 % en ovins viande (les maxima étant respectivement de 97 % et 92 % - réf réseaux élevage Inra Clermont). Il y a donc, en moyenne, nécessité d'utilisation de concentrés à hauteur de 10 à 25 % des besoins des troupeaux. La possibilité d'en cultiver tout ou partie est un atout majeur 1/ du point de vue économique (coût de l'alimentation du troupeau et paille litière produite), 2/ du point de vue de l'impact environnemental (ACV énergie et GES, par rapport à des achats), 3/ au niveau de la sécurisation du système alimentaire (aléas climatique pouvant porter différemment sur les cultures/fourrages ; intérêt de la paille pour l'alimentation), 4/ pour les cultures, lesquelles, lorsque minoritaires dans la surface en rotation, ont besoin de très peu (voire absence) de produits phytosanitaires et d'une réduction d'engrais minéraux, 5/ pour augmenter la part des animaux « finis » (engraissés) dans les élevages bovins allaitants des zones intermédiaires et de montagne, en AB en particulier où les concentrés ont un surcoût de 70 % par rapport au conventionnel, 6/ dans de nombreuses régions de montagne, où le retournement des terres est un moyen efficace de freiner l'extension du campagnol terrestre qui limite très fortement, de façon cyclique, la productivité des prairies naturelles. Les contraintes de la PAC interdisent actuellement leur retournement, qui dans de nombreuses situations, serait le moyen privilégié pour relancer la productivité de ces surfaces.

B3.9 - Une corrélation positive intéressante entre certaines performances environnementales et résultats économiques

Deux impacts environnementaux peuvent être soulignés : la contribution au réchauffement climatique via les émissions de GES exprimées en CO_2 eq. par kg de produit (kg de carcasse ou de viande vive), et la consommation d'énergie non renouvelable, rapportée à ces mêmes unités fonctionnelles.
Pour ce qui concerne la production ovine allaitante, les émissions de GES sont négativement corrélées au niveau de productivité numérique, premier facteur explicatif (avec cependant, un certain effet de seuil, aux environs de 140 % de PN) (Figure 8).

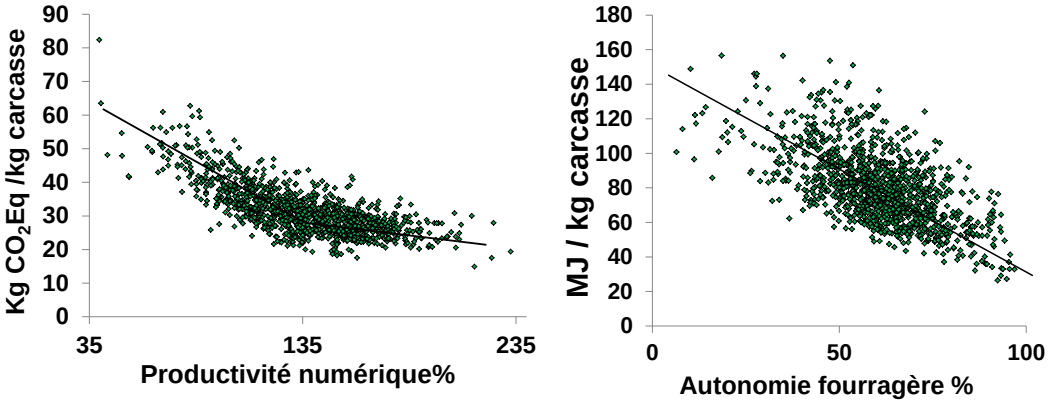


***Figure 8** : Emissions brutes de GES par kg de carcasse et productivité numérique (à gauche) et consommation d'énergie non renouvelable par kg de carcasse et autonomie fourragère (à droite) ; Source : Réseau Inra Clermont-Fd UMRH : 1180 exploitations ovines allaitantes de 1987-2010*

La consommation d'énergie non renouvelable est fortement et négativement corrélée à l'autonomie fourragère, ce qui apparaît logique compte tenu du fait que la consommation de concentrés est le premier poste de dépense énergétique (analyses réalisées sur 1180 fichiers d'exploitations ; fermes suivies de 1987 à 2011 par Inra Clermont-Fd, UMRH) (Benoit et *al.*, 2012 a et b). Ces deux facteurs (productivité numérique et consommation de concentrés) sont deux déterminants essentiels du revenu en production ovine allaitante (Bellet et *al.*, 2005, Benoit et *al.*, 2011).

En production bovine allaitante, on observe aussi cette corrélation négative entre le niveau de marge brute par UGB bovine et le niveau d'émissions nettes de GES par kg de viande vive (Figure 9).

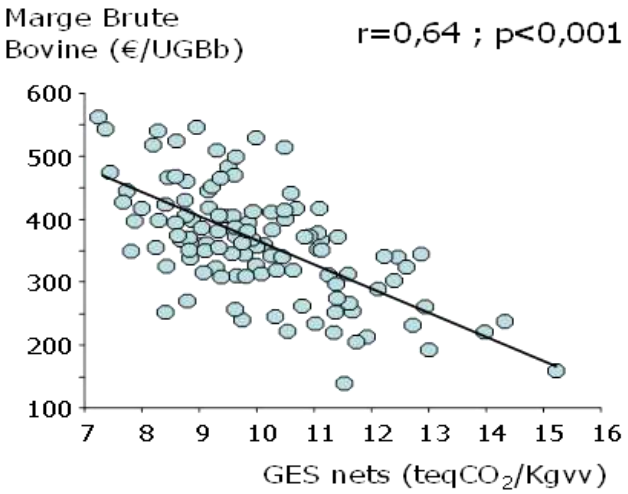


***Figure 9** : Emissions de GES (nettes de la séquestration dans les prairies) par kilo de viande vive et marge brute par UGB. Exploitations en élevage bovin allaitant (n=59) ; Source : Réseau Inra Clermont, données 2011, 49 exploitations suivies*

Ces résultats récents et originaux indiquent donc une certaine convergence entre des conduites d'élevage favorables aux impacts environnementaux (sur les critères rejets de GES et besoins en énergie) et des critères de performance économique. Ces corrélations devraient s'accentuer dans le cadre d'une augmentation prévisible du prix des matières premières, énergie fuel et céréales issues des grandes cultures.

C - L'élevage allaitant : réflexions complémentaires sur les inflexions possibles, atouts, diversité des adaptations et conditions

C1 - Des performances intra système très variables qui révèlent des évolutions potentielles

Les quelques illustrations précédentes et les études plus récentes sur la maitrise des coûts de production (Madeline et Sarzeau, 2013) rappellent la grande diversité observée au sein de réseaux de fermes, tant du point de vue technique (productivité animale en kg /UGB en bovins ou productivité numérique en ovins par exemple), qu'au niveau des résultats économiques. Les possibilités d'amélioration de la rentabilité d'un atelier viande passent ainsi toujours par une double analyse fine et personnalisée de la productivité animale (croissance, productions, reproduction) et de la productivité du travail (adéquation des équipements).

Ce constat concorde avec les autres observations notamment celles des performances environnementales en ferme : les réseaux IDELE montrent que la variabilité de certains critères (émissions de GES par exemple) est toujours supérieure en intra groupe (typologie de fermes) qu'entre groupes typologiques (Le Gall et *al.*, 2009). Cette double variabilité à la fois économique et environnementale est porteuse d'améliorations potentielles combinées dans les deux dimensions.

C2 - Des solutions possibles

La philosophie générale des voies d'adaptation possibles des systèmes d'élevage (rester productif et augmenter la durabilité économique et environnementale) repose pour une large part sur la reconstitution de la capacité d'autonomie alimentaire des fermes (lien au sol), dans le contexte de la très grande diversité des conditions pédoclimatiques françaises. Il s'agit d'identifier et de valoriser au mieux la diversité des ressources possibles, végétales (dont les mélanges complexes de variétés fourragères), mais aussi animales, en particulier en termes de génétique. Un des enjeux sera de développer un appui technique qui puisse répondre à cette problématique, qui n'est pas nouvelle, mais qui pourrait devenir prépondérante, tout en prenant en compte la demande des filières.

Les systèmes d'élevage productifs (par exemple « 3 agnelages en 2 ans », 1,7 agneau produit par brebis / an) ont fait leur preuve durant les 20 dernières années. Malgré leur relativement forte dépendance à l'utilisation de concentrés, ils peuvent garder une place de choix dans les élevages ayant la meilleure technicité dans la mesure où 1/ la qualité des fourrages distribués aux femelles reproductrices sera excellente (afin de minimiser l'apport de concentré à ce type d'animaux) et 2/ le prix de la viande restera suffisamment élevé face à celui des concentrés. L'année 2008 (forte hausse du prix des céréales) a sonné

l'alerte sur ce type de système et les simulations faites à l'époque remettaient fortement en cause ce type d'intensification animale (Bellet et *al.*, 2008). Une forte hausse du prix des intrants, sans augmentation en parallèle du prix de la viande ovine pourrait rapidement remettre en cause de tels systèmes ; les recherches faites en productions ovines allaitantes biologiques, où l'on est confronté à cette question (rapport de prix concentrés/viande ovine), confirment une évolution possible de ce type (Benoit, 2009).

Les déterminants abordés ci-dessus correspondent pour nombre d'entre eux aux pratiques mises en œuvre en élevage biologique. Si les élevages en AB représentaient une part significative des exploitations d'élevage au niveau national, on assisterait très certainement à une diffusion efficace de certaines pratiques AB pour un élevage conventionnel plus durable. Par ailleurs, un certain nombre de travaux de recherche sont aujourd'hui disponibles en AB, permettant d'alimenter les réflexions ci-dessus (Inra Clermont-Ferrand, Inra Mirecourt, ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (CA49, Idele), ferme des Bordes (Arvalis-Institut du Végétal), Lycée agricole de Naves et de St Afrique…).

C3 - Diversité des adaptations et contraintes pour l'appui technique

Les éléments donnés ci-dessus renvoient un certain nombre de questions à « l'appui technique ». En effet, les questions posées aujourd'hui à l'élevage sont d'ordre extrêmement large (techniques, mais également économiques, de fiscalité et d'investissement, d'organisation du travail). L'appui technique doit aussi pouvoir prendre en compte les situations d'exploitations diversifiées et l'opportunité de synergies entre ateliers, ainsi que les situations de chefs d'exploitation en double activité, dont l'activité agricole est difficilement reconnue comme professionnelle en France, ces situations correspondent à une réalité économique et sociale (cf. dimension moyenne des troupeaux ovins français, partie A). Un tel type d'appui technique serait bien plus complexe à mettre en place que celui qui a largement conduit à définir des systèmes d'élevage spécialisés dans un modèle unique.

C4 - Une spécificité (et atout ?) française : diversités des contextes et des races

Compte tenu de la nécessité d'approvisionner l'aval de la filière de façon régulière tout au long de l'année, il n'est pas possible d'envisager des systèmes d'élevage maximisant le pâturage sur tout le territoire national. Il faut donc construire une complémentarité entre systèmes et zones de production.
Les élevages de zones intermédiaires et de montagne, pour lesquelles le travail du sol est plus difficile, auraient intérêt à viser des systèmes de production davantage basés sur l'utilisation de ressources fourragères d'excellente qualité. Des techniques existent permettant de réaliser de très bons fourrages précoces et de maximiser l'herbe pâturée (rotation très rapide, hauteur d'herbe faible à l'entrée dans les parcelles ; cf. « méthode Voisin » ; Murphy et *al.*, 1998). Les fourrages récoltés doivent être coupés précocement ce qui peut être difficile pour les récolter en sec, mais les techniques d'enrubannage (et d'ensilage mi fané) peuvent assurer une bonne qualité, si elles sont maitrisées d'un point de vue technique. Néanmoins, elles sont relativement coûteuses à mettre en œuvre. Des techniques existent aussi pour une récolte de fourrages sec de qualité comme le séchage en grange, les retourneurs d'andains (maintien des feuilles, de légumineuses en particulier) Elles sont encore peu développées en France par rapport à d'autres pays d'Europe (Suisse par exemple).

Les élevages de plaine ont plus de possibilités d'élargissement des périodes de productions, via une possibilité de pâturage plus large sur l'année, et l'utilisation de cultures intermédiaires…ou de sous-produits utilisables en périodes hivernale ou en transition.
Parallèlement, à la diversité des situations pédoclimatiques, la grande diversité des races encore présentes sur le territoire national représente également un atout pour raisonner au mieux et

conjointement capacités d'adaptation de l'animal, flexibilité des productions et robustesse des troupeaux face aux aléas.

D - Conclusions et perspectives

Raréfaction de ressources, tension sur leur prix et volatilité, aléas climatiques et sanitaires, besoin de denrées alimentaires, pourraient être quelques caractéristiques majeures du contexte à venir.
Les déterminants soulignés devraient répondre à cette évolution : un lien au sol plus fort (autonomie des fermes, individuellement, ou en collectivité rapprochée), des ressources avant tout fourragères et pâturées pour limiter l'utilisation de la mécanisation, et qui doivent entrer le moins possible en concurrence avec les grandes cultures à destination de l'alimentation humaine ou des monogastriques. Cependant, ce renforcement d'autonomie des fermes pourrait se traduire par une dépendance accrue vis-à-vis des conditions climatiques. Deux solutions semblent directement envisageables au niveau de l'exploitation 1/ garder une marge de sécurité en terme de chargement (densité animale – à définir avec ce nouvel objectif) et choisir des espèces fourragères adaptées et 2/ disposer d'une organisation collective d'assurance en cas d'à-coup climatique majeur.

Des travaux de recherche-développement conduits depuis 25 ans par l'Inra et l'Idele montrent qu'une conduite économe des troupeaux, s'appuyant avant tout sur le pâturage, est compatible avec des performances animales élevées, moyennant le raisonnement adapté des systèmes fourragers et d'élevage (périodes de reproduction, mode de gestion des ressources, voire génétique adaptée). Dans ce cadre, la mixité des troupeaux (petits/gros ruminants ; allaitant/laitier) pourrait être un atout comme le présentent des travaux anciens montrant des performances techniques et économiques supérieurs pour les ovins dans les troupeaux ovins-bovins (Servière, 2012). D'une façon plus générale, les systèmes mixtes, y compris ceux basés sur l'association de l'élevage et de grandes cultures, peuvent présenter de forts atouts en termes de durabilité environnementale voire économique, mais ces systèmes, qui reprennent les principes de l'agro-écologie, sont plus complexes à mettre en œuvre gourmands en travail et font l'objet de débats entre économie d'échelle, économie de gammes et économie d'agglomération. De plus il faut convaincre les acteurs des filières (transformateurs, distributeurs) du bien-fondé de cette approche qui peut être perçue comme une régression, parce qu'elle pourrait amener, tant que les aspects techniques ne sont pas maîtrisés, à des produits plus hétérogènes. Des mesures de soutien via des politiques publiques plus discriminantes pourraient être envisagées, afin d'appuyer significativement le développement de ces systèmes de production diversifiés et autonomes, qui diffèrent des systèmes dominants le plus souvent très spécialisés. Notons cependant que des organisations territoriales d'exploitations (échanges et complémentarité entre fermes d'élevage et de grandes cultures) pourraient conduire également à de fortes synergies entre productions animales et végétales et à des bilans environnementaux très favorables.

Mais le renforcement du lien au sol, la nécessité de la productivité et de la performance technique, et le contexte de la grande diversité des conditions de l'élevage en France (socio-économique et territorial), demanderont des solutions adaptées et diverses, qui questionnent dès à présent tant la politique agricole que le conseil aux éleveurs, la recherche zootechnique et le contenu des formations initiale et continue.

Enfin, l'adaptation des systèmes d'élevage français doit prendre en compte le débat citoyen et la controverse sur la consommation de viande et le bien-être animal. Aucune filière animale n'échappera à des débats de fond avec la société sur l'abattage, la viande, et ses modes de production. Inversement, ces nouvelles formes d'élevage de ruminants à viande pourront faire valoir leurs qualités objectives, mettre en avant qualité sanitaire et traçabilité des produits vendus, et convaincre de leurs actions environnementales positives sur l'entretien des milieux naturels.

E - Références Bibliographiques

AGABRIEL J., DISENHAUS C., RENAND G., ZUNDEL E., SEEGERS H., FAVERDIN P. 2011. Elevage Bovin et environnement : Quelles solutions techniques ou organisationnelles envisagées par l'Inra ? *Innovations Agronomiques*, 12, 135-156

AGABRIEL J., FARRIE J.P., POTTIER E., NOTE P. 2012. Simplifications de l'affouragement pour les troupeaux allaitants : évaluation des pratiques et de leurs conséquences zootechniques. *Rencontres Recherches Ruminants*, 19, 385-392

AUROUSSEAU B., BAUCHART D., CALICHON E., MICOL D., PRIOLO A. 2004. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. *Meat Science*, 66, 531-541

BAUCHART D., OUESLATIK K, THOMAS A., BALLET J., PRACHE S. 2012. Un mode de conduite biologique et un niveau élevé d'herbe améliorent la qualité nutritionnelle des acides gras de la viande chez l'agneau engraissé au pâturage. *Viandes et Produits Carnés (N° Hors Série)*, 14èmes JSMTV, 13-14/11/2012, Caen (France), 2 p.

BELLET V., MORIN E. 2005. Approche des coûts de production et des déterminants du revenu en élevage ovin viande. Compte Rendu 110550020, Institut de l'Elevage (France), 68 p.

BELLET V., BENOIT M. 2008. Faut-il retourner des prairies pour faire des céréales? Journées Techniques Ovines nationales. 18-20/11/2008, Montmorillon (France), 49-58

CABARET J., NICOURT C. 2009. Les problèmes sanitaires en élevage biologique : réalités, conceptions et pratiques. *Inra Prod. Anim.*, 22, 235-244

BENOIT M., LAIGNEL G. 2010. Energy consumption in mixed crop-sheep farming systems: what factors of variation and how to decrease? *Animal*, 4, 1597-1605

BENOIT M., PRACHE S. 2010. La production de viande ovine en France. Quels systèmes de production pour quels produits ? Muscle et Viande de Ruminant. Editions Quae, 15-24

BENOIT M., LAIGNEL G. 2011. Analyse sur le long terme de systèmes d'élevage ovins allaitants en France. Quelles trajectoires et quels facteurs de réussite économique? *Inra Prod. Anim.*, 24, 211-219

BENOIT M., DAKPO H. 2012a. Consommation d'énergie, performance économique et technique en production ovine allaitante. *Rencontres Recherches Ruminants*, 19, 58

BENOIT M., DAKPO H. 2012b. Greenhouse gases emissions in french sheep for meat farms: analysis over the period 1987-2010. International congress Emili 2012, 10-13/06/2012, Saint-Malo (France), 4 p.

BENOIT M., TOURNADRE H., DULPHY J. P., LAIGNEL G., PRACHE S., CABARET J. 2009. Comparaison de deux systèmes d'élevage biologique d'ovins allaitants différant par le rythme de reproduction : une approche expérimentale pluridisciplinaire. *Inra Prod. Anim.*, 22, 207-220

CHATELLIER V., GAIGNE C. 2012. Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français. *Innovations Agronomiques*, 22, 185-203

CHARROIN T., VEYSSET P., DEVIENNE S., FROMONT J.-L., PALAZON R., FERRAND M. 2012. Productivité du travail et économie en élevages d'herbivores : Définition des concepts, analyse et enjeux. **In :** HOSTIOU N., DEDIEU B., BAUMONT R. (éditeurs). Travail en élevage. Numéro spécial. *Inra Prod. Anim.*, 25, 193-210

DOLLE J.B., AGABRIEL J., PEYRAUD J. L., FAVERDIN P., MANNEVILLE V., RAISON C., GAC A., LE GALL A. 2011. Les gaz à effet de serre en élevage bovin : évaluation et leviers d'action. **In :** DOREAU M., BAUMONT R., PEREZ J.M. (éditeurs). Gaz à effet de serre en élevage bovin : le méthane. Dossier. *Inra Prod. Anim*., 24, 415-432

DUMONT B., FORTUN-LAMOTHE L., JOUVEN M., THOMAS M. AND TICHIT M. 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, doi:10.1017/S1751731112002418

GARAMBOIS N, DEVIENNE S. 2010. Evaluation économique, du point de vue de la collectivité, des systèmes bovins laitiers herbagers. *Rencontres Recherches Ruminants*, 17, 25-32

GARAMBOIS N., DEVIENNE S. 2012. Les systèmes herbagers économes du Bocage vendéen : une alternative pour un développement agricole durable ? *Innovations Agronomiques*, 22, 117-134

GAUTIER J.M., CORBIERE F. 2011. La mortalité des agneaux : état des connaissances. *Rencontres Recherches Ruminants,* 18, 255-262

HOSTE H., CABARET J., GROSMOND G., GUITARD J.P. 2009. Alternatives aux traitements anthelminthiques en élevage biologique des ruminants. *Inra Prod. Anim.*, 22, 245-254

SERVIERE G. (coord.). 2012. Base de données d'appui technique ovin-Auvergne. Résultats 2011 et évolution sur 22 années, IDELE (France), 19 p.

LHERM M., VEYSSET P., BEBIN D. 2006. Evolutions de 1978 à 2005 constatées sur 24 exploitations d'élevage bovin charolais dans la zone herbagère Nord Massif Central. Compte rendu des Journéee Bovine Nantaise, 04/10/2006

MADELINE Y., SARZEAUD P. 2013. Etude rétrospective et prospective sur la maitrise des coûts de production en élevage bovin viande. Analyse des facteurs déterminants de la productivité et des revenus. Compte-rendu final de réalisation de l'étude. France AgriMer, Institut de l'Elevage. Ref SIVAL NL 2011- 1898

MOSNIER C., AGABRIEL J., VEYSSET P., BEBIN D., LHERM M. 2010. Evolution and sensitivity to hazards of technical and economic indicators of suckler cow farms according to different production systems: a panel data analysis of 55 French Charolais farms from 1987 to 2007. *Inra Productions Animales*, 23, 91-101

MURPHY B. 1998. Greener pastures on your side of the fence: better farming with voisin grazing management. 4th Ed. Arriba Publishing (Ed), 379 p.

PIERSON G., BAUD G., PLATON J.P., GONTHIER C., LIENARD G. 1982. Comparaison économique d'exploitations spécialisées ovines et d'exploitations associant bovins et ovins dans le département de la Haute-Vienne. CEMAGREF (Ed), 66, 78 p.

POTTIER E., D'HOUR P., HAVET A., PELLETIER P. 2001. Extending the grazing season for suckling herds. *Fourrages*, 287-310

POTTIER E., PRACHE S., BENOIT M., TOURNADRE H. 2009. Maximiser la part du pâturage dans l'alimentation des ovins : intérêt pour l'autonomie alimentaire, l'environnement et la qualité des produits. *Fourrages*, 199, 349- 371

PRIOLO A., MICOL D., AGABRIEL J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim Res.*, 50, 185-200

THERIEZ M., BRELURUT A., PAILLEUX J.Y., BENOIT M., LIENARD G., LOUAULT F., DE MONTARD F.X. 1997. Extensification en élevage ovin viande par agrandissement des surfaces fourragères. Résultats zootechniques et économiques de 5 ans d'expérience dans le Massif Central Nord. *Inra Prod. Anim.*, 10, 141-152

TRIBOÏ E., TRIBOÏ-BLONDEL A.M. 2004. Cropping system using lucerne as nitrogen source. Proceedings of the 8th congress of the European Society for Agronomy: European Agriculture in a Global Context, 11–15/07/2004, Copenhagen (Danemark), 683–684

CHAPITRE 6B
Synthèse

A - Eléments de contexte

Avec près de 150 000 exploitations détenant des bovins viande et/ou des ovins viande et les emplois générés dans les secteurs amont et aval, les productions allaitantes constituent une activité économique nationale de premier plan. Le chiffre d'affaires total des productions ovine et bovine allaitantes est estimé à 5 milliards d'euros en 2011, soit 22 % de la valeur des productions animales françaises. Le cheptel allaitant bovin correspond à 65 % de la production de viande rouge française et permet d'exporter près d'un million de têtes. A l'inverse, le cheptel ovin dont les effectifs continuent de baisser ne couvre que 40 % de la consommation nationale. Ces cheptels occupent plus du tiers de la SAU française, essentiellement des prairies dont une grande part de prairies permanentes (plus de 2/3) qu'ils entretiennent et maintiennent « ouvertes ». Ils participent ainsi à la diversité et typicité de nos paysages, à l'identité forte des terroirs d'élevage, et à la production de nombreuses aménités. Les performances environnementales des troupeaux allaitants ne font pas pour l'instant l'objet de remise en cause publique majeure, sauf peut-être les émissions de méthane. Ces émissions font depuis quelques années l'objet de nombreuses études qui montrent une grande plage de variabilité et mettent en évidence les facteurs explicatifs majeurs[134].

Les fonctionnements de troupeaux sont variés, en adéquation avec la diversité génétique des races, la diversité des ressources fourragères présentes dans les territoires (prairies permanentes, cultures fourragères, ressources pastorales), et en relation avec les demandes des filières. Ces systèmes sont fragilisés par la conjoncture des prix des matières premières végétales utilisées pour l'alimentation des animaux, le changement climatique qui risque d'amener davantage d'à-coups climatiques, et les controverses sur la consommation de viande qui peuvent freiner la demande. Ils sont également très dépendants des aides publiques qui représentent en moyenne plus de 150 % du résultat courant. Malgré des gains de productivité (dimension des troupeaux) importants depuis plus de 30 ans, les revenus stagnent et les prix (animaux maigres ou engraissés) n'ont pratiquement jamais cessé de baisser (en euros constants). Les observations de ces dernières années et plusieurs travaux de perspectives nuancent ce constat sombre et laissent entrevoir un avenir plus positif aux productions allaitantes. On peut tabler en effet sur une demande mondiale de produits animaux en hausse, y compris en viande bovine et ovine, en raison de l'augmentation de la population et de l'amélioration du pouvoir d'achat d'une partie de la population des pays émergents. Pour les ovins, la conjoncture actuellement favorable est malheureusement en partie contrebalancée par une orientation progressive des systèmes de production vers plus de conduite en bergerie, avec une alimentation à base d'aliments concentrés dont la consommation et le coût sont en hausse. Cette orientation est en partie liée à la pression de la distribution pour une production régulière sur l'année, qui plus est d'animaux jeunes. Cette demande va à l'encontre de l'efficience des systèmes, se heurtant à la fois à la saisonnalité de la reproduction de l'espèce ovine et à celle de la production herbagère. Si des adaptations de systèmes sont encore envisageables, d'autres leviers pourraient être actionnés, comme les complémentarités entre systèmes d'élevage et bassins de production.

[134] En particulier la productivité des animaux, en limitant le temps d'improductivité des femelles et en assurant des gains de poids significatifs, avec cependant des effets de seuil possible au-delà desquels les intrants supplémentaires nécessaires contribuent fortement aux émissions de CO_2 (indirect).

Face à ces constats, les réponses doivent s'inscrire dans une perspective à moyen ou long terme. L'augmentation de la part des fourrages dans l'alimentation et la sécurisation fourragère des systèmes de production sont une priorité. L'évolution des systèmes d'élevage, en particulier sur cette base, doit se faire en intégrant tous les paramètres économiques et sociaux des exploitations. Les avancées technologiques à venir doivent être utilisées pour transformer les conditions du métier d'éleveur, le rendre plus attractif, et attirer davantage de jeunes. L'utilisation renforcée de ressources locales, fourragères et pastorales, variables selon les situations pédoclimatiques, passera par l'utilisation de génotypes adaptés. Ainsi, la « révolution génomique » doit aider à disposer d'animaux robustes faciles à élever mais dont la qualité de la viande sera garantie.

Sur le marché de la viande bovine, il serait nécessaire de mettre en place de façon complémentaire deux stratégies raisonnées : l'une de production de carcasse « de masse », à base de jeunes bovins mâles engraissés rapidement, l'autre « de niche » pour les marchés locaux à forte valeur ajoutée comme les produits sous labels.

B - Déterminants des systèmes d'élevage allaitant plus durables

B1 - Système fourrager et utilisation du pâturage

L'utilisation des aliments concentrés a une forte incidence sur les performances économiques et environnementales des exploitations bovines et surtout ovines. Il est donc nécessaire d'envisager de limiter leur utilisation et de converger vers une plus forte autonomie fourragère (part des besoins du troupeau satisfaits par les fourrages de l'exploitation), voire un renforcement de la part des fourrages pâturés dans l'alimentation. Celle-ci peut s'envisager de diverses façons : par des évolutions de pratiques comme le calage des phases de besoins élevés des animaux avec les périodes de disponibilité en ressources de qualité (ex : lactation ou engraissement des jeunes calés sur la pousse de l'herbe au printemps), mais également par des évolutions des techniques d'élevage comme le plein air et le pâturage d'intersaison. Le troupeau de femelles allaitantes a une forte capacité à valoriser une grande diversité de ressources fourragères, en particulier en dehors des périodes à forts besoins physiologiques, capacité qu'il faut exploiter. La recherche d'un niveau de chargement « sous-optimal » permettant d'augmenter la part des fourrages dans l'alimentation et de dégager des marges de sécurité en cas de risque de déficit fourrager (à-coup climatique) est également un enjeu fort. Un chargement trop élevé (nombre d'animaux/ha) compte tenu des potentialités agronomiques des sols peut également conduire à dégrader le bilan économique et environnemental des exploitations, et accroître le risque lié aux aléas climatiques (sécheresse). Extensifier la conduite peut engendrer une légère baisse du volume de production (par ha), mais n'est pas incompatible avec une amélioration des résultats économiques au niveau de l'exploitation. Enfin, la qualité de la prairie à travers la part des légumineuses dans les diverses espèces va jouer à la fois sur la nutrition de l'animal et sur le maintien de la fertilité des sols. L'utilisation accrue des légumineuses de tous types et sous diverses formes (graines, feuilles) dans les systèmes fourragers représente un double enjeu, économique et environnemental.

B2 - Gagner en efficacité au niveau des animaux et des troupeaux

Il s'agit, pour chaque mise bas, d'assurer le maximum de viande produite, ce qui a par ailleurs un impact environnemental favorable, du point de vue des émissions de GES (réduction des émissions de méthane pour un même niveau de production). Limiter la période d'élevage des jeunes femelles par une première mise bas précoce est une voie qui pourrait s'avérer intéressante dans certains contextes où les surfaces allouées à ces animaux sont limitées, et pour réduire leur temps de présence (carrière), à production constante. Cela peut

être en particulier intéressant en élevage bovin dans des conditions où il serait possible de faire vêler les génisses entre 24 et 26 mois. Jusqu'à ce jour, l'amélioration génétique n'a pas favorisé cette pratique qui se heurte à l'âge du premier cycle sexuel. En élevage ovin la productivité numérique des brebis (nombre d'agneaux produits par brebis) a un impact très favorable d'un point de vue économique et environnemental : une productivité élevée permet de « diluer » sur une quantité de viande produite plus importante le méthane émis par les femelles reproductrices mais également de « diluer » les intrants utilisés pour l'élevage du troupeau de femelles (engrais, mécanisation). Ainsi, les plus faibles consommations d'énergie par kg de carcasse sont le fait d'élevage à la fois productifs et herbagers. L'efficacité des troupeaux se construit également par les choix cohérents d'itinéraires de production des jeunes, depuis la naissance jusqu'à la valorisation de la carcasse. Vouloir engraisser jeune un animal de développement tardif est coûteux et « contre physiologique ». La redécouverte de systèmes longs (de type bœufs) pourrait être encouragée.

B3 - Moduler les éléments structuraux et s'adapter au contexte socio-économique

La charge de travail est jugée très élevée en élevage allaitant (en particulier ovin), en comparaison aux exploitations de grandes cultures ; cet aspect doit impérativement être pris en compte si l'on veut encourager le renouvellement des exploitations allaitantes. Les solutions peuvent toucher divers aspects : organisation du système d'élevage, délégation de tâches, organisation collective, équipements spécifiques. A ce titre, la mécanisation a un statut particulier. En effet, elle représente le premier poste de charges de structure (avec la question sous-jacente de la défiscalisation des bénéfices) et diverses solutions peuvent être envisagées pour réduire ces coûts (sous-traitance, mise en commun via coopérative ou autre).

L'évolution des exploitations d'élevage passe en général par leur agrandissement. Cette évolution, poussée très/trop loin, peut aboutir à des conséquences négatives : stagnation voir baisse des performances technico-économiques (pas forcément d'économies d'échelle à partir d'une certaine taille), charges de travail élevées, difficulté de reprise des fermes (capital élevé). Plusieurs études font état de performances économiques (y compris pour la collectivité) et environnementales élevées dans des systèmes de dimension moyenne[135], ayant trouvé des compromis entre niveau de production et autonomie des ressources alimentaires. Dans ce cadre, les aides publiques représentent un outil de choix pour l'orientation des systèmes de production, en termes de type d'aide, de zonage, de montant (et de plafonnement), voire en modulant les possibilités d'utilisation de surfaces en herbe pour la culture de céréales, dans le cadre d'amélioration de l'autonomie alimentaire des fermes, en particulier pour des modes de production -comme l'Agriculture Biologique (AB)- où cette question est déterminante[136].
Par ailleurs, il semble qu'une réflexion sur la réorganisation du foncier (regroupement, restructuration) à l'échelle collective puisse amener de gros atouts, techniques, économiques, environnementaux et en temps de travail, en facilitant la gestion et donc le développement du pâturage, parfois délaissé au profit des phases de conduite en bâtiment, notamment en élevage ovin.

Face à l'adaptation nécessaire des systèmes d'élevage à leur contexte pédoclimatique, les produits pourraient évoluer, sur leurs caractéristiques et leur saisonnalité de mise en marché. Aussi, dans leur propre intérêt (maintien voire développement de son activité), les filières d'aval devront comprendre cette nécessité et dialoguer afin de définir les meilleures compromis avec les producteurs, voire co-construire un discours vis-à-vis des consommateurs.

[135] Observations réseaux fermes INRA 2011 : le seuil de 50 à 60 UGB par travailleur permet de mettre en évidence soit les meilleures marges brutes par UGB (ovins, en deçà du seuil), soit les moins bonnes (bovins, au-delà du seuil).
[136] A titre d'exemple : pour un objectif d'autonomie alimentaire totale, avec 1 tonne de concentrés par UGB (moyenne observations, système ovin allaitant), sur la base d'un chargement de 1UGB/ha SFP et d'un rendement de 50 quintaux par ha, les céréales représentent 16 % de la SAU (même taux de 16 % si l'on considère un chargement de 1.40 UGB/ha et un rendement des cultures de 70 quintaux par ha). L'autonomie en paille est alors assurée. Avec une rotation basée sur 5 ans de prairies temporaires et 2 ans de cultures, la surface labourable représente 56 % de la SAU.

C - Inflexions possibles, diversité des adaptations et conditions de l'élevage allaitant

Les performances techniques, économiques et environnementales sont très variables au sein des différents types de systèmes de production. Ceci révèle les progrès potentiels dans bon nombre de situations, ces progrès pouvant passer par des adaptations des systèmes de production (lien avec le développement agricole et les filières), les décisions publiques (adaptations d'aides libérant des contraintes sur le mode d'utilisation de certaines surfaces, par exemple), la structuration des territoires (remembrement), la formation des agriculteurs et des agents de développement (appui technique, conseil).

Globalement, il semble qu'un retour du lien au sol soit indispensable afin d'assurer de bonnes performances tant économiques qu'environnementales, et se préparer à l'avenir (compétition et tension sur les prix des matières premières). Cependant, compte tenu de l'extrême diversité des territoires et des contextes socio-économiques français, aucune solution universelle ne pourra être proposée. Au contraire, chaque situation devra être prise en compte dans sa particularité. Cela aura de fortes conséquences tant en termes de politiques de filières que sur le conseil agricole qui devra lui aussi être revisité.

L'AB a déjà posé de tels enjeux, avec le lien au sol comme base à la fois de ses principes, de la cohérence des systèmes, et de sa rentabilité économique. Les nombreuses études et dispositifs de recherche développement existants à ce jour en AB doivent pouvoir être mis en avant pour aider à cette réflexion.

D - En guise de conclusion

Raréfaction de ressources, tension sur leur prix et volatilité, aléas climatiques, besoin de denrées alimentaires, pourraient être quelques caractéristiques majeures du contexte à venir.

Les déterminants soulignés devraient répondre à cette évolution : un lien au sol plus fort (autonomie des fermes, individuellement ou en collectivité rapprochée), des ressources avant tout fourragères et pâturées pour limiter le recours à la mécanisation, et qui doivent entrer le moins possible en concurrence avec les grandes cultures à destination de l'alimentation humaine ou des monogastriques. Cependant, ce renforcement d'autonomie des fermes pourrait se traduire par une dépendance accrue vis-à-vis des conditions climatiques. Deux solutions semblent directement envisageables au niveau de l'exploitation : d'une part, garder une marge de sécurité en termes de chargement (densité animale à définir en fonction de ce nouvel objectif) et choisir des espèces fourragères adaptées et, d'autre part, disposer d'une organisation collective d'assurance en cas d'à-coup climatique majeur.

Des travaux de recherche-développement conduits depuis 25 ans par l'Inra et l'Idele montrent qu'une conduite économe des troupeaux, s'appuyant avant tout sur le pâturage, est compatible avec des performances animales élevées, moyennant le raisonnement adapté des systèmes fourragers et d'élevage (périodes de reproduction, mode de gestion des ressources, voire génétique adaptée). Dans ce cadre, la mixité des troupeaux (petits/gros ruminants ; allaitant/laitier) pourrait être un atout comme le présentent des travaux anciens montrant des performances techniques et économiques supérieures pour les ovins dans les troupeaux ovins-bovins. D'une façon plus générale, les systèmes mixtes, y compris ceux basés sur l'association de l'élevage et de grandes cultures, peuvent présenter de forts atouts en termes de durabilité environnementale voire économique, mais ces systèmes, qui reprennent les principes de l'agro-écologie, sont plus complexes à mettre en œuvre, sont gourmands en travail et font l'objet de débats entre économie d'échelle, économie de gammes et économie d'agglomération. De plus il faut convaincre les acteurs des filières (transformateurs, distributeurs) du bien-fondé de cette approche qui peut être perçue comme une régression, parce qu'elle

pourrait amener, tant que les aspects techniques ne sont pas maîtrisés, à des produits plus hétérogènes. Des mesures de soutien via des politiques publiques plus discriminantes pourraient être envisagées, afin d'appuyer significativement le développement de ces systèmes de production diversifiés et autonomes, qui diffèrent des systèmes dominants, le plus souvent très spécialisés. Notons cependant que des organisations territoriales d'exploitations (échanges et complémentarité entre fermes d'élevage et de grandes cultures) pourraient conduire également à de fortes synergies entre productions animales et végétales, ainsi qu'à des bilans environnementaux très favorables.

Mais le renforcement du lien au sol, la nécessité de la productivité et de la performance technique, et le contexte de la grande diversité des conditions de l'élevage en France (socio-économique et territorial), demanderont des solutions adaptées et diverses, qui questionnent dès à présent tant la politique agricole que le conseil aux éleveurs, la recherche zootechnique ainsi que le contenu des formations initiale et continue.

Enfin, l'adaptation des systèmes d'élevage français doit prendre en compte le débat citoyen et la controverse sur la consommation de viande et le bien-être animal. Aucune filière animale n'échappera à des débats de fond avec la société sur l'abattage, la viande, et ses modes de production. Inversement, ces nouvelles formes d'élevage de ruminants à viande pourront faire valoir leurs qualités objectives, mettre en avant qualité sanitaire et traçabilité des produits vendus, et convaincre de leurs actions environnementales positives sur l'entretien des milieux naturels.

Tableau des forces et faiblesses de l'élevage bovin allaitant français

Forces	**Faiblesses**
- Des races à viande efficaces et productives identifiées par régions - Des techniques de base (alimentation, génétique) éprouvées et robustes - Des marges significatives d'amélioration de la rentabilité économique révélées par la diversité de résultats dans les observatoires - Un élevage des zones défavorisées, utilisateur unique de certaines surfaces en herbe - Des prix soutenus par une demande mondiale en hausse.	- Importance des aides dans le revenu (100 %) - Revenu faible pour un capital important - Peu de variation du revenu malgré d'importantes améliorations de la productivité des élevages (UGB/UMO) - Variabilité des cotations et sensibilité forte aux aléas. - Une confusion générale sur les origines des viandes (troupeau laitier troupeau allaitant, femelles Jeunes bovins etc.) que la sortie de crise ESB avait tenté de lever mais qui se diffuse mal.
Opportunités	**Menaces**
- Une meilleure connaissance des effets du pâturage sur la biodiversité des prairies permanentes - Des nouvelles techniques de sélection (génomique) qui vont aider à améliorer : la qualité de la viande, les capacités adaptatives des femelles - Différentiel de prix qui se réduit avec les grands pays exportateurs - De nouveaux marchés solvables autour de la méditerranée	- Les aléas climatiques peuvent fragiliser les systèmes fourragers - Les aides publiques ont atteint un plafond - Un bilan environnemental (notamment GES émis) mitigé et sans possibilité d'amélioration à court terme (50 % CH4 entérique) - Vieillissement de la population d'éleveurs et transmission des exploitations difficile - Une image de la viande rouge dégradée dans les médias

Tableau des forces et faiblesses de l'élevage ovin allaitant français

Forces	Faiblesses
- Diversité de races présentant des atouts variés et complémentaires - Large gamme de systèmes d'élevage, en lien avec un cycle de production court et une forte intensification possible de la reproduction, et l'utilisation d'une large gamme de ressources fourragères (dont pastorales) - Un élevage en zones défavorisées utilisateur unique de certaines surfaces en herbe et pastorales - Une complémentarité des zones françaises de production (types de produit et saisonnalité) - Troupeau encore largement conduit en production mixte (bovins viande, grandes cultures) : rôle de production complémentaire, de sécurisation du revenu, synergies avec faibles couts de production - Des prix soutenus par une demande mondiale en hausse et une production en retrait - Une démarche « qualité » qui a permis une forte démarcation vis-à-vis de l'importation et le maintien de prix nationaux relativement élevés - Un capital financier nécessaire relativement faible au regard d'autres productions	- Importance des aides dans le revenu (100 à 200 %) - Elevage soumis à la hausse et à la fluctuation des prix des matières premières végétales (concentrés) - Revenu restant parmi les plus faibles de l'agriculture française - Charge de travail importante - Elevage parfois marginalisé dans des zones à faible potentiel agronomique (dépendance accrue en concentrés) et/ou à faible densité humaine et économique (problème social) - Troupeaux ovins « de complément » en baisse constante, peu/pas d'outils de recherche-développement pour évaluer leur intérêt ; peu de reconnaissance par la filière de ces troupeaux ; activité agricole des doubles actifs (souvent détenteurs de petites troupes) mal reconnue - Une filière qui peut être considérée comme trop atomisée (nombreux opérateurs) - Place de l'élevage ovin en enseignement agricole ? - A l'Inra, des compétences pointues (génétique, santé, reproduction) mais éparses sur systèmes d'élevage
Opportunités	**Menaces**
- Une offre nationale ne satisfaisant pas la demande, et des pays historiquement exportateurs (Nouvelle Zélande) se repositionnant sur l'Asie - Un déficit de production de viande ovine au niveau européen. La PAC 2014 pourrait soutenir ce type d'élevage (valorisation de surfaces fourragères difficiles) - Convergences entre performances économiques et environnementales (systèmes productifs et économes en intrants) - Production requérant une technicité certaine, mais pouvant procurer des performances techniques et économiques élevées - Une production qui a de forts atouts en tant que production complémentaire (systèmes mixtes), en particulier associée à des bovins ou aux grandes cultures - Une bonne image de la viande ovine du point de vue du consommateur (viande «naturelle») - La possibilité de relancer la consommation et toucher de nouveaux consommateurs via de nouveaux produits (plat « portion », prêt à cuire, merguez de brebis…) - Un dispositif de recherche-développement disponible (fermes IDELE, lycées agricole)	- Erosion régulière de la consommation ; image de produit festif, « de luxe », et cher ; prix élevé, en comparaison aux autres viandes, consommateurs âgés - Certains pays européens (Irlande) réinvestissent sur le marché français - Un trop grand nombre de signes de qualité ? - Aléas climatiques croissants qui pourraient fragiliser les systèmes fourragers - Moindre contribution future des aides publiques ? - Non garantie de compatibilité entre performances techniques élevées et forte productivité du travail - Poursuite possible de la baisse des effectifs compte tenu de la structure actuelle de l'élevage (troupeaux mixtes) dans un contexte de spécialisation des exploitations - Production requérant une forte technicité, peut-être non accessible à la majorité des producteurs - Faible densité des exploitations sur le territoire ; coût de collecte des agneaux élevé ; masse critique faible pour émulation et appui technique - Forte diminution de l'engraissement des agneaux à l'herbe ; perte de compétence et de compétitivité - Emissions de GES élevées (idem bovins allaitants ; animaux ruminants) alors que les autres impacts environnementaux (production d'aménités) sont difficilement chiffrables. - Fort développement de résistances des parasites aux principales molécules anthelminthiques

CHAPITRE 7
FILIÈRES LAITIÈRES BOVINE, CAPRINE ET OVINE

CHAPITRE 7A Filières laitières bovine, caprine et ovine 362
A - Eléments de contexte 363
B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur 388
C - Comment favoriser les évolutions jugées souhaitables ? 410
D - Conclusions 417
E - Références bibliographiques 418

CHAPITRE 7B Synthèse 427
A - Eléments de contexte 427
B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur 429
C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 432
D - En guise de conclusion 433

CHAPITRE 7A
Filières laitières bovine, caprine et ovine

***Auteur** : Jean-Louis Peyraud (Inra), avec la participation de Koenraad Duhem (Institut de l'Elevage) et d'Emmanuel Morin (Institut de l'Elevage)* [137]

Malgré l'existence de très nombreux facteurs susceptibles d'impacter l'évolution des filières laitières, qu'ils soient liés aux règles de l'économie de marché, aux stratégies des entreprises et distributeurs, aux politiques économiques, agricoles, environnementales, territoriales et sociales, aux échelles mondiales, européenne, nationales et régionales, ou encore à l'évolution des contextes socio-économiques, culturels et techniques, il parait important de rappeler quelques fondamentaux et opportunités. Le lait est un aliment de référence, équilibré par nature et le ruminant est un animal transformant des fourrages inutilisables par l'homme en une source de nutriments à haute valeur nutritionnelle, technologique et sensorielle. A l'échelle mondiale, la demande de lait et de produits laitiers va continuer à progresser et la première fonction de l'élevage reste de nourrir la population avec des produits répondant aux besoins des consommateurs en termes de qualité nutritionnelle, sanitaire et gustative. Les conditions pédoclimatiques sont compatibles avec une production laitière durable, y compris en termes de compétitivité, dans une grande majorité des régions françaises et la variabilité actuelle de compétitivité entre exploitations est garante de marges de progrès. Les terres d'élevage, tout particulièrement les prairies permanentes ou temporaires, préservent ou améliorent les sols, filtrent l'eau, préservent la biodiversité et stockent du carbone.

Ce rappel des fondamentaux et des opportunités de la production laitière ne doit cependant pas occulter un certain nombre de menaces qui peuvent obérer son développement. Au premier rang de ces menaces, la remise en cause des productions animales en raison de leur faible efficacité en matière de conversion de l'énergie et des intrants, de leurs émissions et rejets élevés (et encore mal maîtrisés) ainsi que des conditions de vie des animaux. La production laitière n'échappe pas à cette catégorisation. Le corollaire de cette faible efficacité est un coût de revient intrinsèque relativement élevé, et un prix au consommateur supérieur à celui des produits végétaux. La pertinence nutritionnelle du lait et des produits laitiers ainsi que leurs impacts sur la santé, sont régulièrement remis en cause, et donnent lieu à un discours médical parfois négatif et en tout cas très contradictoire. Les problèmes de sécurité sanitaire quoique bien maîtrisés par la filière laitière, s'accompagnent encore de crises qui contribuent à entacher l'image du lait et des produits laitiers. L'ensemble de ces facteurs finit par peser sur le comportement et les décisions d'achat du consommateur ; c'est le cas sur les marchés européens, mais cela pourrait aussi à terme affecter les marchés à l'export. Au niveau des systèmes de production, l'accroissement sans doute durable du prix des intrants, notamment des aliments concentrés, la plus forte volatilité du prix du lait, ainsi que le différentiel de revenu qui se creuse entre l'élevage laitier et les grandes cultures interroge sur l'avenir de la production laitière dans certains territoires, notamment ceux de polyculture élevage à faible densité laitière, et sur les systèmes de production qui seront les plus robustes et qui permettront d'accroître la rentabilité du capital et du travail.

Même si le secteur laitier français est riche de sa diversité productive et territoriale et que son avenir s'inscrit dans un contexte caractérisé par une croissance soutenue de la demande mondiale de produits

[137] *Remerciements : Gilles Lagriffoul (Institut de l'Elevage), Philippe Guillouet (Inra), Emmanuelle Caramelle-Holtz (Institut de l'Elevage), Jean Legarto (Institut de l'Elevage), Etienne Zundel (Inra)*

laitiers, de nombreuses questions se posent du fait de la concurrence de plusieurs pays européens, de la décroissance du nombre d'exploitations, de l'augmentation des coûts de production, des contraintes environnementales qui peuvent peser sur le développement de l'offre dans certains territoires, de la sortie des quotas qui est une évolution majeure, et des enjeux de santé. Malgré les marchés de niche qui peuvent encore progresser, tels que les fromages sous appellation d'origine, il faudra continuer à chercher la croissance à l'international, avec une stratégie de filière encore plus dynamique sur l'exportation. La France présente certes un solde commercial positif pour les produits laitiers, mais peut mieux faire au regard de ses atout et de la demande mondiale soutenue. Dans ce contexte, il importe que l'effort de recherche et développement se poursuive, tout particulièrement dans le domaine de l'efficacité environnementale et économique de l'ensemble de la filière et dans le domaine de l'impact des produits laitiers sur la santé humaine. La production de données et de référentiels objectifs peut concourir à éviter les phénomènes de stigmatisation et de dogmatisation des discours à l'encontre des productions animales et aider à la mise en place de systèmes plus durables.

Après avoir rappelé les éléments de contexte de la filière laitière, le texte présentera les voies de progrès pour améliorer la compétitivité et les performances environnementales et sociales des systèmes d'élevage ainsi que la compétitivité du secteur de la transformation. Il abordera dans une dernière partie des leviers que les pouvoirs publics et les acteurs de la filière eux-mêmes pourraient mettre en œuvre pour stimuler le progrès.

A - Eléments de contexte

A1 - L'importance économique des filières laitières

A1.1 - Un rôle majeur de la filière laitière dans l'économie nationale et la gestion des territoires

Les filières laitières (bovine, caprine et ovine) constituent une activité économique de premier plan avec plus de 90 000 exploitations (76000 en bovins lait, 7600[138] en caprins et 5000[139] en ovin lait ; Recensement Agricole, 2010), des emplois induits nombreux dans les secteurs amont et aval (55 000 emplois dans le secteur de la collecte et de la première transformation) (CNIEL, 2013), soit environ 200 000 emplois entre les secteurs de la production et de la transformation (sans compter les emplois induits en amont et en aval de la filière). On compte aujourd'hui en France 3,6 millions de vaches laitières, un peu moins de 1,4 millions de brebis et 980 000 chèvres laitières. Le nombre de femelles du troupeau laitier est aujourd'hui moins important que le nombre de femelles du troupeau allaitant (4,1 millions de vaches, Institut de l'élevage, 2011a). Pour leur part les brebis laitières représentent 25 % du cheptel ovin français. La production totale est de 23,9 ; 0,65 et 0,27 millions de tonnes pour le lait de vaches, de chèvres et de brebis, respectivement.

La filière laitière exerce un rôle majeur dans l'occupation du territoire. L'élevage laitier concerne 8,2 millions d'hectares soit 30 % de la SAU nationale et est présent dans plus de 90 % des petites régions agricoles et tous les départements ont une activité laitière. Cette filière réalise un chiffre d'affaire de 15,5 milliards d'euros, soit 24 % de la production agricole nationale (hors subventions) et une contribution positive au solde de la balance commerciale française avec un excédent de plus de 3,4 milliards d'euros en 2011 soit 30 % de la balance commerciale agroalimentaire française. Ce solde est essentiellement lié

[138] Nombre d'exploitations détenant au moins 10 chèvres laitières
[139] Nombre d'exploitations détenant au moins 25 brebis laitières

aux exportations de fromages (solde de 1,7 milliard) alors que l'on reste importateur de beurre (solde de - 0,27 milliards d'euros) (Chatellier et *al.*, 2013). La France assure 3,4 % de la production laitière mondiale et 16 % de la production européenne. Elle est le second pays producteur de lait en Europe et le second exportateur, l'Allemagne occupant la première position. Certains bassins laitiers français sont néanmoins de taille européenne. Ainsi le Grand Ouest qui produit la moitié de la collecte nationale de lait de vache, représente l'équivalent de la production des Pays-Bas ou de l'Italie, ou encore la moitié de celle de l'Océanie (Australie et Nouvelle-Zélande). La Bretagne produit à elle seule le même volume de lait que l'Irlande (5 millions de tonnes).

A1.2 - Utilisation de la collecte laitière

Les données statistiques du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL, 2012) rendent compte du poids de chaque type de produits laitiers dans l'utilisation du lait en France et pour les différentes filières. La collecte de lait de vache a lieu toute l'année, avec des variations de volumes collectés d'un mois à l'autre que la filière cherche à limiter alors que la collecte reste très saisonnée dans le cas des caprins et encore plus chez les ovins, ces filières cherchant d'ailleurs à adapter la période de collecte du lait pour répondre à des besoins de diversification.

Le lait de vache collecté est utilisé pour fabriquer une palette de produits laitiers qui s'est profondément élargie et les efforts d'innovation déployés dans ce secteur ont permis de séduire et de fidéliser de très nombreux consommateurs. A l'inverse du lait de vache, les laits de chèvre et de brebis sont quasi exclusivement valorisés sous forme de fromages, avec une proportion importante sous signe de qualité et/ou valorisée en circuit court. Les fromages de vache représentent 85 % des tonnages de fromages AOC, les fromages de brebis 12 % et les fromages de chèvre ne représentent que 3 %. Notons qu'après plusieurs années de progression, le volume des AOC est à la baisse (1 %/an) et cette baisse est plus marquée pour les fromages de chèvre ce qui est lié aux difficultés générales du marché des fromages de chèvre. Le coproduit viande est une source de revenu non négligeable en filière bovine où les vaches de réforme et les veaux représentent en moyenne 12 % du produit. Il l'est aussi, et même plus, en élevage ovin où le coproduit viande lié à la production des agneaux représente en moyenne 20 % du produit ovin hors aides (Réseaux d'élevage, campagne 2010). En revanche le coproduit viande est beaucoup plus faible en filière caprine.

Lait de vache. Avec une production de 1,8 million de tonnes en 2011, le secteur des fromages valorise plus du tiers de la matière sèche utile du lait collecté. Ce volume regroupe les fromages frais (667 000 tonnes), les fromages à pâte molle (433 800 tonnes), les fromages à pâte pressée cuite (359 800 tonnes), les fromages à pâte pressée non cuite (238 600 tonnes), les fromages à pâte filée (62 300 tonnes), les fromages à pâte persillée (39 700 tonnes) et les fromages fondus (26 700 tonnes). Les 29 fromages français au lait de vache bénéficiant d'une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) représentent 13 % des fromages (hors fromages frais) en volume et un peu moins de 25 % en valeur (CNIEL, 2012), soit un tonnage global de 158 400 tonnes en 2010 (dont 47 600 tonnes de Comté, 15 100 tonnes de reblochon, 14 100 tonnes de Cantal et 13 100 tonnes de Saint Nectaire). Les volumes résiduels de la collecte sont utilisés pour produire du beurre (410 000 tonnes), du lait en poudre (476 000 tonnes), des laits conditionnés (3,5 milliards de litres), des yaourts et desserts (2,3 millions de tonnes), des crèmes conditionnées (415 000 tonnes), de la poudre de lactosérum (617 900 tonnes) et des caséines (28 200 tonnes).

Lait de chèvre. La filière caprine se caractérise par une transformation fermière importante. Sur une production totale de 650 millions de litres, 521 millions ont été collectés et 130 millions ont été transformés à la ferme en 2011 (Institut de l'élevage, 2012a). La France produit maintenant environ 110 000 tonnes de fromage de chèvre dont 16 % en production fermière. Les fabrications industrielles de fromage de chèvre ont connu un accroissement rapide des volumes entre 1995 et 2007 (6 %/an) en passant de 41 000 à 93 000 tonnes mais cette dynamique est rompue et la production stagne depuis 2007. Parmi les productions industrielles, les bûchettes représentent 48 % des tonnages, les fromages

frais 21 %, les grosses buches à découper (plus de 1 kg) 15 %, les crottins, les boites et les fromages mi chèvre 6 % chacun en moyenne sur 2011 et 2012. Les 14 fromages disposant d'une appellation AOC représentent 6300 tonnes selon l'INAO et parmi ces AOC, le Sainte Maure de Touraine représente 21 % des volumes, le Rocamadour 16 %, le Selle sur Cher 15%, le crottin de Chavignol 14 %, les Cabécou, Picodon et Valençay représentent 4 à 7 % chacun, et les autres fromages sont à moins de 3 % chacun (Pelardon…). Ces AOC caprines se distinguent par l'importance de la production fermière qui représente 30 % des tonnages contre 8 % en lait de vache et 1 % en brebis.

Lait de brebis. La production est valorisée pour l'essentiel sous forme de fromages à pâtes persillées, pressées, molles, fraîches et fromages de lactosérum, pour un total de 55.000 tonnes (enquête mensuelle laitière FranceAgriMer/SSP, campagne 2010). Globalement, 42 % des volumes de lait produits sont utilisés pour la fabrication de fromages AOP: le Roquefort qui avec 17.482 tonnes est la deuxième AOP fromagère française, après le Comté, l'Ossau-Iraty produit dans les Pyrénées-Atlantiques (3.478 tonnes) et le Brocciu, fromage de lactosérum produit en Corse (347 tonnes). Alors que la production de lait de brebis représente 1 % seulement de la production totale de lait produit en France (vaches, chèvre et brebis), les AOP au lait de brebis représentent 12 % de l'ensemble des AOP fromagères françaises. Au niveau national, 5 % de la production de lait de brebis est valorisée en transformation fromagère fermière ; cette proportion est de 15 % dans les Pyrénées-Atlantiques et 30 % en Corse.

A1.3 - Une consommation intérieure qui stagne mais une demande mondiale orientée à la hausse

Les Français sont de grands consommateurs de produits laitiers, avec un équivalent d'environ 400 kg par habitant et par an (CNIEL, 2012). On consomme relativement peu de lait liquide (66 kg/an) comparativement aux Irlandais (135 kg) ou aux Finlandais (127 kg) et Anglais (107 kg) mais la consommation de fromage est de 25 kg/an ce qui correspond à la seconde place derrière la Grèce (31 kg), la consommation importante de produits ultra frais est également très importante (38 kg/an dont 21 kg de yaourts) et la consommation de beurre est de 7,9 kg/ an ce qui est la plus élevée au monde. Il faut aussi comptabiliser la consommation indirecte par les industries agroalimentaires (FranceAgriMer, 2012).

La consommation individuelle de produits laitiers reste stable sur le marché intérieur. Elle tend en fait à légèrement diminuer par habitant (de l'ordre de 7 % entre 1995 et 2012) mais l'évolution démographique contribue à maintenir le niveau global de la demande (France Agri Mer 2012). En particulier le marché des Produits laitiers dits « de Grande Consommation » (les PGC représentent aujourd'hui 71 % du lait collecté) a été bénéfique pour de nombreux opérateurs, le marché français est aujourd'hui mâture et les volumes commercialisés ne progressent plus, ce qui tend à exacerber les jeux concurrentiels entre marques et s'accompagne souvent d'une perte de création de valeur pour les acteurs de la filière.

La consommation européenne globale devrait, quant à elle, progresser modestement (Commission Européenne, 2012) : + 4 % pour les fromages entre 2012 et 2022 ; + 4 % pour le beurre ; + 3 % pour la poudre de lait entier ; + 1 % pour la poudre de lait écrémé. Par contre, la consommation mondiale de produits laitiers devrait progresser de 22 % entre 2010 et 2021 (OCDE-FAO 2012), les pays en développement, notamment ceux de l'Asie (Inde et Chine) qui représentent une part déjà élevée de la consommation totale, vont être les principaux moteurs de cette croissance. Cet accroissement de la demande peut être une opportunité mais la concurrence entre les pays européens pour capter une partie de ces volumes supplémentaires sera vive dans un contexte de suppression des quotas laitiers. Pour bénéficier de ces nouveaux marchés, les industriels français devront renforcer leurs stratégies de positionnement sur les marchés tiers où ils sont, pour le moment encore, moins présents que leurs concurrents allemands ou néerlandais. La compétition sur les marchés pour des produits basiques (poudres de lait, mozzarella…) risque de tirer vers le bas le prix du lait payé au producteur si la capacité exportatrice de poudre de la Nouvelle Zélande, voire de l'Irlande se développe. Il y a intérêt à rechercher à exporter des produits à forte valeur ajoutée (ingrédients, produits déshydratés avec des fonctionnalités spécifiques, fromages…). Au niveau intra-communautaire, les pays du sud de l'Europe ayant des

conditions climatiques de production plus difficiles que les pays du nord et des coûts de production plus élevés sont dans une situation déficitaire en lait et les producteurs français pourraient bénéficier demain de nouvelles opportunités de développement mais l'intensité de ce mouvement dépendra des stratégies d'investissement déployées par les industriels (Chatelier et *al.*, 2013).

A1.4 - Une industrie de la transformation hétérogène et montrant quelques fragilités

La transformation française est caractérisée par une très grande hétérogénéité d'acteurs. La France dispose de leaders mondiaux, quatre entreprises (Lactalis, Danone, Sodiaal, Bongrain) font partie des vingt leaders mondiaux du secteur (Rouault 2010). Ces quatre groupes représentent un peu plus de la moitié du lait collecté, les 2 plus gros collecteurs étant Lactalis (5 millions de tonnes soit 22 % du total) et Sodiaal qui est un groupe coopératif (4,1 millions de tonnes auprès de 12 500 producteurs sur 66 départements). Le dynamisme de la filière laitière hexagonale tient aussi à la présence de nombreuses autres entreprises dont le groupe Bel, le groupe Laita (1,3 Million de tonnes), la fusion de Agrial et Eurial qui sera le second groupe coopératif (2 millions de tonnes de lait, et 5200 adhérants), le groupe 3A (1,43 millions de tonnes sur 23 départements du Sud-Ouest) qui va se rapprocher de Sodiaal, le groupement coopératif GLAC (Charente Poitou), le groupe Ermitage, la Prospérité fermière, Coralis, les Maîtres laitiers du Cotentin, etc. A côté de ces entreprises laitières bien connues, la France compte aussi de nombreuses structures de très petite taille. Ces unités, souvent orientées vers la production fromagère sous signe de qualité (Dervillé 2012), contribuent à la création d'emplois dans des zones rurales défavorisées et permettent aux producteurs de bénéficier d'une meilleure valorisation de leur lait, surtout en Franche-Comté et dans les Alpes (c'est beaucoup moins vrai dans le Massif Central). Plus globalement, les micro-entreprises laitières françaises (932 entités de moins de 20 salariés et moins de 5 millions d'euros de chiffre d'affaires) regroupent 4 300 emplois pour 1,2 milliard d'euros de chiffre d'affaires.

L'hétérogénéité des acteurs de la transformation laitière se manifeste aussi au niveau de leur ancrage territorial, de leur spécialisation « produit », de leur positionnement éventuel sur les marchés internationaux, de leurs stratégies d'investissements (innovation) et de leur forme juridique (privées *vs.* coopératives). Avec 54 % de la collecte laitière nationale, le secteur coopératif joue un rôle important. Du fait de contraintes historiques et des choix stratégiques opérés, les coopératives réalisent une part plus importante de la production nationale de lait de consommation (66 %), de poudres (53 %) et de beurre (51 %) que de fromages (44 %). De même, par rapport aux entreprises privées, elles exportent moins de produits à moindre valeur ajoutée sur les marchés internationaux, proportionnellement aux volumes collectés. Cette grande hétérogénéité complique évidemment les discussions sur l'organisation de la filière à la sortie des quotas, les acteurs n'ayant pas la même stratégie en fonction de leur statut (privé ou coop), de leur taille, de leur bassin de collecte et de leur positionnement sur les marchés.

L'étude de Mc Kinsey (2010) a mis en évidence que si la filière de transformation française bénéficie d'une valorisation avantageuse de ses produits de consommation, la marge moyenne des transformateurs étant d'environ 25 €/1000 L, elle souffre d'un déficit de compétitivité industrielle, notamment due à un retard dans la restructuration et dans la modernisation de la filière. L'étude chiffre ainsi que le coût de revient d'un même produit est environ 10 % plus élevé en France qu'en Allemagne en lien avec la taille et le taux d'utilisation des sites industriels, un cout de marketing et de R&D pour soutenir les marques nationales et des coûts de commercialisation plus élevés en France. Le secteur reste encore très éclaté comparativement à celui des grands pays exportateurs où « Friesland-Campina » (Pays-Bas), « Arla Foods » (Danemark) et « Fonterra » (Nouvelle Zélande) sont en situation de quasi-monopole. Il existe de grands écarts de performances, selon la capacité des acteurs à valoriser leur produits ainsi qu'à optimiser la performance de leurs outils industriels. Ces dernières années, on a assisté d'ailleurs a une concentration géographique des activités et à l'augmentation de la taille des sites industriels afin d'optimiser les coûts de production, moderniser les outils et atteindre une taille critique pour développer les exportations et renforcer les compétences en termes de technologie, d'innovation, de marketing et de commerce.

Un certain nombre d'opérateurs disposent d'une grande diversité de l'offre et le développement de marques amène à des marges plus élevées que les produits de masse. La filière de transformation laitière française bénéficie donc d'un « mix produit » favorable, mais il convient de pondérer cet atout par (i) une certaine surabondance structurelle de produits industriels, même si ceux-ci s'écoulent actuellement bien sur le marché mondial en forte demande, (ii) par le fait que le marché intérieur des Produits de Grande Consommation et des produits frais est mature et (iii) par une saisonnalité de la production laitière qui reste marquée (elle est moins forte en Bretagne que dans d'autres régions), ce qui conduit à une perte de valorisation de la production française. Cette diversité de produits est écoulée principalement sur le marché intérieur, 35 % de la production nationale de lait étant exportée ce qui est beaucoup moins que pour certains bassins comme les Pays-Bas ou l'Irlande mais comparable à l'Allemagne. Néanmoins, ces pays concurrents exportent souvent avec des marges inférieures par rapport à la France. Tout se passe comme si la logique de différenciation produit n'était pas poussée jusqu'au bout en France, mais que lorsqu'elle est faite, elle conduit à de bonnes marges.

A2 - Les particularités de la filière bovine

A2.1 - Evolution du secteur laitier depuis l'application des quotas laitiers

Le secteur a bénéficié d'un cadre économique et politique relativement stable depuis plus de 30 ans avec la gestion de la production par les quotas, la politique française cherchant à maintenir le lait dans les différents territoires et favoriser le développement d'exploitations de taille moyenne en privilégiant l'installation des jeunes agriculteurs. La politique menée a permis de maintenir la production dans les principales zones laitières françaises, à l'exception de quelques ajustements au niveau d'une région ou en faveur de la montagne. Cette politique explique que la production de lait bovine soit encore présente dans 92 % des petites régions agricoles et dans tous les départements, même si c'est parfois marginal. Seuls deux départements (Var et Corse) n'ont plus de collecte de lait. Le secteur se caractérise donc toujours par une grande diversité (Pflimlin et *al.*, 2009), ce qui se retrouve au niveau des conditions de production, des systèmes productifs plus ou moins intensifs et plus ou moins herbagers, des formes d'organisation du travail (individuel ou sociétaire) et des technologies utilisées (robotisation).

La restructuration du secteur de la production a été importante (cf. Tableau 1). Le nombre d'exploitations a diminué de l'ordre de 5 % par an depuis l'apparition des quotas en 1984, passant de 384 900 exploitations en 1983 à 76 000 en 2010 (Recensement Agricole, 2010). La restructuration a eu lieu à un rythme plus rapide dans les régions de polyculture-élevage (-9 % par an en Poitou-Charentes et dans le Sud-Ouest) que dans les régions spécialisées de montagne où les potentielles substitutions agricoles sont plus limitées et du fait de la réussite des filières fromagères. Ce rythme de restructuration, bien que soutenu, en moyenne reste parmi les plus faibles des états membres de l'UE. Ainsi les rythmes de diminution annuelle du nombre d'exploitations ont été de 8 % au Danemark, 7 % en Italie, 7 % au Royaume Uni et 6 % au Pays-Bas (Institut de l'Elevage, 2007) et au Royaume-Uni et même de 13 % en Espagne sur la même période (Institut de l'Elevage 2013). Dans le même temps, le volume produit par exploitation s'est fortement accru, passant de 65 800 litres en 1983 à 330 600 L en 2011 avec une accélération très nette au cours des cinq dernières années, surtout en zone de plaine (jusqu'à +47 % par point de collecte en Basse Normandie et +49 % en Haute Normandie entre 2006 et 2011). L'écart entre les dimensions moyennes des exploitations de plaine et montagne s'accroit donc considérablement et ce phénomène va sans doute se poursuivre. Du fait de l'amélioration de la productivité des animaux, le cheptel de vaches a pratiquement été divisé par deux depuis l'instauration des quotas laitiers avec plus de 7 millions de vaches laitières en 1984, 5,3 millions en 1990 et seulement 3,6 millions aujourd'hui. La France détient néanmoins le troupeau bovin le plus important d'Europe avec 19,2 millions de bovins (22 % du cheptel européen) et se caractérise par la présence d'un troupeau allaitant uniquement dédié à

la production de viande. Ce troupeau est même plus important en nombre de femelles que le troupeau laitier (4,1 *vs* 3,6 millions ; Institut de l'Elevage, 2011).

Avec la suppression du régime des quotas et le désengagement des pouvoirs publics dans la régulation du marché des produits laitiers, la question de la compétitivité relative des exploitations et des bassins de production entre eux va devenir plus cruciale. Les caractéristiques naturelles, organisationnelles et socio-économiques des différents territoires sont de plus en plus discutées en termes d'atouts concurrentiels ou de contraintes. Les quotas avaient bloqué la dynamique du secteur dans certains bassins de production, notamment dans le Grand-Ouest, qui ont stoppé le mouvement opéré entre 1970 et 1984 de croissance de leur poids relatif grâce à l'existence de certains avantages comparatifs (climat, densité laitière, coûts de collecte...). La production de lait y a même baissé d'environ 15 % depuis l'application des quotas laitiers alors que la production mondiale de lait augmente au rythme de 1,5 % par an. Demain, il est probable que la localisation géographique de la production évoluera avec une concentration plus forte vers l'ouest. La réorganisation des groupes laitiers vers l'ouest est d'ailleurs un signe annonciateur de ce scénario. Inversement, les réflexions actuelles de la Commission européenne en faveur de la montagne devraient conforter aussi la production laitière dans les régions de montagne où le lait, combiné au tourisme, structure la vie rurale. En revanche, la production laitière va diminuer (le mouvement est déjà enclenché) dans certains territoires intermédiaires bordant les régions céréalières. Certaines exploitations laitières, notamment lorsqu'elles disposent d'une surface suffisante, sont en effet tentées de se reconvertir vers la production de céréales pour des raisons de réduction du temps de travail et de revenu annuel supérieur.

***Tableau 1** : L'évolution du secteur laitier dans les régions françaises (1983 / 2010). Classement des régions par ordre décroissant des livraisons de lait ; Source : Chatellier et al., 2013 (données : FranceAgriMer – SSP)*

	Livraison de lait (%)	Producteurs de lait (effectifs)			Livraison de lait par producteur (kg de lait par an)			Effectif de vaches laitières (milliers de têtes)		
	2010	**1983**	**2010**	**Var.**	**1983**	**2010**	**Var.**	**1983**	**2010**	**Var.**
Bretagne	21,5	66 129	14 182	-79 %	84 200	346 100	*4,1	1 342	731	-46 %
Pays de la Loire	14,9 %	49 843	10 032	-80 %	74 500	340 700	*4,6	932	510	-45 %
Basse-Normandie	11,5	39 760	7 992	-80 %	70 500	329 700	*4,7	820	449	-45 %
Rhône-Alpes	6,1	36 239	6 601	-82 %	39 400	211 700	*5,4	482	275	-43 %
Nord-P-De-Calais	5,5	13 851	4 239	-69 %	88 500	297 100	*3,4	371	181	-51 %
Lorraine	5,3	14 433	3 574	-75 %	91 000	340 900	*3,7	340	189	-44 %
Franche-Comté	4,9	13 130	4 377	-67 %	83 700	256 700	*3,1	297	199	-33 %
Auvergne	4,7	25 207	5 939	-76 %	40 900	181 300	*4,4	414	232	-44 %
Picardie	3,9	10 506	2 471	-76 %	99 800	359 000	*3,6	261	128	-51 %
Midi-Pyrénées	3,6	17 879	3 339	-81 %	56 700	245 400	*4,3	330	154	-53 %
Haute-Normandie	3,6	11 470	2 480	-78 %	81 800	329 800	*4,0	270	134	-50 %
Poitou-Charentes	2,9	21 004	1 686	-92 %	42 700	389 600	*9,1	279	99	-65 %
Ch. Ardennes	2,8	8 633	1 938	-78 %	88 500	329 300	*3,7	201	102	-49 %
Aquitaine	2,7	19 318	2 365	-88 %	41 700	260 000	*6,2	267	110	-59 %
Centre	1,9	10 875	1 146	-89 %	51 100	384 000	*7,5	167	65	-61 %
Bourgogne	1,6	9 482	1 061	-89 %	47 200	337 000	*7,1	166	61	-64 %
Alsace	1,2	7 303	816	-89 %	42 300	343 900	*8,1	91	45	-51 %
Limousin	0,7	5 423	661	-88 %	36 300	256 900	*7,1	59	32	-46 %
L. Roussillon	0,4	2 510	573	-77 %	31 300	145 800	*4,7	43	21	-53 %
Ile de France	0,2	673	102	-85 %	69 400	410 100	*5,9	13	7	-48 %
PACA	0,1	1 277	192	-85 %	30 400	134 400	*4,4	21	7	-66 %
France	100,0	384 945	75 766	-80 %	65 800	301 900	*4,6	7 166	3 729	-48 %

A2.2 - Les grandes régions laitières françaises

On peut considérer que la localisation de la production laitière est historiquement conditionnée par cinq forces majeures : la proximité des centres urbains, une situation pédoclimatique favorable à la production fourragère et à la croissance de l'herbe, des sols moins faciles à travailler que dans les plaines céréalières, voire impossibles à cultiver du fait du relief, une population agricole dense et des filières de transformation dynamiques. Dans ce contexte, les exploitations laitières françaises sont majoritairement localisées dans les zones de cultures fourragères de l'Ouest et les zones herbagères du quart Nord-Ouest, dans l'Est et le Massif central avec quelques ramifications dans le Sud-Ouest (Figure 1). Compte tenu de la diversité pédoclimatique du pays, on peut retenir quatre grandes régions de production laitière que l'on peut associer à des zones laitières européennes plus larges (Pflimlin, 2008) et les zones non laitières (ou plus marginales).

A2.2.a - Les zones de cultures fourragères de plaine

Près de 45 % de la production laitière nationale est réalisée dans ces régions qui associent plaines et reliefs peu marqués : zones d'élevage des régions Bretagne et Pays de la Loire et du département des Deux-Sèvres, Basse-Normandie et zones mixtes herbe-maïs). Les conditions pédoclimatiques, avec notamment une influence océanique marquée pour les régions littorales, sont globalement favorables à la production laitière et expliquent son développement au cours des 40 dernières années. Les sols sur schiste ou granit permettent de cultiver à la fois des prairies temporaires et du maïs, et les sols plus lourds de valoriser les prairies permanentes. Les fermes laitières sont de taille relativement moyenne, ce qui a conduit à la spécialisation laitière, à l'intensification des systèmes laitiers et parfois à l'association avec du porc ou des volailles (25 % des exploitations laitières en Bretagne), notamment après l'apparition des quotas qui bloquait la dynamique laitière. Les systèmes laitiers sont plutôt intensifs (1,4 à 1,7 UGB/hectare de SFP), sans toutefois atteindre les niveaux de chargement observés aux Pays-Bas et au Danemark. Ils comportent une part de maïs fourrage comprise entre 20 et 50 % de la surface fourragère. Cette part de maïs est globalement stable depuis le début des années 1990 et a été consolidée par l'obtention de bons rendements, à l'exception des régions plus sèchantes, par l'ensemble des atouts liés à cette culture (bonne valeur énergétique, rationnement simple et facile à maîtriser) et l'octroi de la prime au maïs ensilage.

Les prairies temporaires sont incluses dans des rotations avec le maïs et les céréales (dont la paille permet d'obtenir du fumier). Elles ont une durée de vie de 3-4 à 6-8 ans, dépendante de la part de maïs fourrage dans le système fourrager. Ces prairies sont à base de graminées pérennes, majoritairement du ray-grass anglais, qui se situe dans son territoire de prédilection. Néanmoins, environ la moitié de ces prairies sont des associations graminées - trèfle blanc, dont le développement a été permis par les travaux de recherche réalisés au cours des trente dernières années. Le maïs fourrage constitue l'essentiel des stocks fourragers alors que la prairie est essentiellement pâturée. Dans ces conditions, la production laitière est comprise entre 6 500 et 8 000 l/vache et varie de 5 000 à 9 500 l/ha Surface Fourragère Principale (SFP). En Bretagne, le niveau d'intensification du cheptel laitier et l'existence d'atelier hors-sol a des conséquences sur les charges organiques calculées par hectare. Une part importante de la Bretagne, de l'Ouest de la Mayenne et du sud de la Manche ont une quantité d'azote organique voisine, voire supérieure au seuil des 170 kg par hectare de surface d'épandage (Peyraud *et al.,* 2012). La densité laitière est très élevée dans les territoires de l'Ouest français (150 à 180 000 litres/km²). La quantité de lait produite dans ces cantons est importante et beaucoup d'entre eux sont classés en zones d'excédents structurels ou en bassins de contentieux par rapport à la réglementation. Ces régions sont très proches des zones de cultures fourragères bordant l'Atlantique et la mer du Nord, c'est à dire allant du nord du Portugal au Jutland.

A2.2.b - Les zones mixtes de cultures et élevages

Ce sont des régions de transition entre les principales régions d'élevage et celles de grandes cultures. Elles représentent plus de 20 % de la production nationale. Les exploitations concernées, situées sur des terres à bon potentiel, combinent production laitière et production céréalière. Le plus souvent, les cultures sont dominantes et représentent entre 50 et 65 % de la SAU. Les systèmes fourragers sont donc souvent basés sur la prairie cultivée, à moins que l'élevage ne valorise les prairies permanentes, non labourables. Les prairies semées sont à base de ray-grass d'Italie ou de graminées pérennes. Compte tenu du niveau de

mécanisation mis en œuvre et de la nécessité de simplifier l'alimentation, la part de maïs ensilage est importante, entre 30 et 50 % de la SFP, et représente la majeure partie de l'alimentation des vaches laitières. Dans certains contextes, les exploitations laitières peuvent bénéficier de coproduits tels que les pulpes de betteraves surpressées ou les drêches de brasserie, qui permettent d'intensifier la production laitière. Dans ces conditions, la production laitière est proche de 8 000 l/vache et varie de 6 à 10 000 L de lait/ha SFP, selon le niveau de chargement. La densité laitière est faible (35 000 litres/km² en moyenne). Ces zones sont très proches de toutes les régions intermédiaires d'Angleterre, d'Allemagne et d'Italie du Nord (rive nord du Pô), où la production laitière est en compétition directe avec les cultures.

Les **zones de polyculture-élevage intensive** correspondent aux bordures nord et ouest du Bassin parisien, à la plaine d'Alsace et au Sud Aquitain les exploitations laitières y sont plus intensives qu'ailleurs (1,90 UGB/ha, 7 100 litres de lait par vache) et utilisent largement le maïs ensilage. La dynamique laitière est plus problématique dans les zones sèches du Sud-Ouest et dans les zones de **polyculture-élevage à faible densité laitière** (Bourgogne, Centre, Poitou-Charentes, Sud-Ouest) où l'avenir du lait sera influencé par l'évolution des rapports de prix entre les productions animales et végétales, les choix d'investissement des industriels de la transformation et le maintien ou non d'un encadrement technique performant (vétérinaires, fournisseurs, conseils…).

A2.2.c - Les zones herbagères du Nord-Ouest et de l'Est

Ces régions représentent près de 20 % de la collecte laitière nationale. Les fermes laitières y sont relativement grandes (de l'ordre de 150 ha de SAU) avec une part importante de prairies permanentes, plus ou moins bien valorisées. La part de maïs fourrage représente de 0 à 20 % de la surface fourragère, selon la part de surfaces cultivables. Les systèmes fourragers de ces régions fonctionnent à "double vitesse". Les vaches laitières reçoivent l'ensilage de maïs, complété si besoin par l'ensilage d'herbe. Inversement, les génisses de renouvellement et les bovins viande valorisent les abondantes surfaces herbagères, conduites de façon extensive. Dans les **zones de polyculture-élevage à contrainte herbagère** du quart nord-est de la France elles correspondent à des terres agricoles pour partie labourables (vallées argileuses et terrains accidentés). Dans ces conditions, le chargement est modéré et compris entre 1,1 et 1,4 UGB/ha SFP. La production laitière individuelle est comprise entre 6 500 et 8 000 l/vache soit entre 3 000 et 4 000 l/ha SFP. Ces zones peuvent être associées aux îles britanniques et aux anciens polders des Pays-Bas mais l'intensification laitière à l'hectare y est nettement supérieure, permise par un recours nettement plus important à l'azote minéral.

A2.2.d - Les zones de montagne humides et de piémonts

Cette zone recouvre toutes les zones de relief du pays. Elle représente près de 15 % de la collecte nationale dont une bonne partie est valorisée par des produits AOC. D'après le recensement agricole 2010, 38 % des exploitations de montagne-piémont relèvent d'une filière AOC (contre moins de 5 % en plaine). Le climat de ces régions se caractérise par des hivers froids et des étés relativement arrosés. Les systèmes fourragers sont majoritairement basés sur des prairies permanentes, dont la flore est très diversifiée. Ces prairies sont pâturées de mai à octobre et majoritairement fanées pour la constitution de stocks hivernaux, notamment lorsque l'ensilage est proscrit pour la réalisation du fromage. Les chargements sont modérés, compris entre 1 et 1,4 UGB/ha SFP. La production laitière individuelle est comprise entre 5 000 et 6 000 litres par vache, avec un apport conséquent de concentrés, bien plus important que celui observé dans les autres régions laitières. Ces zones sont très proches des régions laitières du grand Massif alpin (Suisse, Bavière, Italie, Autriche). Dans ces zones où les difficultés de circulation augmentent fortement les coûts de collecte du lait, la densité de production laitière moyenne s'élève autour de 50 000 litres/km² ce qui est deux à trois fois moins important que dans les territoires de l'Ouest.

Il demeure de forts contrastes entre massifs. Le **Massif Central** est la première zone laitière française de montagne avec 40 % du nombre d'exploitations. Les exploitations y sont beaucoup plus petites et moins modernisées que dans les autres massifs, un quart d'entre elles dispose d'un quota inférieur à 100 000 litres de lait. La valorisation du lait accuse un fort décalage par rapport aux autres zones de montagne puisque, en moyenne, le prix du lait au producteur n'est pas supérieur à celui obtenu en plaine (Bour-

Poitrinal et Tosi 2011). Dans le **Jura,** les exploitations laitières sont plus spécialisées, plus grandes (257 000 litres de quota laitier et 96 ha de SAU) et plus massivement engagées dans les filières AOC (87 % en Comté ou Mont-d'Or). Le savoir-faire des acteurs de la filière procurent une bonne valorisation du lait aux producteurs (Jeanneaux *et al.,* 2009) et les revenus sont bien plus élevés que dans le Massif Central.

Dans les **Alpes du Nord** (Savoie hors avant-pays et Isère), la dimension des exploitations laitières est peu éloignée de la moyenne des zones de montagne, la valorisation du lait y atteint, sur certains segments, un niveau encore plus élevé qu'en Franche-Comté et la recherche de valeur ajoutée est très développée (Chatellier et Delattre 2003) : 23 % des exploitations transforment le lait à la ferme (Reblochon, Tome…) ; 59 % des exploitations s'inscrivent dans une filière AOC (68 % en Savoie). Les exploitations sont aussi assez fréquemment diversifiées vers des activités para (31%) ou extra-agricoles. Dans les **Vosges**, la dimension des exploitations est légèrement plus faible (201 000 litres de quota par exploitation) que la moyenne des zones de montagne, la transformation fermière est fréquente (23 %) et les diversifications para-agricoles sont encore importantes (29 % vente directe-tourisme).

Les zones de « **piémonts** » (5 100 exploitations laitières) regroupent l'ensemble des petites régions de montagne où la culture du maïs ensilage a permis une intensification de la production (en moyenne 6 600 litres de lait par vache et 1,3 UGB par ha). Il s'agit des monts du Lyonnais, des Ségalas, de la Chataigneraie, des piémonts pyrénéen et alpin. La dimension des exploitations est également intermédiaire (255 000 litres de quota). Une exploitation sur trois a une diversification agricole (souvent en viande bovine). Les filières AOC, la transformation fermière, de même que les diversifications para ou extra-agricoles y sont peu présentes.

A2.2.e- Les zones non laitières

Ces zones regroupaient, en 2010, 2 800 exploitations laitières situées dans des zones à très faible densité : zone herbagère allaitante du Nord Massif Central, zones de montagne souvent ovines des Pyrénées centrales et orientales ou du Sud-Est du Massif Central, autres producteurs isolés en zones de plaine (périurbain). Ces situations, où la collecte du lait (et sa pérennité) ne sont pas toujours assurées, nécessitent souvent des stratégies de valorisation autonome de la production laitière. La production laitière y est certes menacée mais ce ne sont pas les zones qui affichent les taux de restructuration les plus forts sur la période récente, les producteurs désireux d'arrêter la production laitière l'ayant souvent déjà fait.

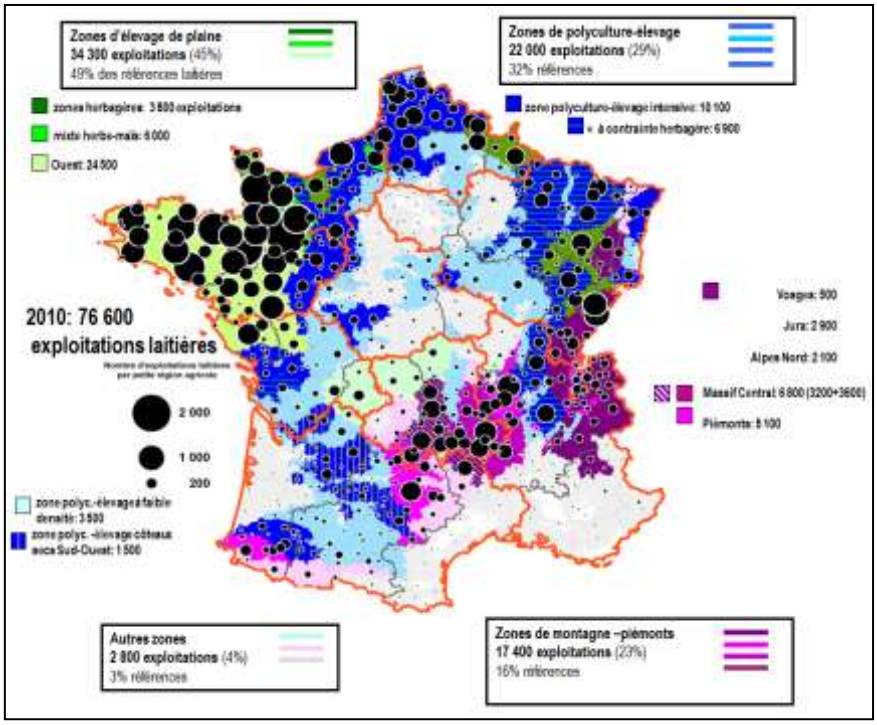


Figure 1 *: La diversité du secteur productif laitier en France (2010) ; Source : Agreste – Recensement agricole 2010 / Traitement Institut de l'Elevage*

A2.3 - Les grands types de systèmes laitiers

Les performances productives, économiques et environnementales des systèmes laitiers sont régulièrement suivies (en partenariat avec les chambres d'agriculture) et analysées par l'Institut de l'Elevage dans le cadre de ses réseaux. Les systèmes sont classés en plusieurs grandes catégories selon la zone naturelle (zone de plaine ou de montagne) éventuellement avec un découpage plus fin (Plaine Ouest ou plaine autres régions, Massif central, Alpes ; Jura, zones à forte et faible densité laitière, zones herbagères ou de polyculture), leur orientation économique via les classes OTEX, les type d'ateliers (lait spécialisé, agriculture biologique, etc.) et le poids du maïs dans la surface fourragères (seuils à 10 ou 30% de maïs dans la SFP). Le Tableau 2 donne quelques caractéristiques et performances des systèmes laits spécialisés pour l'année 2010.

Dans tous les systèmes, l'alimentation des vaches laitières et des génisses d'élevage repose essentiellement sur les fourrages, qui représentent 70 à 100 % de la ration annuelle des animaux (Devun *et al.,* 2012). Ces fourrages, produits à plus de 90 % sur la Surface Agricole Utile (SAU) des exploitations leur confèrent une forte autonomie fourragère. Pour autant la production laitière utilise beaucoup de concentré (160 à 260 g/l de lait dans les systèmes spécialisés ; cf. Tableau 2) ce qui revient à dire que 30 à plus de 50 % de la production laitière est liée au concentré dont l'essentiel (de 60 à 90 % selon les systèmes) est acheté hors de l'exploitation.

Sans chercher à commenter dans le détail les résultats, le tableau montre que globalement la production de lait par ha de SFP et la productivité du travail sont beaucoup plus élevées en plaine qu'en zone de montagne. En zone de plaine la productivité des surfaces est plus élevée pour les systèmes valorisant beaucoup de maïs que pour ceux qui valorisent plus d'herbe mais la productivité du travail est peu affectée par le système fourrager. En contrepartie, les bilans azotés aux portes de l'exploitation sont nettement plus élevés en plaine ou en zone de piémont qu'en zone de montagne et sont plus élevés pour les systèmes qui valorisent plus de maïs que pour ceux qui valorisent de l'herbe en zone de plaine. Par contre la consommation d'énergie par litre de lait tend à être plus élevée en montagne. Le RCAI (Résultat Courant Avant Impôt) varie fortement selon les systèmes sans être relié à la production de lait à l'hectare ou par vache et sans que le système fourrager ne soit déterminant sur son évolution. Le RCAI est nettement inférieur dans le Massif Central et est le plus élevé dans le Jura en zone Comté. Il est donc clair que la quantité de lait produite par hectare n'est pas un déterminant du RCAI.

***Tableau 2** : Données techniques et économiques sur les systèmes laitiers spécialisés de plaine, de piémont et de montagne (données des réseaux d'élevage correspondant à l'année 2010)*

	Plaine Grand Ouest		Plaine autres régions		Herbager de plaine toutes régions	Piémont et montagnes			
	Maïs dominant	Maïs – herbe	Maïs dominant	Maïs – herbe		Piémont Maïs – herbe	Massif Central	AOP Franche-Comté	AOP Savoie
Quotas (1000 l)	502.8	347.5	578.2	408.8	423.5	367.9	265.2	339.4	223.8
SAU (ha)	93	73	100	89	125	79	75	130	55
UMO	2.1	1.8	2.5	1.9	2.1	2.0	1.9	2.0	2.0
SFP (ha)	69	62	67	69	98	63	69	120	52
EM (% SFP)	38	19	43	20	1	24	4	0	0
UGB totales	98	94	99	99	93	84	64	103	63
Nb de VL	69	56	71	54	66	54	43	58	43
Stocks fourrage (t MS/UGB)	4.1	3.1	4.8	4.2	2.6	3.8	2.9	2.9	2.8
Concentrés (g/litre)	200	168	237	213	223	257	257	216	230
Taux de renouvellement (%)	35	35	34	33	27	31	25	35	26

Lait /ha SFP	8170	6044	9059	5916	4667	6698	4010	3274	4994
Apport d'azote (Kg/ha SAU)	117	123	111	95	85	109	72	72	72
Bilan azoté (kg/ha SAU)	78	50	107	69	40	86	40	36	22
EQF (ha SAU)	606	466	756	522	365	621	357	307	462
EQF (1000 l)	89	84	107	104	81	109	101	99	97
UMO	2.1	1.8	2.5	1.9	2.1	2.0	1.9	2.0	2.0
Lait (% PB)	64	64	63	63	60	64	59	65	71
Viande (% PB)	11	14	7	10	11	10	12	12	7
Aides (% PB)	14	16	16	17	20	21	25	20	21
Charges opérationnelles (% PB)	31	29	34	32	26	34	28	23	27
Charges de structure (% PB)	32	33	30	34	31	29	28	29	31
RCAI (€/UMO)	34,6	36,4	32,1	28,8	32,3	21,5	24,5	42,9	20,1

A2.4 - Des écarts importants de résultats économiques et de productivité du travail entre bassins laitiers

Bien que second producteur européen, la filière bovin lait française présente quelques faiblesses face à des bassins de production compétiteurs, notamment au moment de la suppression des quotas et de l'ouverture des marchés. Nos systèmes bovins lait spécialisés ont des atouts face aux systèmes danois aux coûts de production particulièrement élevés et très endettés mais sont en moyenne moins compétitifs que les élevages hollandais ou allemands du fait d'une taille plus faible des ateliers (moins d'économies d'échelle) et de charges de mécanisation et de bâtiments moins bien maîtrisées. Les coûts de production sont plus élevés en France (46€ et 65 €/1000L respectivement pour les Pays-Bas et l'Allemagne du Nord) car, à modèle similaire, le nombre de litre de lait produit par UMO est 2,5 fois plus élevé chez nos voisins ce qui favorise les effets d'échelles. La gestion opérationnelles en terme de consommation d'intrants, de mécanisation, de sous-traitance correspond à une économie de 33 et 13 €/1000L, et les investissements semblent mieux maitrisés chez nos voisins engendrant une économie de (20 €/1000L). Ainsi les charges de mécanisation représentent 120 €/t lait en France mais seulement 70 aux Pays Bas, 90 au Danemark et en Allemagne du Nord et seulement 50 au Royaume Uni. De même la sous-traitance représente 40 €/t lait en France et seulement 35 au Danemark, 23 aux Pays bas et en Allemagne et 15 au Royaume Uni (Institut de l'Elevage, 2007 ; Chatellier *et al.*, 2009). L'importance du poste investissement s'explique essentiellement par le système d'imposition français qui incite à investir davantage les bonnes années pour réduire la charge d'impôts et une mise aux normes sans doute plus avancée en France qu'en Allemagne.

Le prix du produit est plus élevé en France (53 € et 31 €/t de lait respectivement pour les Pays-Bas et l'Allemagne) principalement parce que, à modèle similaire, la France génère un coproduit viande (veaux et vaches de réforme) supérieur du fait d'un prix de vente supérieur des animaux. De plus, l'intensification animale étant moins poussée en France, il faut plus de vaches pour un même volume de lait. Comparativement aux Pays-Bas, les élevages français bénéficient d'aides moyennes plus élevées notamment en raison de DPU (Droits à Payement Unique) historiquement liés aux surfaces en maïs.

Au-delà des comparaisons entre bassins européens, il demeure de grandes différences entre les zones laitières françaises. Les coûts de production sont notablement plus élevés (de 30 à 50 %) en zone de montagne comparativement aux zones de plaine, du fait des contraintes auxquelles sont soumises ces exploitations (hivers longs, plus faible rendement des surfaces fourragères, frais de mécanisation et d'élevage plus élevés), ce qui pose la question de la compétitivité du lait de montagne, notamment celui qui n'est pas valorisé en AOP, et même pour certaines AOP (cas du Massif Central). De forts écarts demeurent aussi entre exploitations au sein d'un même type de modèle productif ce qui souligne le potentiel d'amélioration des exploitations les moins compétitives.

La productivité du travail varie aussi beaucoup entre exploitations laitières (Charrouin et *al.*, 2012). La productivité du travail dans les exploitations laitières est en moyenne élevée dans les zones de polyculture-élevage. Les exploitations y produisent plus de lait que dans les zones d'élevage de plaine (361 000 litres par an contre 351 000 litres en 2010) alors que ce n'était pas le cas en 2000 (207 000 litres contre 212 000 litres), plus de cultures de vente (58 contre 24 ha), avec un cheptel global à peine inférieur (99 UGB contre 104 UGB). Toutes les comparaisons réalisées depuis quelques années montrent les très bons résultats de ces exploitations françaises de polyculture-élevage laitier qui rivalisent avec les unités spécialisées les plus productives et les plus efficaces d'Europe du Nord. *A contrario*, les exploitations de **montagne**, pourtant plus spécialisées, font face à des handicaps naturels qui limitent fortement la productivité de la main-d'œuvre (114 000 litres par UTA contre 171 000 litres en zone de polyculture-élevage et 162 000 litres en zone de plaine).

A2.5 - Des situations d'élevage contrastées vis-à-vis des enjeux environnementaux

A2.5.a - Impacts environnementaux des systèmes laitiers entre zones de plaine et de montagne

L'ensemble des impacts environnementaux des systèmes sur l'eau, l'air et la biodiversité ont été considérés dans l'analyse de 206 exploitations laitières spécialisées de la base de données des réseaux d'élevage pour l'année 2010 (Dollé et *al.*, 2013). L'impact potentiel sur la qualité de l'eau est évalué au travers de l'indicateur potentiel d'eutrophisation. Cet indicateur d'eutrophisation, exprimé en kg éq. PO_4, incombe à l'azote lixivié et au phosphore ruisselé. L'impact de l'élevage laitier sur la qualité de l'air est apprécié au travers des émissions gazeuses azotées et carbonées qui contribuent d'une part, au phénomène de changement climatique et d'autre part, à la volatilisation de l'ammoniac qui participe au phénomène d'acidification atmosphérique. L'évaluation de l'impact sur le changement climatique, intègre les émissions de méthane, de protoxyde d'azote et de gaz carbonique associées à la combustion des énergies fossiles. Basé sur le pouvoir de réchauffement global des différents gaz (25 kg CO_2/kg de CH_4 et 298 kg CO_2/kg de N_2O), il est exprimé en kg éq. CO_2. Le potentiel d'acidification atmosphérique, en lien avec les émissions d'ammoniac, s'exprime en kg éq. SO_2. La contribution au maintien de la biodiversité est quant à elle mesurée par dénombrement des éléments agro-écologiques (prairies, haies, bosquets, bois, cours d'eau…) traduits en Surface Equivalente Topographique (SET) selon les coefficients retenus dans les Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE) VII et la Prime à l'Herbe Agri-Environnementale (PHAE) 2. Les résultats sont exprimés en m² éq. d'éléments agro-écologiques.

La situation de l'élevage laitier vis-à-vis des enjeux environnementaux est contrastée. Si 50 % de la production laitière bovine est située en zone vulnérable pour la gestion de l'azote, l'élevage laitier de montagne est naturellement moins concerné par ces contraintes liées au nitrate, les pertes par lixiviation y étant deux fois plus faibles que pour les élevages de plaine (Tableau 3). En revanche, l'élevage laitier est responsable de 6 % des émissions nationales de GES et de 30 % des émissions d'ammoniac (CITEPA 2010). Tous les systèmes doivent intégrer ces problématiques dans le fonctionnement des exploitations pour contribuer à satisfaire les objectifs de réduction des GES assignés à l'agriculture. Tous les élevages sont aussi concernés par la maîtrise des consommations d'énergie fossile. Les écarts observés entre les exploitations de plaine et de montagne sont non significatifs sur les indicateurs changement climatique, acidification et eutrophisation, exprimés par litre de lait (Tableau 3), malgré des différences notables en matière de consommation de concentrés et d'engrais minéraux. Les résultats sont à l'avantage des exploitations de montagne sur le stockage de carbone et la contribution à la biodiversité en raison d'une part plus élevée de prairies dans le système.

L'élevage laitier dispose de réels atouts car il est directement gestionnaire des surfaces (y compris de surfaces pastorales en altitude), de milieux et d'infrastructures agro-écologiques importantes, favorables à la biodiversité et qui rendent des services environnementaux. Plusieurs travaux sur les effets de l'élevage sur la biodiversité des écosystèmes concluent d'ailleurs avec certitude au rôle important de l'élevage laitier (Mc Laughlin et Mineau 1995 ; Le Roux *et al.,* 2008). Il est également bien établi que les élevages de montagne ont un rôle particulièrement important dans la gestion de la biodiversité, plus que

les élevages de plaine (Tableau 3). Certes, aujourd'hui ces services ne sont pas valorisés par les marchés, mais ils pourraient le devenir à terme pour certains, non seulement en zone de montagne mais aussi, quoique dans une moindre mesure, en plaine. L'élevage laitier est sans doute l'une des rares spéculations productives, qui puisse concilier un revenu correct pour l'éleveur et la production de tels services.

Il convient de souligner que l'élevage laitier français garde un lien au sol très marqué, l'alimentation des animaux reposant encore fortement sur les fourrages (70 à 100 % de la ration annuelle ; cf. Tableau 3) qui sont produits à plus de 90 % sur les exploitations. Pour autant, si l'autonomie fourragère est quasiment atteinte dans la plupart des élevages, les achats de concentrés azotés sont prépondérants et l'autonomie protéique n'est que de 20 % en élevage laitier pour les concentrés utilisés **(**Paccard *et al.,* 2003**)**. Cette très forte dépendance de l'élevage vis-à-vis des sources de protéines importées pour la complémentation des rations rend les filières très sensibles aux variations de prix comme c'est aujourd'hui le cas avec un tourteau de soja dont le prix s'est accru en deux ans, de moins de 200 €/t jusqu'à atteindre plus de 450 €/t.

Tableau 3 *: Performances techniques et environnementales de 206 élevages laitiers représentatifs des systèmes français de plaine et de montagne ; Source : Dollé et al., 2013 à partir de données Réseaux*

		Echantillon	Plaine	Montagne
Nombre d'exploitations		**206**	**128**	**78**
Structure	Nombre de vaches laitières	56	62	46
	SAU (ha)	89	94,1	74,2
	SFP (ha)	71,80	71,2	67
	Lait produit (L)	359 702	403 228	289 892
	Lait standard produit par vache (L/VL)	6 434	6675	6200
	Surface Toujours en Herbe (% de la SAU)	40	29	55
	Surface en maïs (% de la SFP)	16,10	22	9
	Chargement (UGB/ha SFP)	1,3	1,4	1,1
Pratiques	Quantité de concentrés (g/L lait)	216	191	261
	Rejets azotés (kg N/UGB)	95	92	100
	Quantité d'azote minéral (kg N/ha SAU)	44	52	33
	Bilan azoté (hors fixation, kg N/ha SAU)	49	54	43
	N lessivé (kg N/ha SAU)	35	45	21
Environnement	Empreinte carbone brute (kg éq CO_2/L)	1,0	0,9	1,0
	Empreinte carbone nette (kg éq CO_2/L)	0,7	0,7	0,6
	Acidification (kg éq SO_2/L)	0,009	0,008	0,009
	Eutrophisation (kg éq PO_4/L)	0,003	0,003	0,003
	Eutrophisation (kg éq PO_4/ha SAU)	26	31	19
	Biodiversité (m²/L)	2,4	2,1	3,3
	Biodiversité (ha éq/ha SAU)	1,2	1,04	1,44

A2.5.b - Effet des orientations productives associées au lait sur les différents territoires

Les effets des systèmes laitiers sur l'environnement ne peuvent se raisonner indépendamment des autres spéculations productives présentes sur le territoire. L'Institut de l'Elevage (Le Gall et al., 2005 ; cf. Tableau 4) a calculé les charges en azote des différentes régions en fonction de l'orientation agricole des cantons français. Il en ressort que la pression d'azote organique et minéral varie fortement selon les régions. La pression nationale moyenne s'établit à 50 kg/ha/an. C'est dans l'Ouest que les apports sous forme organique sont de très loin les plus élevés, ils dépassent 130 kg N/ha de SAU dans plusieurs secteurs qui combinent production laitière et élevage de monogastriques (Finistère, Côtes d'Armor, Morbihan), production de viande bovine et de volailles (nord des Pays de la Loire), ou encore sont spécialisés en production laitière (sud Manche, nord Mayenne, Ille-et-Vilaine). Inversement, les zones d'élevage caractérisées par des chargements faibles et une alimentation basée sur la prairie permanente (grand Massif Central, Jura, Alpes) sont caractérisées par des charges en N organique très faibles. Les excédents des bilans azotés (différence entre apports totaux au sol et exportations par les productions végétales)

dépassent ainsi 40 à 50 kg N/ha/an dans plusieurs territoires de production laitière ou de viande bovine et l'élevage de monogastriques, alors que la moyenne nationale de l'excédent azoté s'établit à 29 kg/ha/an. Plusieurs régions spécialisées en élevage de ruminants mais avec des chargements animaux faibles et une alimentation basée sur la prairie permanente (grand Massif Central, Jura, Alpes), présentent des bilans largement inférieurs à 15 kg/ha/an.

La pression en azote minéral se concentre, principalement sur le bassin parisien et le Sud-Ouest, qui correspondent aux zones de grande culture. La France de l'élevage laitier est donc très loin d'être homogène en termes de bilan azoté et de risques de fuites d'azote. Ces contraintes vont peser sur la dynamique locale des filières au moment de la sortie des quotas.

***Tableau 4** : Charges en azote de différentes régions selon l'orientation agricole ; Source : Le Gall et al., 2005 ; Le surplus du bilan azoté « sol-végétation » est calculé avant traitement des lisiers*

	Charge N (kg/ha SAU)	N minéral (% entrées)	N organique ruminants (% entrées)	N organique granivores (% entrées)	Surplus du bilan (kg N/ha)
Bretagne Lait et porcs	221	33	36	31	84
Bretagne Lait intensif	179	43	44	13	54
Nord Pays de Loire	161	45	45	10	37
Zones grandes cultures	123	85	13	2	25
Zones herbagères plaine et montagne	98	31	67	2	9

A2.6 - Une production soumise à la volatilité des prix et des revenus depuis 2007

En France, le prix du lait standard payé au producteur par les laiteries a été de 300 €/t en moyenne depuis 2000. Historiquement assez stable (en dehors des fluctuations saisonnières traditionnelles), le prix du lait est devenu beaucoup plus volatil depuis 2003 et la période de 2007 à 2012 a été caractérisée par une forte volatilité des prix du lait. Le prix du lait a d'abord baissé entre 2003 et 2006 suite à baisse des prix institutionnels du beurre et de la poudre (réforme de l'OMC lait), baisse qui a été compensée par l'octroi d'une aide directe attribuée à la tonne de quota (35,5 €/t), puis intégrée à partir de 2006 au montant des aides découplées (droits à paiement unique). Après une remontée des cours en 2007 et surtout en 2008, les prix se sont effondrés en 2009 en raison principalement de la détérioration rapide des cours internationaux des produits laitiers industriels. Les trois dernières années ont été plus favorables (Figure 2).

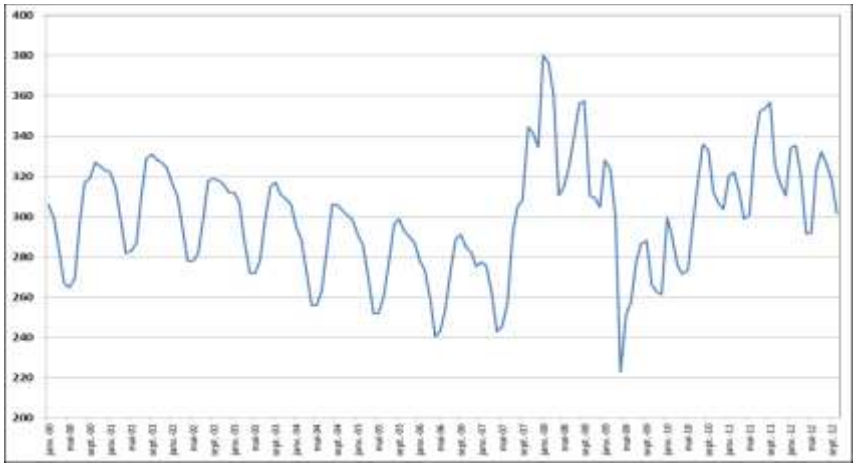


***Figure 2** : Le prix du lait payé au producteur en France (euros courants par tonne, moyenne nationale) ; Source : Chatellier et al., 2013 (données : FranceAgriMer)*

Par ailleurs les producteurs ont dû faire face à une forte augmentation de leurs coûts de production. D'après les calculs réalisés par l'Institut de l'Elevage sur la base de l'Indice des Prix d'Achat des Moyens de Production Agricole (IPAMPA), le prix des intrants et des autres moyens de production (matériels, équipements, bâtiments) a augmenté de 35 % en moyenne entre 2005 et fin 2012 en France. Au final, sur la période 2006 à 2012 (en euros courants), le revenu moyen dans les exploitations laitières spécialisées françaises s'est élevé à 22 900 euros par Unité de Travail Agricole (UTA) familiale alors que les exploitations spécialisées en céréales et oléo-protéagineux ont bénéficié d'un revenu moyen de 41 000 euros (Figure 3). Le différentiel de revenu entre les producteurs de lait et ceux spécialisés en céréales s'est très fortement accru au cours des trois dernières années, l'année 2012 constituant sur ce plan un record (respectivement 26 500 euros par UTA familiale en lait contre 72 100 euros en céréales), ce qui ne va pas sans poser des questions, dans le cadre des négociations sur la future PAC, quant aux modalités de distribution des soutiens publics à l'agriculture (Chatellier et Guyomard, 2012). Ce différentiel de revenu entraîne des abandons dans la production laitière, et d'autant plus que certains producteurs s'inscrivaient dès 2007-2008 dans cette logique suite à la hausse du prix des céréales et à la possibilité de continuer à bénéficier des aides laitières découplées et intégrées dans la DPU, l'année 2009 ayant été la plus mauvaise pour les producteurs laitiers français et ayant provoqué d'importants mouvements de protestation (Roullaud, 2010).

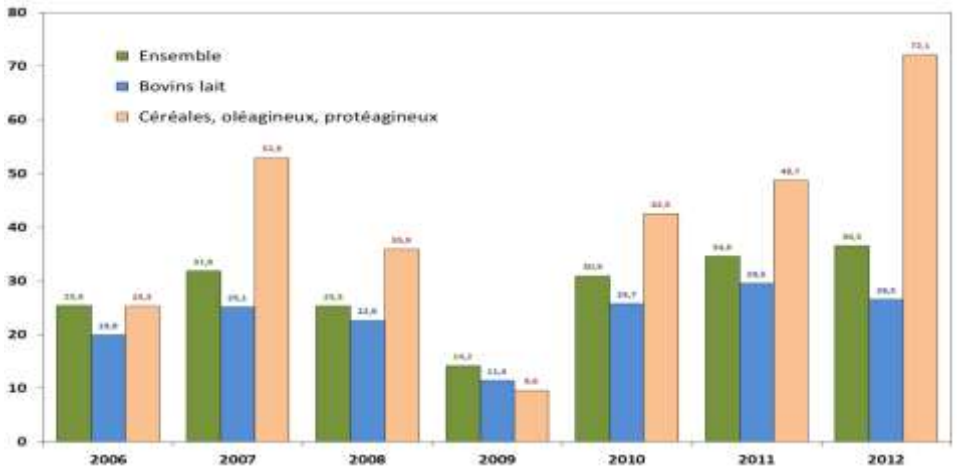


Figure 3 *: Résultat courant avant impôts moyen par actif agricole non salarié en France (euros courants) ; Source : SSP - Agreste – RICA*

A2.7 - Un modèle social en reconstruction

Sur le plan sociologique, la relation au travail et au métier des éleveurs est en forte évolution. Jusqu'ici, le modèle dominant d'organisation du travail a permis aux éleveurs d'augmenter leurs revenus par des gains de productivité du travail et la mise en place d'ateliers de production complémentaires. Leur identité au travail reposait sur une définition du métier combinant une modernité technique élevée, un niveau de vie ascendant, des conditions de travail astreignantes, le tout dans un cadre où le siège de l'exploitation offrait la possibilité d'un certain équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale. Cette dynamique paraît aujourd'hui avoir perdu de sa cohérence et de sa pertinence au profit de choix beaucoup plus variés (Le Guen, 2006). Les enjeux de la production laitière, jusqu'ici appréhendés uniquement sous l'angle technique et micro-économique, devront intégrer aussi à l'avenir l'évolution des collectifs de travail. En particulier, les conjoints d'agriculteur travaillent plus souvent à l'extérieur, et les rapports de la cellule familiale au travail évoluent fortement (temps de travail et astreinte, congés et week-ends, qualification, organisation, rapports entre travail et revenu). Les stratégies des éleveurs sont devenues plus flexibles et plus hétérogènes en matière de conduite d'élevage, d'agrandissement, de valorisation, de relations commerciales, de démarches de transmission, etc. Les aspirations des éleveurs et leurs préoccupations en matière de qualité de vie et d'organisation du travail seront un élément déterminant dans le choix des systèmes de demain (Cournut et Dedieu, 2005). Tous les acteurs de la filière s'accordent sur ce point.

A3 - Les particularités de la filière caprine

A3.1 - Evolution du secteur

La filière caprine se restructure à un rythme soutenu. Le nombre d'exploitations de plus de 10 chèvres a diminué de 18 000 en 1998 à 7 636 en 2010 soit une diminution de 3,5 %/an (donnée Agreste RA 2010) et le nombre d'exploitations de moins de 10 chèvres s'est effondré de 42 000 à 6 700 sur la même période. Dans le même temps le nombre de chèvres s'est accru passant de 850 000 à 980 000 pour un total de 1,4 millions de caprins (incluant les boucs, les chevrettes d'élevage). Le nombre moyen de chèvres par exploitation s'est fortement accru dans la même période, passant de 40 à 186 en moyenne. Plus de 40 % des troupeaux inscrits au contrôle laitier détiennent moins de 100 chèvres et 14 % des élevages comptent plus de 250 chèvres.

L'élevage caprin reste caractérisé par une proportion importante d'éleveurs transformant leur lait en fromages à la ferme. Les transformateurs représentaient 38 % des exploitations caprines lors du dernier recensement, les éleveurs livrant leur lait à la laiterie représentaient 40 % des exploitations et enfin 23 % des exploitations n'étaient dans aucune de ces catégories ; elles correspondent à des éleveurs pratiquant la vente de surplus et/ou ayant des troupeaux utilisés principalement pour le débroussaillage et l'entretien des surfaces. La commercialisation est variable, depuis 100 % de vente directe (vente à la ferme, marchés…) à 100 % de vente à des grossistes ou à la grande distribution, avec toutes les variantes possibles, y compris la vente de tout ou partie de la production à des affineurs. La taille moyenne des troupeaux est plus faible chez les fromagers que chez les éleveurs livreurs (80 vs 225 chèvres en moyenne en 2010).

Contrairement à l'élevage bovin, en l'absence de quota, la production de lait de chèvre s'est fortement accrue (Figure 4) du fait d'une demande de fromages en forte croissance jusqu'en 2007. Dans le même temps, la part de production fermière a diminué en passant de 23 à 16 % des fabrications fromagères entre 2001 et 2011. La consommation de fromage de chèvre ayant atteint un plateau, et face à l'accumulation des stocks de report, la filière cherche à stabiliser la collecte depuis 2009 mais celle-ci continue encore à croitre même si c'est à un rythme plus lent que précédemment. Cette difficulté à contenir l'offre se traduit par la réduction du prix du lait payé au producteur. Le prix de base du lait a ainsi baissé de 36€/1000 l depuis 2011 alors que le prix des moyens de production (IPAMPA) continuait à s'accroître avec une hausse de 11 % cette même année. L'indice IPAMPA lait de chèvre est ainsi à 130,8 (base 100 en 2005), plaçant bon nombre d'éleveurs caprins en grande difficulté.

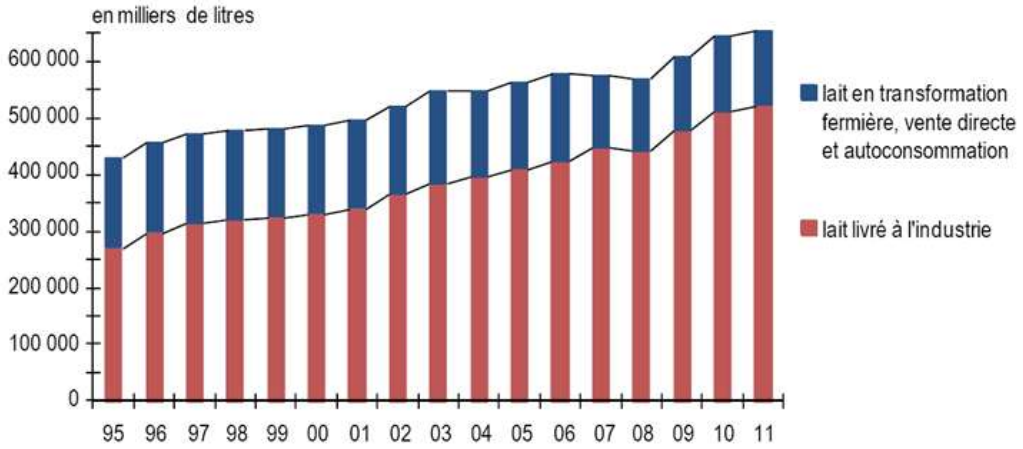


***Figure 4** : Evolution de la production totale de lait et des quantités de lait livré à l'industrie et du lait valorisé par transformation fermière (Institut de l'Elevage, 2012a)*

A3.2 - Des bassins de production très diversifiés

La filière caprine est répartie sur plusieurs bassins de production et est présente sur une grande partie du territoire (cf. Figure 5). Elle recouvre toutefois moins de départements que la filière bovine. Les exploitations caprines sont concentrées dans deux zones principales, l'une formée par le bassin du Centre Ouest (Poitou-Charentes, Pays de la Loire et Bretagne) et, en continuité, la région Centre, l'autre dans le Sud-est, notamment en région Rhône-Alpes. À elles seules, ces quatre régions totalisaient 68 % de l'ensemble des exploitations dites professionnelles, estimées à près de 4 900 et détenant environ 702 000 chèvres selon l'enquête structure du Service des Statistiques et de la Prospective (SSP) en 2009. Les autres exploitations sont dispersées dans la partie sud du pays, avec quelques foyers plus denses au nord de l'Aquitaine et de Midi-Pyrénées et une présence assez forte sur le pourtour méditerranéen et en Corse. La principale région productrice est de loin le Poitou-Charentes qui représente 53 % de la collecte totale puis les Pays de Loire qui représentent 17 %, le Sud-Ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon) (est à 11 %, le centre à 9 %, Rhône-Alpes (6 %) et 3 % pour tous les autres territoires.

A3.2.a - Des dynamiques contrastées entre régions

La dynamique est également contrastée entre les régions avec une forte poussée de la production vers la zone Nord-Ouest en réponse à la demande de la transformation. Aujourd'hui l'Ouest (Poitou-Charentes, Pays de Loire, Bretagne) détient 45 % du troupeau national et les effectifs se sont accrus de 22 % depuis 2000. Ils ont même triplés en Loire Atlantique et Morbihan et ont été multipliés par 2 dans le Maine et Loire et la Mayenne. Le Sud-ouest est aussi marqué par un fort dynamisme. Cette région détient 15 % du troupeau national et les effectifs ont augmenté de 43 % avec même un doublement dans l'Aveyron et le Tarn et Garonne. Inversement le bassin regroupant Rhône-Alpes, Bourgogne et Auvergne, qui représente 16 % du troupeau national a perdu 2 % de ses effectifs sur la période 2000-2010. La région centre (+Limousin) représente aussi 15 % du troupeau national et n'a vu ses effectifs s'accroître que de 10 %.

A3.2.b - Des orientations productives et des systèmes très variables selon les territoires

Les zones de production de lait de chèvre se distinguent aussi par l'orientation de la production. La livraison aux laiteries qui domine très nettement dans le Centre Ouest et le Sud-ouest sauf cas particulier, comme dans la zone du Rocamadour. À l'inverse, les systèmes fromagers sont nombreux dans la région Centre, avec près de la moitié des exploitations fabriquant le fromage à la ferme. Dans tout le Sud-Est, les fromagers sont majoritaires, sauf en Rhône-Alpes, qui voit un fort développement de quelques foyers de collecte autour de certaines laiteries.

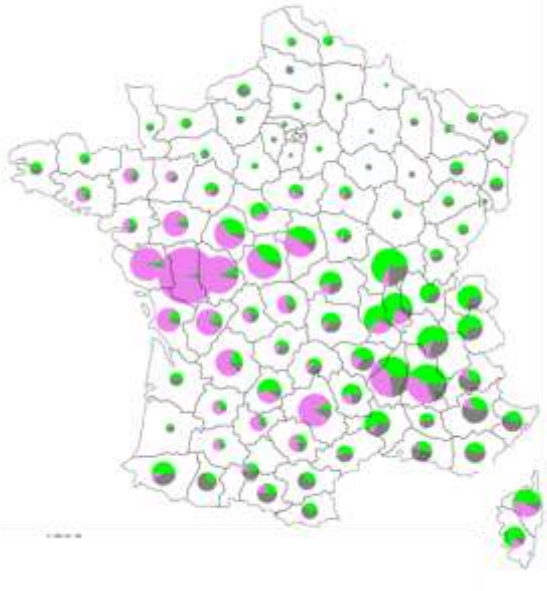


***Figure 5** : Répartition des exploitations caprines sur le territoire (roses = livreurs déclarés, vert = transformateurs à la ferme, gris = ni livreurs déclarés ni transformateurs plausibles) indéterminé ; Sources : données RA2010 – traitement réalisé par l'Institut de l'Elevage*

Plus de 70 % des exploitations caprines professionnelles sont spécialisées, la proportion la plus importante se trouvant dans les zones sèches du Sud et correspondant à des producteurs transformant leur lait en fromage. La production caprine peut aussi être associée à des productions végétales, principalement des céréales ou de la polyculture en Poitou-Charentes et dans la région Centre, des arbres fruitiers et des vignes en Rhône-Alpes. Quand la production caprine est associée à d'autres productions animales sur l'exploitation, elle côtoie essentiellement d'autres herbivores (bovins allaitants surtout, bovins lait, et parfois ovins viande). L'association entre chèvre et atelier de monogastrique se rencontre en Vendée et dans la Drôme. Les éleveurs fromagers produisent plus fréquemment leur lait en valorisant le pâturage ou les systèmes pastoraux notamment lorsqu'ils sont situés dans les zones sèches au Sud, en PACA, Sud Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Corse. Inversement, les éleveurs livreurs produisent majoritairement leur lait à partir de fourrages secs et sans (ou très peu) recours au pâturage (Tableau 5).

***Tableau 5** : Systèmes de production, systèmes d'élevage et systèmes fourragers chez les éleveurs livreurs et chez les fromagers.*

		Livreurs	Fromagers
Systèmes de production	Elevages spécialisés	69	86
	Polyculture - Elevage	29	11
	Mixes granivores	2	0
Systèmes d'élevage	Caprins spécialisé	54	64
	Mixes avec vaches laitières	29	13
	Mixes avec Vaches allaitantes	7	11
Systèmes fourragers	Pastoraux (pâturage > 100j et parcours ou collectifs, moins de 0,7 UGB/ha)	10	36
	Pâturage (pâturage > 100 j)	16	33
	Fourragers (pâturage < 100 j)	72	26
	Hors sol (< 2ha de SFP, > 20 chèvres/ha)	3	4

A3.3 - Des systèmes de production très variés

Les systèmes de productions caprins sont très diversifiés. Ils diffèrent en fonction des territoires du fait des ressources fourragères disponibles et on peut les classer selon le mode de valorisation du lait, leur degré de spécialisation et lorsqu'ils sont mixtes selon les productions auxquels ils sont associés (Institut de l'Elevage, 2012b).

A3.3.a - Zones fourragères intensives du Centre Ouest et du Centre

Des **élevages spécialisés qui livrent leur lait.** Ce type d'exploitation est dominant dans la zone, avec en moyenne, un troupeau de près de 226 chèvres (Source SSP, cheptel 2009) et avec l'augmentation continue des effectifs, il n'est pas rare de rencontrer des troupeaux de 300 à 500 chèvres. Le troupeau est mené de façon intensive sur une surface essentiellement consacrée à l'alimentation du troupeau. Quelques hectares peuvent être réservés à la vente de céréales. Le chargement moyen est très élevé, certaines de ces structures se sont parfois installées en hors sol. L'alimentation est principalement réalisée avec des fourrages stockés (foin, enrubannage, ensilage maïs) et le pâturage est peu fréquent. Les unités sont plus petites dans le Centre et 40 % d'entre elles commercialisent leur lait en circuit AOC ou sous démarche qualité.

Des élevages diversifiés en association avec des vaches allaitantes. Dans les zones herbagères intensives de Poitou-Charentes et des Pays de la Loire, la production pour livraison de lait de chèvre est surtout associée à des vaches allaitantes. Le quart des élevages des Pays de la Loire est de ce type. En dessous de 200 chèvres, l'atelier caprin est conduit par de la main-d'œuvre disponible sur l'exploitation. Au-delà, il permet l'installation d'un nouvel associé. Cette association peut aussi être complétée, en Poitou-Charentes et dans le Centre, par de la polyculture. En Poitou-Charentes les éleveurs livrent le lait et

engraissent les produits de leur troupeau allaitant, ce qui conduit à des chargements élevés. Dans le Centre, les élevages sont pour près des deux tiers des livreurs et plus d'un tiers des fromagers gérant autant de surfaces et d'effectifs mais avec davantage de main-d'œuvre.

Des élevages en association avec des cultures de vente. L'association, en général avec des céréales à paille et des oléagineux, concerne des élevages dans les zones de plaines de Poitou-Charentes et du Centre. La taille des troupeaux est variable sur ces structures en fonction de la surface de l'exploitation et de la main d'œuvre disponible. L'alimentation repose souvent sur le foin de luzerne ou est majoritairement achetée à l'extérieur. En Poitou-Charentes, la presque totalité de ces élevages livre du lait mais un élevage sur deux fait de la transformation fromagère en région Centre. La contrainte de travail pèse souvent très lourdement.

Des élevages en association avec des vaches laitières. L'association de deux troupeaux laitiers se rencontre dans quelques élevages en Poitou-Charentes, Pays de la Loire, Bretagne et Centre. Elle est surtout le fait de structures de grande dimension, associatives. Le troupeau caprin a souvent été développé lors de l'arrivée d'un nouvel associé ou est venu combler le manque de quota laitier. Les chèvres sont alimentées au maïs ensilage comme les vaches, ou avec des rations sèches "déshydratées".

Des fromagers spécialisés. Ce type d'exploitation est surtout présent dans la région Centre mais aussi en Pays de la Loire. La proportion est plus faible en Poitou-Charentes. La main-d'œuvre est importante et plus du quart de ces exploitations emploie de la main-d'œuvre salariée. Ces exploitations transforment en moyenne le lait de 120 chèvres sur une trentaine d'hectares. Dans ce groupe aussi, il existe des structures de grande taille, transformant plus de 200 000 litres par an et suivant la taille du troupeau, le fromage est vendu en direct (marchés, à la ferme…) ou par des intermédiaires.

A3.3.b - Zones herbagères et de parcours du Sud-Ouest, Massif Central, Bourgogne et Rhône Alpes

Des livreurs spécialisés. En Aquitaine et Midi-Pyrénées, les livreurs spécialisés représentent plus d'un tiers des élevages caprins. Les troupeaux sont de taille un peu plus petite qu'en région Centre-Ouest, ils sont menés sur une petite SAU dévolue pour l'essentiel à la production de fourrages et de céréales autoconsommées. C'est dans cette zone que les déshydratés sont le plus utilisés, les exploitations manquant d'autonomie. La transformation s'est relocalisée en région grâce à l'émergence d'entreprises locales et aux signes officiels de qualité. Ce type d'exploitation spécialisée s'est aussi développé en **Rhône-Alpes** autour de quelques entreprises laitières, tout en restant à des dimensions assez faibles (100-150 chèvres en moyenne). La conduite des animaux est basée sur l'utilisation des surfaces en herbe de l'exploitation, en foin et en pâturage. Un quart de ces élevages est engagé dans une démarche AOC (Picodon essentiellement). En **Bourgogne et en Auvergne Limousin** les exploitations laitières sont moins nombreuses et de petite dimension.

Des exploitations de livreurs avec des vaches allaitantes. Ce type d'exploitation mixte a toujours existé dans cette zone en utilisant la complémentarité des deux troupeaux. Ces élevages mixtes se trouvent en zone herbagère, sur une surface moyenne consacrée majoritairement à la SFP. Le troupeau caprin, orienté vers la livraison de lait, est souvent venu compléter le troupeau bovin viande lors de programmes de développement d'entreprises laitières qui ont permis des créations d'élevages et l'installation de jeunes dans le cadre de structures sociétaires.

Des fromagers spécialisés commercialisant sous signes de qualité. Le tiers des exploitations caprines de la zone est spécialisé en production fromagère, avec en moyenne 60 chèvres sur une petite surface avec ajout de surfaces de parcours, dans près de la moitié des cas. L'alimentation est essentiellement basée sur la production fourragère de l'exploitation. La commercialisation est le plus souvent sur des circuits courts sauf pour les exploitations de plus grande taille (plus de 100 chèvres, avec salariés). Les démarches de qualité sont nombreuses sur cette zone avec les AOC Rocamadour, Picodon, Chevrotin.

Des fromagers mixtes avec des vaches laitières ou vaches allaitantes. Ces élevages se trouvent dans les zones herbagères de la Loire, du Rhône, du nord de l'Ardèche et de la Drôme. Elles font un peu de transformation des deux laits. Le petit quota lait de vaches n'étant pas suffisant, on a conforté l'atelier caprin et créé une fromagerie pour transformer du lait de vache et de chèvre. La complémentarité des deux espèces permet une bonne gestion de l'alimentation et la création d'une gamme de fromages disponibles toute l'année. Mais la quantité de travail et l'astreinte sont lourdes dans ce système. Des systèmes fromagers avec vaches allaitantes subsistent en Bourgogne et sur l'Est de la région Centre, avec des dimensions plus faibles en Bourgogne. Ces élevages ont pour la plupart une conduite peu intensive. La production fromagère avec la toute nouvelle AOC Charolais obtenue début 2010 est le plus souvent vendue à un affineur ou en direct.

A3.3.c - Zones sèches du Sud

Des spécialisés fromagers, sur parcours en PACA et Languedoc-Roussillon. C'est le système traditionnel de la zone méditerranéenne. L'exploitation moyenne compte une cinquantaine de chèvres, la main-d'œuvre est composée d'un couple qui assure la transformation du lait en fromages lactiques et la commercialisation, le plus souvent en direct (marchés, vente à la ferme, restaurants, crémiers, supérettes…). La commercialisation s'appuie sur l'existence de signes officiels de qualité avec les AOC Pélardon et Banon. La conduite des troupeaux est extensive, privilégiant l'utilisation des ressources naturelles sur parcours. Le recours à des achats de fourrages (foin de Crau, foin de luzerne) est très fréquent pour compléter la ration de base car les surfaces fauchables sont rares et les rendements en foin aléatoires et dans ces conditions, s'équiper avec une chaîne de récolte apparaît souvent peu rentable et la charge de travail chez les fromagers rend difficile la mise en œuvre des chantiers de fenaison. Dans ces conditions, la stratégie des chevriers repose sur des achats de fourrages de qualité. L'avenir dépend de la capacité de la filière à assurer le renouvellement des producteurs en réglant notamment le problème de la surcharge de travail, qui est cause d'un « turnover » important, notamment en PACA.

Des systèmes en transhumance en Corse. En Corse, les élevages caprins pratiquent souvent la transhumance estivale. Plus de la moitié des exploitations utilisent des surfaces collectives, avec peu ou pas de surfaces fourragères pour la constitution de stocks hivernaux. Les troupeaux de race Corse sont numériquement importants mais on transforme moins de 20 000 litres de lait en fromages typiques (Niolo, Venaco, Bruccio). Une part non négligeable du revenu est assurée par la vente des chevreaux pour Noël. La conduite de ce système pastoral extensif est le plus souvent assurée par une personne seule. Le chef d'exploitation a parfois une activité extérieure.

Des associations diverses dans le Sud de Rhône-Alpes

Dans des zones difficiles, des caprins laitiers, fromagers ou viande (65 chèvres en moyenne) sont associés à des ovins viande sur de petites exploitations disposant de parcours et souvent de pâturages collectifs. La complémentarité alimentaire entre les deux espèces permet une bonne valorisation des fourrages. Plus rarement on trouve l'association de caprins laitiers ou fromagers avec quelques hectares d'arbres fruitiers (cerisiers, abricotiers,...) ou avec de la vigne. La présence des caprins permet notamment de valoriser les surfaces non mécanisables. Cependant, un tiers du foin consommé par le troupeau doit être acheté à l'extérieur.

A3.4 - Une grande diversité de systèmes alimentaires

Les systèmes alimentaires sont nombreux en production caprine et évoluent très vite. Le choix d'un système alimentaire se raisonne à partir de facteurs internes à l'exploitation (disponibilité en foncier, en main d'œuvre, potentiel des terres, parcellaire…) et/ ou externes (coût des intrants, PAC, appartenance à un signe de qualité...). Ils peuvent se classifier (institut de l'Elevage, 2012a) en fonction de la nature des fourrages (ensilage, foin, pâturage...) et de leur degré d'autonomie (achats ou production de tout ou partie des fourrages). Ces systèmes sont très variables et pour la majorité d'entre eux, ils s'écartent de l'image que les consommateurs ont de l'élevage caprin alimenté avec du foin et pâturant.

Système ration sèche à dominante fourrages. Ce sont des systèmes basés sur l'utilisation de foin de luzerne et/ou de graminées. La qualité du foin est capitale dans ces systèmes sans ou avec peu de déshydratés, or la qualité de la première coupe est parfois aléatoire. Pour pallier ce problème surtout en élevage spécialisé (les mixtes gèrent plus facilement les foins moyens), certains éleveur enrubannent la première coupe, plus rarement l'ensilent et quelques-uns ont investi dans du séchage en grange.

Système ration sèche mixte fourrages et déshydratés. Ce sont des systèmes qui utilisent à la fois le foin et les déshydratés, soit parce qu'ils manquent d'autonomie soit parce qu'ils souhaitent compenser la qualité moyenne des fourrages.

Système ration sèche à dominante déshydratés et/ou concentrés. Ce sont des systèmes où le foin est juste là pour assurer la fibrosité de la ration, il peut être remplacé par de la paille. Ces systèmes nécessitent une production laitière élevée pour compenser le coût élevé de l'alimentation et des charges de structure réduites. Ils vont souvent de pair avec l'agrandissement des structures. Ces systèmes sont bien évidemment très sensibles aux variations du prix des aliments.

Système à dominante pâturage. Le pâturage est pratiqué au moins trois mois par an avec des journées d'accès à 8 heures et plus. La ration hivernale est le plus souvent à dominante foin. Le pâturage permet de tirer pleinement parti des surfaces en herbe, de réduire les quantités de foin à stocker et d'assurer ainsi des stocks de meilleure qualité. L'ajustement de la surface à pâturer et la gestion du parasitisme sont les clefs de la réussite dans ce système.

Système à dominante ensilage de maïs. L'ensilage de maïs représente au moins 20 % de la matière sèche fourrage de la ration. C'est un fourrage adapté aux systèmes caprins et vache laitière car il permet d'avoir un seul fourrage, aux systèmes caprins et bovins viande, les bovins valorisant les refus des chèvres. Il peut aussi convenir aux grands troupeaux spécialisés.

Des éleveurs utilisent également l'affouragement en vert, l'enrubannage, l'ensilage d'herbe….

Les parcours. Les parcours sont une ressource à part entière pour les caprins. **Les grands pastoraux** correspondent à des systèmes où il y a peu de fourrage distribué. Les surfaces pastorales sont importantes, on compte au minimum 1 ha par chèvre, 2 à 4 ha si l'éleveur ne dispose pas de surface en herbe. Quelques hectares de surfaces en herbe peuvent également être pâturés. Les animaux tirent plus de 75 % de leur alimentation des surfaces (herbe + parcours) de l'exploitation. La distribution de foin (100 % acheté) n'excède pas les 300 kg par chèvre et par an. Celle de concentrés est également limitée aux environ de 200 kg par chèvre. **Les petits pastoraux** correspondent à une utilisation saisonnière des milieux pastoraux. Des quantités importantes de foin de bonne qualité en général achetés sont apportées aux animaux. Les parcours et les quelques hectares de surface en prairies disponibles assurent 30 à 40 % de la ration annuelle du troupeau. L'autonomie est donc faible.

A4 - Les particularités de la filière Ovine

A4.1 - Evolution du secteur au cours des 2 dernières décennies

Au cours des deux dernières décennies, la filière ovine laitière s'est caractérisée par un relativement bon maintien du nombre d'exploitations : selon les résultats des derniers recensements agricoles, le nombre d'exploitations détenant au moins 25 brebis laitières a diminué de 1,5 % par an entre 1988 et 2000 et 1,4 % par an entre 2000 et 2010 (Figure 6). Cette baisse a été plus importante en Corse (-2,2 % et -2,8 % par an) et dans les Pyrénées-Atlantiques (-2,0 % et -2,1 % par an). Après avoir progressé de 1,4 % par an entre 1988 et 2000, le nombre de brebis laitières est stable au cours des 10 dernières campagnes (en très légère régression : - 0,2 % par an dans les trois bassins traditionnels).

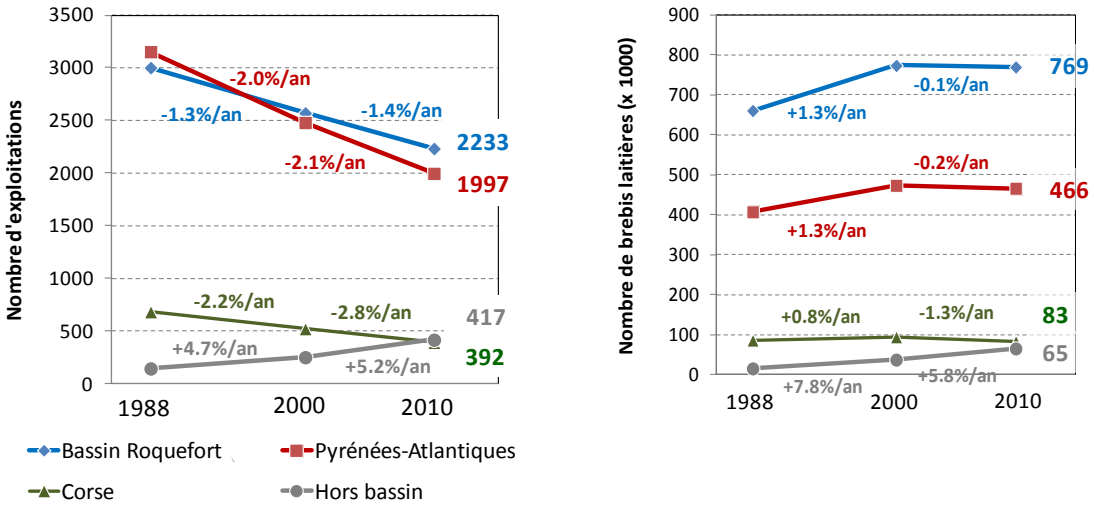


Figure 6 : *Evolution du nombre d'exploitations détenant au moins 25 brebis laitières et du nombre de brebis laitières ; Source : SSP-RA 1988-2000-2010, traitement Institut de l'Elevage)*

Jusqu'au tout début des années 2000, la filière ovine laitière pouvait se prévaloir d'avoir des chefs d'exploitation plus jeunes que les autres productions d'élevage. Mais selon les résultats du dernier recensement agricole réalisé en 2010, avec 28 % d'éleveurs de moins de 40 ans et 34 % de plus de 50 ans, elle tend à rejoindre les autres productions d'élevage, il y avait 40 % d'éleveurs de moins de 40 ans en 1988.

Cette évolution s'explique tout d'abord par une diminution du nombre d'installations, qui peut être reliée à la baisse du revenu dégagé par l'activité ovine laitière, aux difficultés pour financer les reprises des exploitations ainsi qu'à la baisse de l'attractivité du métier d'éleveur. A cela viennent s'ajouter les arrêts précoces d'activité, c'est-à-dire l'arrêt de l'élevage de brebis laitières (voire l'arrêt de l'activité agricole) avant l'âge de la retraite. Ces arrêts précoces sont plus fréquents dans le département des Pyrénées-Atlantiques et en Corse que dans le Bassin de Roquefort. Une projection faite en intégrant ces différents résultats, laisse entrevoir pour la période 2010 – 2017 une baisse plus importante du nombre d'exploitations, notamment pour les Pyrénées-Atlantiques (-3,0 % par an) et la Corse (-7,3 % par an). Dans le bassin de Roquefort, le départ à la retraite des éleveurs qui ont été nombreux à s'installer au cours des années 80, devrait se faire sentir à partir de 2020 ; cela devrait alors entraîner une baisse importante du nombre d'exploitations

A4.2 - Les trois bassins majeurs de production de fromages AOP

La production de lait de brebis valorise des zones difficiles, plus de 85 % des exploitations ovines laitières étant situées en zone de montagne ou de haute montagne. Elle exerce donc un rôle majeur dans ces territoires, notamment d'un point de vue économique. A titre d'illustration, on dénombre 7 emplois directs pour 100.000 litres de lait valorisé en Roquefort (données du CNAOL 2009 - Conseil National des Appellations d'Origine Laitières). Outre le fait que cette production concerne essentiellement des zones de montagne, plus de 90 % des élevages sont localisés dans les trois bassins traditionnels de production de fromages de brebis : le Rayon de Roquefort, situé dans la zone sud du Massif Central et qui concerne six départements (Aveyron, Tarn, Lozère, Hérault, Gard et Aude), les Pyrénées-Atlantiques et la Corse (Figure 7, Tableau 6). Au-delà de ces trois bassins, l'élevage de brebis laitières se développe hors bassins traditionnels, souvent pour une production de fromages fermiers (près de 3 exploitations sur quatre), mais également pour répondre à la demande d'entreprises de transformation qui souhaitent diversifier leur gamme de fromages.

Même s'il existe des différences entre les bassins de production, les situations d'élevage vis-à-vis des enjeux environnementaux sont beaucoup moins contrastés que dans le cas des vaches ou des chèvres laitières. L'élevage ovin représente un certain nombre d'atouts qui se retrouvent dans les différents bassins : maintien de surfaces en herbe (prairies permanentes, prairies temporaires généralement composées de mélanges de graminées et de légumineuses), valorisation de surfaces pastorales (landes, parcours, estives d'altitude), entretien de territoires situés en zones de montagnes, participation à la qualité des paysages, maintien des races locales, préservation de la biodiversité (importance des prairies naturelles).

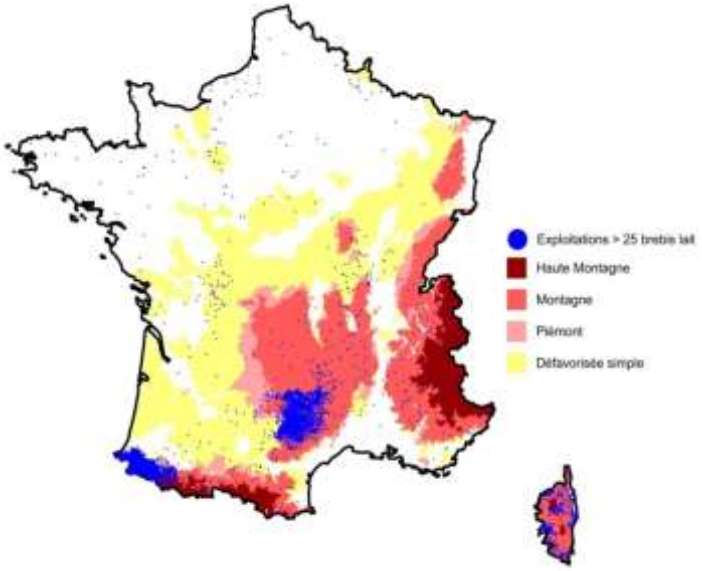


Figure 7 *: Localisation des exploitations ovines laitières ; Source : BDNI 2010, détenteurs d'au moins 25 brebis laitières, Traitement : Institut de l'Elevage - fonds cartographiques ARTICQUE© Tous droits réservés*

Les brebis sont de races locales, sélectionnées dans leur bassin de production respectif : la race Lacaune dans le bassin de Roquefort, les Manech Tête Noire et Tête Rousse ou Basco-Béarnaise en Pays Basque et en Béarn, et les brebis Corses dans le bassin du même nom. Le Bassin de Roquefort et celui des Pyrénées-Atlantiques sont les plus importants en termes de nombre d'élevage et de taille de cheptel (Tableau 6).

Tableau 6 *: la production de lait de brebis en France – campagne 2010 [élevages ≥ 25 brebis laitières] ; Source: SSP - RA 2010, Enquête mensuelle laitière FranceAgriMer/SSP, Interprofessions*

Bassins de production	Nombre d'élevages	Nombre de brebis [x 1000]	Lait produit [10^6 litres]
Bassin de Roquefort	2.233	769	176
Pyrénées-Atlantiques	1.997	466	62
Corse	392	83	11
Hors bassins	411	65	20
France entière	**5.033**	**1.383**	**270**

Le bassin de Roquefort regroupe ici l'ensemble des éleveurs localisés dans les départements de la zone de production de l'AOP Roquefort : l'Aude, l'Aveyron, le Gard, l'Hérault, la Lozère et le Tarn. Au cours de la campagne 2010, 2042 exploitations ont livré 169 millions de litres de lait aux industriels de Roquefort, dans le cadre de la Confédération générale des producteurs de lait de brebis et des industriels de Roquefort.

A4.3 - Des systèmes basés sur la valorisation des prairies et de surfaces pastorales

Traditionnellement, la production de lait de brebis est une production saisonnée : les mises-bas ont lieu à l'automne ou en début d'hiver ; les agneaux sont allaités un mois avant d'être abattus (Pyrénées, Corse) ou engraissés (bassin de Roquefort) ; la période de traite démarre après le sevrage des agneaux et se termine en fin de printemps ou dans le courant de l'été. Ainsi, 95 % du lait est produit entre début décembre et fin juillet (Enquête mensuelle laitière FranceAgriMer/SSP).
Dans les trois bassins traditionnels, la quasi-totalité des éleveurs sont engagés dans des filières sous signes de qualité (fromages AOP, IGP agneaux de lait des Pyrénées). De ce fait, ils sont tenus de respecter les conditions de production inscrites dans les cahiers des charges : élever des brebis de race locale, respecter un certain niveau d'autonomie alimentaire, privilégier le pâturage, etc. De fait, pour la quasi-totalité des élevages, le pâturage constitue un élément important du système d'alimentation : les brebis pâturent tout au long de l'année en Corse et dans les Pyrénées-Atlantiques, à partir du printemps jusqu'au début des mises bas qui se situent à l'automne, dans le bassin de Roquefort.

A4.3.a - Le bassin de Roquefort

Dans ce bassin, plus d'un tiers des exploitations sont sous forme sociétaires, les EARL unipersonnelles ou entre époux étant requalifiés en exploitations individuelles. Il s'agit le plus souvent de sociétés familiales, de type GAEC père-fils (16 % des exploitations) ou avec au moins deux associés de même génération (frères/sœurs, cousins/cousines, 15 % des exploitations). Dans ce bassin, la main-d'œuvre présente dans les exploitations est relativement importante : autour 2,2 UTA.
La Surface Agricole Utile (SAU), hors surfaces pastorales, représente 81 ha en moyenne. Elle est pour l'essentiel consacrée à l'alimentation des troupeaux : il s'agit majoritairement de prairies temporaires, généralement composées d'associations graminées-légumineuses, destinées la constitution des stocks pour l'hiver et au pâturage. Viennent s'ajouter des cultures de céréales pour la production de grains utilisés pour la complémentation et de paille pour la litière. Enfin, près d'un éleveur sur deux, généralement situé en zone de Causses, dispose d'importantes surfaces de parcours valorisées par les troupeaux, notamment en période estivale.
La plupart des exploitations sont spécialisées, mais dans un peu plus de 30 % des situations, les brebis laitières sont associées à un autre atelier ; il s'agit le plus souvent de vaches allaitantes (20 % des élevages) et parfois de brebis allaitantes (9 % des élevages).

A4.3.b - Le bassin des Pyrénées-Atlantiques

En Pays Basque et en Béarn, les exploitations sont très majoritairement individuelles : 15 % seulement des exploitations sont en société, et la main-d'œuvre, qui représente 1,7 UTA en moyenne, est essentiellement familiale.
La SAU hors parcours reste limitée : 28 ha en moyenne, principalement en prairies permanentes, ce qui laisse peu de place pour une production de maïs ou des céréales pour la complémentation des troupeaux. Le pâturage de la surface fourragère par les brebis est important tout au long de l'année, complété pour près de 70 % des élevages par l'utilisation d'estives collectives d'altitude. Enfin, deux tiers des éleveurs disposent de 12 ha en moyenne de landes privées pâturées par les vaches et les brebis.
La plupart des exploitations (72 %) sont mixtes, l'atelier complémentaire étant généralement constitué de 15 à 20 vaches allaitantes destinées à la production de broutards.

A4.3.c - Le bassin Corse

En Corse, les exploitations sont également en grande majorité (95 % des cas) sous forme individuelle et la main-d'œuvre généralement limitée : 1,5 UTA en moyenne.
La SAU est également restreinte : 32 ha en moyenne, complétée pour 87 % des éleveurs par une soixantaine d'hectares de parcours privés. La SAU est principalement couverte par des prairies permanentes, qui sont valorisées tout au long de l'année par le pâturage. A noter que les éleveurs sont souvent confrontés à des problèmes de maîtrise de leur foncier, ce qui restreint les possibilités de réaliser certains investissements : construction de bâtiments, clôtures, mises en culture…

La plupart des élevages sont spécialisés : pour 35 % des élevages, les brebis sont associées à une production de vaches allaitantes ou de chèvres.

A4.4 - Une production soumise à une forte baisse des revenus

A l'instar des autres secteurs de l'élevage, les éleveurs de brebis laitières sont confrontés ces dernières années à une forte augmentation du coût des matières premières : aliments achetés, engrais, carburants, etc. Entre 2005 et 2012, l'indice des prix d'achat des moyens de production agricole (Ipampa) pour la filière ovine laitière s'est accru de plus de 30 % alors que pendant la même période, le prix du lait payé au producteur a augmenté de moins de 10 % (notamment dans la zone de Roquefort où le prix du lait de 2012 n'est que de 5 % plus élevé que celui de 2005).

Dans ce contexte, les éleveurs ont enregistré au cours de ces dernières années une baisse importante de leur revenu (Tableau 7) : en 2009, la rémunération du travail permise par le produit a été de 0,8 SMIC par unité de main-d'œuvre exploitant en moyenne pour les éleveurs du bassin de Roquefort suivis dans les Réseaux d'élevage et 0,4 SMIC pour les éleveurs des Pyrénées-Atlantiques. En 2010, malgré la revalorisation des aides qui s'est faite dans le cadre du bilan de santé de la PAC, la rémunération du travail reste, dans ces deux bassins, inférieure à l'objectif de 1,5 SMIC par unité de main-d'œuvre exploitant.

***Tableau 7** : coût de production et rémunération de la main-d'œuvre en élevage ovins lait (Résultats 2010 et évolution par rapport à 2009 sur échantillon constant ; CS = charges supplétives) ; Sources : données Réseaux d'élevage, élevages livreurs)*

	Pyrénées-Atlantiques		**Bassin de Roquefort**	
	2010	***Evo. 10/09***	**2010**	***Evo. 10/09***
Nombre d'exploitations	20	*17*	29	*27*
Lait commercialisé [x 1000 litres]	**61.3**	***+11.0%***	**110.8**	***+5.9%***
Main-d'œuvre à rémunérer atelier OL [UMO]	1.2	*-0.8%*	2.1	*-2.4%*
dont main-d'œuvre exploitant [UMO]	1.2	*-0.8%*	2.0	*-2.5%*
Lait / UMO atelier [x 1000 litres]	**50.2**	***+11.9%***	**52.2**	***+8.5%***
Coût de production total (€/1000 l)	**1828**	***- 76 €***	**1582**	***- 85 €***
Détail par nature de charges				
Charges courantes [€/1000 litres]	952	*- 41 €*	781	*- 61 €*
Amortissements [€/1000 litres]	326	*+ 15 €*	293	*+ 3 €*
Charges supplétives (CS) [€/1000 litres]	550	*- 50 €*	509	*- 27 €*
dt rémunération travail expoitant (CS) [€/1000 litres]	483	*- 47 €*	453	*- 31 €*
Détail par poste technique				
Travail [€/1000 litres]	489	*- 43 €*	472	*- 23 €*
Foncier et capital [€/1000 litres]	125	*- 1 €*	171	*- 8 €*
Frais divers de gestion [€/1000 litres]	119	*+ 1 €*	90	*+ 6 €*
Bâtiments et installations [€/1000 litres]	157	*+ 19 €*	158	*- 20 €*
Mécanisation [€/1000 litres]	346	*- 22 €*	330	*- 14 €*
Frais d'élevage [€/1000 litres]	152	*+ 8 €*	108	*- 3 €*
Approvisionnement des surfaces [€/1000 litres]	54	*- 18 €*	84	*- 16 €*
Achat d'aliments [€/1000 litres]	385	*- 20 €*	169	*- 6 €*
Produits de l'atelier [€/1000 litres]	**1618**	***+ 82 €***	**1532**	***+ 87 €***
Prix de valorisation du lait [€/1000 litres]	1000	*- 6 €*	856	*- 42 €*
Produits joints de l'atelier [€/1000 litres]	229	*- 10 €*	280	*+ 18 €*
Aides totales [€/1000 litres]	388	*+ 98 €*	397	*+ 111 €*
Prix de revient base 1,5 SMIC [€/1000 litres]	**1210**	***- 164 €***	**906**	***- 214 €***
Rémunération du travail permise par le produit [€/1000 litres]	273	*+ 110 €*	403	*+ 141 €*
Rémunération du travail permise par le produit [Nb SMIC / UMO exploitant]	**0.8**	***+ 0.4***	**1.3**	***+ 0.5***

B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur

Les innovations doivent concerner les volets techniques mais aussi les volets organisationnels du travail à la fois par la recherche de nouveaux compromis au sein de l'exploitation mais aussi par une meilleure intégration de l'exploitation dans son environnement territorial et économique.

B1 - Rechercher plus d'autonomie et de sécurité dans l'alimentation des troupeaux

Dans toutes les filières, les éleveurs doivent aujourd'hui adapter leurs systèmes d'élevage pour mieux prendre en compte les fluctuations du marché des matières premières, qui ont été particulièrement importantes ces dernières années et ont un impact important sur l'évolution des charges des exploitations. Les données des réseaux d'élevage montrent en effet que pour les exploitations de plaine et de montagne, les systèmes les plus efficients d'un point de vue environnemental se caractérisent par un faible recours aux intrants (concentrés, fertilisants azotés et phosphatés) comparativement aux autres systèmes moins autonomes. Ce manque d'autonomie et le défaut d'ajustement des apports aux besoins se traduisent par une dépendance énergétique forte, des bilans azotés très supérieurs…, le tout étant à l'origine d'impacts environnementaux importants (Dollé *et al.*, 2013). Il s'agit aussi de mieux prendre en compte les aléas climatiques, dont les effets peuvent être exacerbés pour les élevages situés dans des zones difficiles et qui ont une incidence directe sur la quantité et la qualité des ressources fourragères disponibles (qu'elles soient destinées à être pâturées ou stockées).
Si l'autonomie fourragère est quasi atteinte (à plus de 85 %) dans la plupart des élevages de vaches laitières et d'ovins laitiers, elle ne l'est pas en caprins laitiers dans de nombreux systèmes (voir partie A3.3). Dans toutes les filières, les achats de concentrés azotés sont prépondérants et l'autonomie protéique n'est que de 20 % en élevage laitier bovins pour les concentrés utilisés **(**Paccard *et al.*, 2003**)** et de 27 % en élevage allaitant (Kentzel et Devun, 2004) avec une forte dispersion des résultats. L'autonomie n'est atteinte que dans un nombre très limité d'exploitations herbagères. L'autonomie décroit avec le niveau d'intensification et est d'autant plus difficile à mettre en œuvre que la part de maïs fourrager dans la sole fourragère est élevée. Cette très forte dépendance de l'élevage vis-à-vis des sources de protéines importées pour la complémentation des rations rend les filières très sensibles aux variations de prix comme c'est aujourd'hui le cas avec un tourteau de soja dont le prix s'est accru en deux ans de moins de 200 €/t à plus de 550 €/t. La recherche d'autonomie alimentaire est un enjeu particulièrement important en élevage caprin. Dans le cadre des réseaux bovins lait et caprins, un état des lieux de l'autonomie alimentaire dans 34 exploitations ave bovins laitiers et 34 exploitations caprines de la région Charentes Poitou montre que les systèmes caprins sont beaucoup moins autonomes en matières sèches d'aliment (65 % (de 27 à 96) vs 87 % (de 69 à 97 %)) et surtout en protéines (45 % (de 12 à 83 %) vs 67 % (de 47 à 98 %)) (Jénot *et al.*, 2012).

Les adaptations possibles concernent (i) les systèmes fourragers en développant des techniques permettant de conforter le pâturage des surfaces fourragères (ainsi que des surfaces pastorales dans les territoires concernés) ; (ii) de faire évoluer les systèmes fourragers et d'adapter le choix des espèces et des variétés fourragères et les itinéraires techniques ; et (iii) d'adapter les animaux et leur conduites pour mieux valoriser les fourrages disponibles et accroitre l'efficience de leur transformation en lait.

B1.1 - Les systèmes fourragers

Au niveau du système fourrager, les innovations résident principalement dans l'accroissement de l'utilisation de la prairie, notamment par la pratique du pâturage et en valorisant toute l'herbe produite alors qu'actuellement le gaspillage est important (on peut estimer à 1 à 2 t MS/ha la quantité d'herbe produite et non consommée par les animaux), en recherchant une bonne complémentarité entre les fourrages. La recherche dans la sécurisation de la production fourragère passe par le choix des espèces et des associations, le progrès en génétique végétale devant continuer à permettre de gagner en productivité.

B1.1.a - Pratique du pâturage

L'herbe reste la première source de protéines au niveau de l'exploitation laitière et le pâturage est un mode d'alimentation majeur en élevage laitier bovin et ovins, notamment dans les zones de montagne humides. Bien que plusieurs travaux démontrent que les systèmes laitiers valorisant le pâturage sont compétitifs (Peyraud *et al.,* 2010), la pratique du pâturage tend à diminuer dans les zones de plaine ou de piémont où d'autres choix de systèmes sont possibles. Le pâturage peut en effet être pénalisé comparé aux systèmes basés sur les fourrages conservés par une productivité de lait à l'hectare plus modérée, une moindre flexibilité face aux aléas et l'agrandissement des troupeaux qui complique la gestion lorsque le parcellaire n'est pas adapté. Pourtant ses systèmes peuvent aussi être productifs lorsqu'ils sont bien conduits. Dans leur troupeaux expérimentaux, les irlandais rapportent des productions comprises entre 10 et 15 000 kg lait/ha avec moins de 500 kg concentré par vache (Horan *et al.,* 2005) ce qui est au moins comparable et même plus élevé que les productivités des élevages français, même ceux utilisant beaucoup de maïs (cf. Tableau 2). L'herbe pâturée étant un fourrage économique, il faut la valoriser au maximum ce qui n'est actuellement pas le cas. En pleine période de pâturage cet objectif repose sur le maintien d'un chargement relativement élevé et la suppression des fourrages distribués en complément. L'accroissement du chargement d'une vache par hectare accroît la production de plus de 1 600 kg/ha (soit 20 %) et ne réduit la production individuelle que de 1 kg/j (soit 7 %) (McCarthy *et al*., 2010), la production individuelle pouvant d'ailleurs être maintenue par la distribution d'une faible quantité de concentré (Delaby *et al.,* 2003). La suppression de la distribution d'ensilage de maïs ne réduit pas la production des vaches qui compensent en ingérant plus d'herbe (Chenais et *al.*, 1997). Cette pratique permet alors de valoriser toute l'herbe produite en forçant les animaux à pâturer ras, le pâturage facilitant par ailleurs sa gestion pour les cycles suivants et améliorant la qualité des repousses.

B1.1.b - Allonger au maximum la saison de pâturage

C'est notamment possible dans de nombreuses régions où il y a une production modérée d'herbe tôt en saison ou tardivement en automne. Sans être pâturée cette biomasse est perdue alors qu'elle ne coûte rien à produire. La production à ces périodes pourrait en outre s'accroître à l'avenir avec le réchauffement climatique. Tous les travaux qui ont été conduits en Irlande (Dillon et Crosse, 1994 ; Kennedy *et al*., 2005) et en Bretagne (O'Donovan *et al*., 2004) ont montré que l'accès au pâturage quelques heures par jour en complément d'un fourrage distribué à volonté à l'auge (ensilage d'herbe en Irlande, ensilage de maïs en France) permet d'accroître la production des animaux de 1 à 3 kg/j et de réduire la consommation de fourrages conservé de 3 à 5 kg/j réduisant ainsi d'autant le besoin de récolte. Le pâturage précoce de printemps évite aussi l'accumulation de grandes quantités d'herbe qui peuvent être plus difficiles à pâturer améliorant ainsi la facilité de conduite du pâturage sur les cycles suivants jusqu'en été (O'Donnovan et *al.*, 2004). L'allongement de la saison de pâturage peut aussi avoir lieu en automne : Chenais et Le Roux (1996) ont ainsi montré que des vaches ayant accès au pâturage 6h/j en fin d'automne produisent 1 kg de lait en plus et consomment 5,1 kg d'ensilage de maïs de moins que les animaux maintenus à l'intérieur. Il reste toutefois à mieux préciser l'effet de ce pâturage tardif d'automne sur les risques de pertes d'azote.

B1.1.c - Rechercher les complémentarités entre fourrages conservés et pâturage

Lorsque les surfaces accessibles depuis la salle de traite ne sont pas suffisantes pour nourrir le troupeau, il y a tout intérêt à maintenir du pâturage à temps partiel combiné avec un apport limité de fourrage à l'intérieur

pour valoriser au maximum l'herbe disponible sans gaspiller le fourrage conservé. Les lois de réponse de la production de lait à des doses croissantes d'ensilages de maïs en fonction des durées journalières d'accès au pâturage ont été établies (Figure 8) et montrent que la quantité d'ensilage à offrir est à ajuster en fonction de la durée d'accès au pâturage et peut être raisonnée soit pour maximiser le lait par vache soit pour maximiser l'utilisation de la prairie. Cette pratique du pâturage à temps partiel complémenté avec une quantité de fourrage bien ajustée permet aussi de mieux maîtriser les variations de la production laitière inhérente aux périodes de plein pâturage et qui sont souvent mal vécues par les éleveurs.

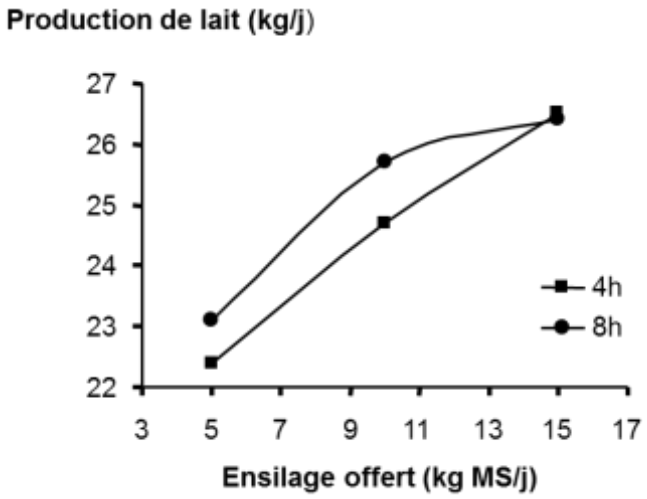


Figure 8 : *Effet de la quantité d'ensilage de maïs distribuée et de la durée d'accès au pâturage sur la production de lait ; Adapté de Delaby* et al. *(2009)*

B1.1.d - Le cas du pâturage des chèvres

En Poitou Charente au début des années 1980, 62 % des éleveurs caprins pratiquaient le pâturage mais aujourd'hui on estime que seuls 5 % des élevages sont concernés par le pâturage dans cette région (Bossis., 2012). Cette évolution s'explique par la forte intensification des systèmes, l'agrandissement de la taille des troupeaux, la nécessité de simplifier le travail et la diminution de l'investissement des structures de R&D sur les systèmes herbagers, le tout ayant finalement conduit au développement de systèmes alimentaires secs. Ceci se solde dans le bassin laitier de l'Ouest par des élevages dépendant fortement des intrants extérieurs, l'autonomie alimentaire moyenne n'étant que de 56 % (Bonnes et al., 2012), et des élevages mis en difficulté par l'augmentation forte du prix des intrants alors que le prix du lait stagne, voire régresse depuis 2 ans. Les chèvres pâturent dans de nombreux systèmes en France (voir parties A3.3 et A3.4) mais il s'agit souvent de troupeaux peu intensifs. Pour autant, des travaux ont déjà permis d'élaborer des recommandations pour une conduite efficiente du pâturage avec des animaux à fort niveau de production (1000 kg/chèvre) et avec des quantités modérées de concentré (800 g/j et par chèvre) (Lefrileux et al., 2012). Partant de ces résultats, un dispositif expérimental de long terme est mis en place par l'Inra (Bonnes et al., 2012) pour étudier et optimiser la conduite de systèmes laitiers caprins valorisant du pâturage. A ce dispositif est adossé un réseau d'élevage de 34 exploitations ayant pour objectif d'accroitre leur autonomie alimentaire et de valoriser de l'herbe.

B1.1.e - Sécuriser la disponibilité en fourrage

Plusieurs solutions sont envisageables. La première consiste en la constitution de stocks de conserve. Cette pratique fait tout l'intérêt de l'ensilage de maïs ou de tout autre culture à double fins, il suffit d'implanter plus de surface que théoriquement nécessaire pour nourrir le troupeau et de vendre en grain les surfaces en excédents. La seconde consiste à optimiser l'utilisation des surfaces et des fourrages de stocks par des distributions ajustées de fourrages de stocks et de la durée d'accès au pâturage. La troisième voie consiste à diversifier les ressources fourragères sur l'exploitation. Des cultures dérobées (notamment les cultures intermédiaires pièges à nitrate, CIPAN) peuvent être valorisées par des animaux tel que le colza fourrager ou des mélanges plus complexes comme par exemple de mélanges à base de

céréales, vesces et trèfle. Cette valorisation par les animaux améliore la productivité globale du système de culture car elle ne pénalise pas la productivité de la céréale suivante tout en fournissant un fourrage complémentaire (Franzluebbers et Stuedemann, 2007). Les associations de céréales et protéagineux implantées à l'automne permettent de produire 10 à 11 t de MS d'un fourrage à ensiler en Juin avec peu ou pas d'engrais azotés ni de produits phytosanitaires tout en assurant une couverture hivernale des sols (Naudin *et al.,* 2010). Toutefois, la valeur du fourrage produit reste assez modeste (Emile *et al.,* 2011) si bien que ce fourrage doit être réservé aux génisses ou distribués en quantités limitées aux vaches laitières. Enfin, Il est envisageable de réduire légèrement le chargement afin d'accroître les marges de sécurité face aux aléas climatiques. Cette pratique peut entrainer une légère baisse du volume de production par unité de surface, mais la France reste un pays où la disponibilité en surface n'est pas toujours un facteur limitant, notamment dans les territoires herbagers et où le prix de la terre reste modéré (même si des concurrences entre usages agricoles et non agricoles peuvent exister sur certaines zones), en regard d'autres bassins laitiers ce qui est un réel atout pour une extensification bien raisonnée. Cette extensification ne doit toutefois pas se faire au détriment d'une bonne valorisation des surfaces pâturées.

B1.2 - Développement des légumineuses dans les rations pour ruminants laitiers

Les légumineuses fourragères et à graines ont un double atout. Du fait de leur capacité à fixer l'azote de l'air elles permettent de limiter la fertilisation azotée des cultures et du fait de leur richesse en protéines, elles permettent d'accroitre l'autonomie protéique dans l'alimentation des troupeaux. Ce gain se double aussi d'une réduction de la dépendance énergétique de l'exploitation. La fixation symbiotique annuelle varie de 180-200 kg N/ha pour du pois, à 150-200 pour une prairie d'association ray-grass anglais et trèfle blanc et à 300 kg N/ha pour une luzerne (Vertes *et al.,* 2010) et correspond à une économie d'énergie substantielle puisque qu'il faut environ 55 MJ d'énergie fossile pour produire, transporter et épandre 1 kg de N minéral. Il faut ainsi 1,2 MJ pour produire 1 UFL (= 7100 kJ d'énergie nette) pour du ray-grass fertilisé à 150 kg N/ha, 0,9 MJ pour de l'ensilage de maïs après blé mais seulement 0,4 MJ avec une prairie d'association (Besnard *et al.*, 2006).

Pour autant, les surfaces en luzerne, trèfle violet et protéagineux se sont effondrées en France. Seules les prairies d'association à base de trèfle blanc ont mieux résisté et représentent aujourd'hui plus de 60 % des surfaces de prairies semées dans l'Ouest. De fait, le développement de ces cultures se heurte aux prix très soutenu des céréales. En plus de bénéficier d'un prix de vente élevé, la culture des céréales est moins contraignante, moins délicate et implique des investissements généralement moins élevés. En outre, les cultures de légumineuses ont une productivité qui est faible comparativement à celle des céréales et la faible marge qu'elles permettent de dégager à l'hectare reste la cause majeure de leur régression, même si ce constat doit être modulé à l'échelle d'une rotation compte tenu des économies d'engrais permises par un précédent légumineuses (Juste *et al.,* 2009). Se pose aussi le problème de la valorisation de ces cultures. Par exemple, bien que l'introduction de luzerne dans une rotation de céréales offre de nombreux avantages agronomiques, elle ne peut être valorisée dans le cadre d'une exploitation ne disposant pas d'animaux. Cela pose aussi la question de la complémentarité entre exploitations ce qui nécessiterait de nouvelles organisations territoriales et/ou le développement de filières (par exemple la déshydratation) permettant de valoriser ces cultures fourragères. La recherche d'une plus grande autonomie protéique et azotée des systèmes peut également s'envisager à l'échelle de l'exploitation ou des petites régions par des échanges entre exploitations d'élevage et céréalières qui ont aussi de leur côté intérêt à introduire des légumineuses dans leurs assolements (Peyraud *et al.,* 2012). Notons aussi que cette recherche d'autonomie peut contribuer à renforcer la traçabilité des produits : elle est mise en avant dans la quasi-totalité des filières AOP.

B1.2.a - Utiliser les légumineuses dans les rations

Les vaches laitières et les chèvres valorisent très bien des rations mixtes à base de maïs ensilage et de légumineuses ensilées ou en foin. Les essais sur vaches laitières (Chenais, 1993 ; Rouillé *et al.,* 2010) montrent que des rations mixtes associant ensilage de maïs et ensilage de trèfle violet ou de luzerne comparées à des rations à base d'ensilage de maïs et de tourteaux conduisent aux mêmes performances

laitières tout en réduisant les besoins en tourteaux de soja pour satisfaire les besoins des animaux. L'économie est de 1 à 2 kg de tourteau par vache et par jour selon la qualité du fourrage. Il faut cependant noter que la récolte et la conservation des légumineuses fourragères, que ce soit sous forme d'ensilage ou de foin, restent délicates et que beaucoup de soins doivent être apportés lors des chantiers pour un résultat encore trop souvent aléatoire (Arnaud *et al.*, 1993). Pour être bien valorisé par des vaches laitières, les ensilages doivent avoir au moins 30 % de MS. La luzerne déshydratée n'a pas cet inconvénient. C'est un aliment de qualité constante pouvant accroître les performances des animaux (Peyraud et Delaby, 1994) mais son intérêt pourrait être limité par le coût du produit et le coût énergétique de la déshydratation. Au pâturage l'intérêt nutritionnel des prairies d'associations entre graminées et trèfle blanc a bien été démontré (Ribeiro-Filho *et al.*, 2005). Mais surtout l'intérêt de ces associations réside dans la souplesse d'utilisation de la prairie, la diminution de la qualité avec l'accroissement de l'âge des repousses étant plus lent que pour les graminées fertilisées. Les légumineuses à graines telles que le pois, la féverole et le lupin peuvent être introduites dans les rations des vaches laitières à raison de 15 à 20 % et se substituer à la moitié du tourteau de soja ou de colza sans pénaliser la production de lait (Brunschwig et Lamy, 2002 ; Brunschwig *et al.*, 2003).

B1.2.b - Accroitre la productivité des prairies d'associations graminées – légumineuses

Les prairies d'associations binaires associant une graminée et une légumineuse sont généralement moins productives que les prairies de graminées fertilisées (Institut de l'Elevage, 2004), les associations produisant dans les conditions les plus favorables (sols profonds et alimentation hydrique non limitante en été) comme des graminées pures fertilisées à 200-250 kg/ha de N minéral. Au-delà des mélanges binaires, il existe un effet positif de la diversité spécifique des prairies sur la productivité. Quelques espèces bien adaptées suffisent sans qu'il soit nécessaire de rechercher des mélanges très complexes, plus difficiles à gérer. Un vaste essai conduit sur 31 sites et 17 pays en Europe a bien montré l'intérêt de ces prairies multi spécifiques. A chaque site les 2 graminées et les 2 légumineuses les plus courantes ont été testées. La conduite des prairies suivaient les meilleures pratiques locales et toutes les prairies ont été fauchées à la même fréquence et ont reçu la même fertilisation (Finn *et al.*, 2013 ; cf. Figure 9). Les associations quaternaires ont produit plus de biomasse que la moyenne des cultures pures et plus que la meilleure des monocultures dans plus de 2/3 des sites (1 t MS/ha en moyenne) ; l'effet a persisté au cours des 3 ans de l'essai. Ce résultat, qui doit être confirmé, ouvre de nouvelles opportunités pour concilier productivité et autonomie dans les systèmes laitiers.

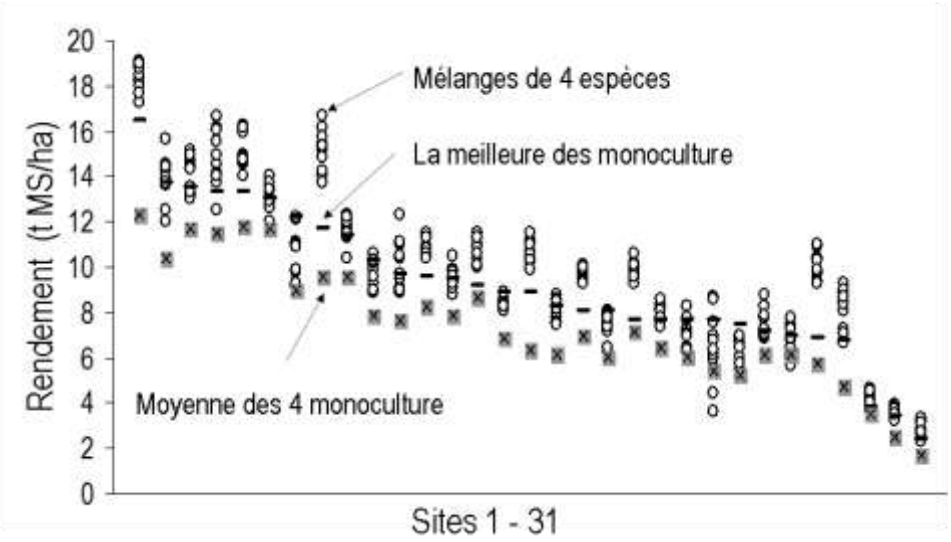


Figure 9 : *Productivité des praires d'association de graminées et légumineuses ; Source : European Action Cost, 858, adapté de Finn et al. (2013)*

B2 - Améliorer l'efficacité de l'animal et du troupeau

La conduite de l'élevage contribuera aussi à l'amélioration de l'efficience globale du système de production et de leur résilience face aux aléas.

B2.1 - La cohérence des choix génétiques

Les vaches laitières à fort potentiel génétique produisent toujours plus de lait que les animaux à plus faible potentiel laitier même dans les systèmes à très bas intrants (Delaby et al., 2009 et 2010 ; Figure 10) mais les schémas de sélection visant à obtenir des vaches laitières hautes productrices ont de toute évidence dégradé des critères d'élevage ce qui pose la question de la cohérence du choix génétique des animaux en fonction des systèmes de conduite (Dillon et *al.*, 2006), les vaches à haut potentiel n'étant plus adaptées pour des systèmes économes.
En ovin laitier le choix a toujours été de sélectionner les races locales en cohérence avec les systèmes d'élevage des filières AOP. On est donc loin du système dominant en bovin et caprin qui a visé à la maximisation des performances laitières.

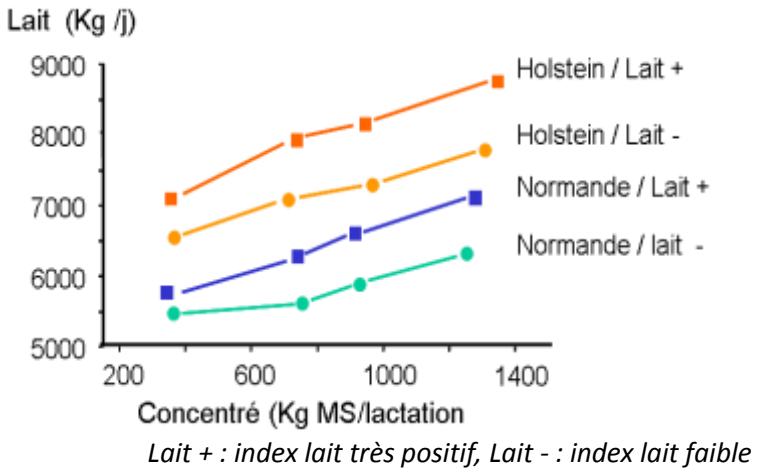


Figure 10 : *Effet de la race et de l'index génétique laitier sur la production laitière dans des systèmes différents par leur niveau d'intensification ; Adapté de Delaby et al. (2010)*

B2.1.a - Sélection des animaux aux aptitudes d'élevage et de production mieux équilibrées

Depuis l'apparition des quotas en 1984, la production de lait par vache a fortement augmenté (+ 130 kg/an en moyenne, France Conseil Elevage), mais dans le même temps les performances de reproduction se sont dégradées (Barbat *et al.*, 2005 ; LeMézec *et al.*, 2010), aboutissant à un intervalle entre vêlages d'environ 13 mois en races Montbéliardes et Normandes et de presque 14 mois en Prim'Holstein et s'accompagnant d'un accroissement du taux de renouvellement qui atteint aujourd'hui 35 à 40 % dans les élevages les plus intensifs (Réseaux d'élevage, 2013), majoritairement pour cause d'infertilité mais aussi pour des raisons sanitaires. Afin de stopper la dégradation, l'indexation des taureaux intègre depuis 2001 l'information sur la fertilité de leurs filles, la fertilité femelle ayant un poids de 0,125 contre 0,4 pour le lait (Boichard *et al.*, 2002).

L'impact économique de mauvaises performances de reproduction se traduit par des couts directs (coûts d'IA supplémentaires, traitements hormonaux…) mais aussi par des coûts indirects liés au manque à gagner (réformes anticipées…) et des coûts supplémentaires pour l'élevage des génisses. L'accroissement du taux de renouvellement oblige par exemple à accroitre le nombre de vaches pour produire le même volume de lait car les vaches plus jeunes produisent moins que les animaux adultes. L'accroissement du taux de renouvellement de 20 à 35 % dans un troupeau de 100 vaches nécessite ainsi d'avoir 4 vaches de

plus pour la même production (Peyraud *et al.*, 2010), ce qui d'ailleurs accroit d'autant les émissions vers l'environnement et le besoin de surface pour nourrir le troupeau. Les troubles de la reproduction aujourd'hui sont le deuxième trouble en terme d'impact économique de la santé et représentent près de 70 € par vache et par an (Fourichon *et al.*, 2001). De plus, les maladies métaboliques liées aux fortes mobilisations en début de lactation (acétonémies) et au rations trop riches en énergie (acidose) sont très pénalisantes du fait des pertes de productions induites mais aussi des pertes liées à de la mortalité et, bien plus fréquemment, à une réduction de la longévité (Fourichon et al., 1999; Beaudeau et al., 2004). Les boiteries quant à elles touchent en moyenne 11 % des vaches chaque année, constituant des atteintes graves au bien-être et des pertes associées de l'ordre 115 et 192 € par cas de boiterie (Ettema et al., 2010) (soit 11 à 20€ par vache et par an). La recherche d'une meilleure longévité des femelles par la sélection d'animaux plus robustes aux aptitudes de production et d'élevage (fertilité, morphologie, santé de la mamelle, état corporel…) plus équilibrées est à rechercher. Des gains génétiques sur la longévité fonctionnelle des animaux et la fertilité femelle sont alors observés bien que relativement lents (Brochard *et al* 2013). La sélection génomique (utilisation des index génomiques dans les programmes de sélection), aujourd'hui disponible en bovin, doit permettre de progresser beaucoup plus rapidement sur ces critères d'aptitude d'élevage.

Les problèmes d'infertilité sont sans doute moins aigus si on accepte un étalement des vêlages (Peyraud *et al.,* 2009), ce qui peut être le cas dans les systèmes où l'on dispose de fourrages d'excellente qualité toute l'année. Dans ce cas, la production d'un veau par an peut ne plus être un objectif et l'allongement des lactations offre alors plusieurs avantages, qu'il soit réalisé à partir de vêlages étalés sur l'année ou regroupés en deux périodes.

B2.1.b - Maintenir une bonne plasticité de la production laitière

L'intérêt de ne plus chercher à exprimer tout le potentiel laitier des animaux pour des raisons de maîtrise des coûts de production ne supprime pas la nécessité d'avoir des animaux de bon potentiel laitier. En effet, dans le nouveau cadre d'organisation des relations amont-aval, les producteurs pourront être amenés à produire plus de lait pour répondre à des opportunités temporaires de marché. Une façon d'y arriver est d'apporter plus de concentré à condition que la réponse de l'animal soit efficace. Un bon potentiel garantit une réponse élevée au concentré, de l'ordre de 1 kg de lait par kg de concentré (Delaby et al., 2003). A l'inverse, Horan et *al.* (2006) et McCarthy *et al.* (2007) ont montré que, comparé à des Holstein nord-américaines, les Holstein néo-zélandaises, qui se caractérisent par des performances de reproduction bien supérieures, ont aussi des réponses beaucoup plus faibles et non économiques à l'apport de concentré (0,4 *vs* 0,9 kg lait/kg concentré).
D'autre part, il y aurait intérêt à rechercher des animaux qui expriment leur potentiel laitier, non pas par un pic de lactation très élevé souvent associé à des pathologies de début de lactation, mais par une bonne persistance de la lactation. Ceci aurait en outre l'avantage d'aider à mieux régulariser les livraisons mensuelles de lait comme souhaité par certains transformateurs. La sélection génomique, aujourd'hui disponible en bovin et en cours de développement pour les autres espèces[140], peut permettre d'accélérer le progrès génétique sur ces critères d'élevage.

B2.1.c - Assurer un double revenu lait et viande avec le même troupeau

La recherche d'un complément de revenu par la viande issue du troupeau laitier est une piste d'amélioration du revenu. Les besoins importants des races laitières très spécialisées sont couverts par des aliments concentrés souvent protéiques et à base d'amidon et leur coproduit viande n'est pas toujours bien valorisé. A une certaine époque, pas si lointaine, on a même favorisé l'abattage des veaux nouveaux nés ! Les races mixtes peuvent retrouver de l'intérêt, au moins dans les zones herbagères, en permettant de produire 5 500 à 7 000 kg de lait par lactation et un veau par an, essentiellement avec des fourrages du fait de leurs niveaux de production modérés. Ceci tout en assurant une certaine stabilité du revenu du fait du double produit lait et viande ; le produit viande représentait 12-13 % du revenu de

[140] Voir par exemple dans le cas des ovins laitier le programme en cours « Roquefort'In » qui concerne l'utilisation de la génomique pour sélectionner chez les brebis de race Lacaune de nouveaux caractères tels que l'aptitude à la monotraite et l'amélioration de la persistance

l'atelier lait en moyenne en 2011 (données Réseaux d'élevage 2013). Dans une conjoncture du prix de la viande élevé comme en ce moment, elles permettent aussi d'augmenter la rentabilité de l'élevage. Ces races mixtes produisent aussi des laits avec de très bonnes aptitudes pour la transformation fromagère. Leurs produits bénéficient d'ailleurs souvent d'une AOP et ces races mixtes sont imposées dans la plupart des cahiers des charges de ces AOC, en raison de leurs caractères intrinsèques et des liens aux terroirs qu'elles symbolisent. Au demeurant, les systèmes d'élevage en races mixtes peuvent être assez souples ; les taux de renouvellement sont plus faibles qu'en race laitière très spécialisée du fait de performances de reproduction moins dégradées et de meilleures qualités d'élevage. Les races mixtes produisent aussi des laits qui ont une très bonne aptitude à la transformation fromagère.

Alternativement, des animaux de type laitiers mais ayant une meilleure longévité, permettraient d'alléger les impératifs de renouvellement des femelles et ainsi de pouvoir pratiquer du croisement industriel, éventuellement demain par utilisation de semences sexées pour restaurer une mixité d'aptitudes, non plus au niveau de l'animal lui-même, mais au niveau du cheptel exploité.

B2.1.d - La sélection des races locales en ovins laitiers

En ovin laitier, l'objectif est de continuer à conforter les schémas de sélection de ces races en adaptant les objectifs de sélection aux besoins des éleveurs et de la filière et aux contraintes des milieux. Le dispositif génétique se caractérise par la conduite de cinq schémas de sélection de races locales dans leurs bassins d'élevage respectifs.

Globalement, l'enjeu est de conforter l'accès au plus grand nombre à l'amélioration des races locales et d'adapter les objectifs de sélection aux besoins des éleveurs et des filières. En amont, il s'agit, au-delà des caractères de production, de pouvoir identifier les nouveaux caractères contribuant à la sélection de la « brebis idéale » : efficacité alimentaire (capacité dépôt/reconstitution des réserves corporelles et valorisation des ressources exploitations), fertilité et longévité fonctionnelle, facilité de traite et aptitudes à mono traite, tout en préservant la capacité d'allaitement, la persistance laitière, la composition du lait en regard de la valorisation technologique. Il s'agit aussi d'intégrer dans les programmes de sélection les innovations développées/validées par la recherche : sélection génomique, automates de contrôle de performance permettant de mesurer la cinétique de traite, définition des objectifs de sélection sur une base économique, etc. Ceci en prenant en compte le différentiel de demande des différentes races et donc bassins.

B2.1.e - Produire un lait adapté à la demande

Globalement, il n'y a plus de problème majeur sur les teneurs moyennes en protéines des laits même s'il faut toutefois veiller à ce qu'elles ne diminuent pas, notamment dans les systèmes économes en intrants. Les transformateurs s'expriment peu sur les caractéristiques pour les laits si ce n'est d'avoir des « laits aptes à toute transformation ». Du coté élevage il faut donc surtout veiller à limiter les signes de non qualité comme des teneurs en Calcium inférieures au seuil réglementaire de 1,2 g/l ou les risques de lipolyse. Les industries laitières constatent en effet une augmentation des phénomènes de lipolyse (libération des Acides Gras Libres dans le lait qui en s'oxydant provoquent un défaut de flaveur) dans les laits de collecte en France[141]. Par ailleurs, le projet « Phénofinlait » (Govignon-Gion *et al.*, 2012) a montré qu'il existe une variabilité génétique forte sur le profil en acides gras des laits mais aussi des caséines, qui pourrait être introduite dans un programme de sélection génomique. Toutefois, il existe une corrélation génétique non négligeable et parfois même forte entre la teneur en acides gras insaturés et la teneur en protéines et en matière grasse du lait (Stoop *et al.*, 2007). Les laits les plus riches en acides gras insaturés étant aussi ceux qui ont les taux butyreux et protéiques les plus faibles. Cela peut à terme remettre en cause la grille de paiement du lait, d'autant plus que l'accroissement de la teneur en acides gras insaturés par la voie alimentaire a souvent aussi tendance à réduire le taux butyreux (Peyraud *et al.*, 2011). Les facteurs alimentaires affectant la composition en acides gras des laits sont aujourd'hui bien connus pour les différentes espèces de ruminants laitiers (Chilliard *et al.*, 2007).

[141] http://www.lactalis.fr/prodlait_nouveau/pdfs_conseils/conseil_juillet.pdf

B2.2 - Les pratiques d'alimentation et d'élevage

B2.2.a - Limiter les apports de concentrés

Il est possible de limiter les apports de concentrés en ne cherchant pas à extérioriser tout le potentiel productif laitier sans pénaliser les performances de reproduction. Le potentiel laitier des animaux d'aujourd'hui permet d'obtenir de bonnes performances en utilisant des fourrages d'excellente qualité. Les nombreux essais conduits en Irlande ou en France montrent qu'il est possible d'atteindre près de 7 000 kg de lait par lactation avec des vaches de race Holstein en système herbager et vêlages de printemps, tout en distribuant moins de 500 kg de concentré (Horan *et al.*, 2005 ; Delaby et al., 2009). De même, les travaux conduits en Bretagne (Portier et al., 2003 ; Losq *et al.*, 2005) sur la réduction des apports de concentré dans les systèmes à base d'ensilage de maïs et d'herbe pâturée ont bien démontré l'aptitude des vaches à bien valoriser les fourrages de qualité (herbe et maïs). Les données de 1000 lactations montrent que la réduction des concentrés de 1400 kg à 600 kg/lactation fait nettement baisser le cout alimentaire et permet une amélioration globale des performances technico économiques (malgré une réduction de la production de lait de 0,9 kg/kg de concentré), qu'elle n'a pas d'effet sur les performances de reproduction et qu'elle permet une baisse des interventions sanitaires et une légère diminution du taux de réforme. De telles réductions des apports de concentrés ne sont par contre pas envisageables dans les zones d'élevage de montagne où les fourrages conservés sont souvent de qualité très inférieure à celle de l'ensilage de maïs. En ovin lait, le développement récent des automatismes utilisant l'identification électronique permet d'envisager une certaine individualisation des apports dans un contexte d'alimentation raisonné à l'échelle du troupeau ou du lot. Cette innovation nécessite de compléter les références disponibles pour définir les stratégies optimales en matière de gestion des apports de concentrés en fonction du fourrage disponible et des besoins des animaux (stade physiologique, niveau de production…).

B2.2.b - Faire coïncider les périodes de besoins élevés des troupeaux et la disponibilité en fourrage

Il est possible de mieux caler les phases de besoins élevés des troupeaux avec les périodes de disponibilité de ressources de qualité par le choix des périodes de mises-bas, ce qui est typiquement le cas dans les systèmes herbagers avec des vêlages de fin d'hiver.

B2.2.c - Allonger les durées de lactation

L'allongement des durées de lactation chez la vache laitière permet de disposer d'animaux à besoins plus modérés pouvant être couverts avec des fourrages et limitant ainsi l'utilisation de concentrés. Cette pratique est tout à fait réalisable avec les vaches Holstein dont les niveaux de production sont encore élevés au moment classique du tarissement (fin du dixième mois). Ainsi des enquêtes réalisées en Bretagne ont montré que 20 % des lactations ont une durée supérieure à 395 jours et que sur les 90 000 lactations « longues » étudiées (441 jours en moyenne avec une production de 19 kg/j à 305 jours), 79 étaient subies par les éleveurs suite à des problèmes de reproduction (fécondations tardives) et 21 % étaient volontairement allongées (mise à la reproduction volontairement tardive) (Trou *et al.,*2010). La pratique consiste à décaler la période de reproduction de certaines vaches au-delà du pic de lactation à une période où elles ne sont plus en bilan énergétique négatif. L'allongement de la lactation impacte faiblement la production annuelle des animaux d'autant plus que la faible baisse de volume produit est compensée par l'augmentation des teneurs en protéines et matières grasses des laits. Cette pratique offre aussi d'autres avantages : meilleure régularité des livraisons mensuelles comparativement aux troupeaux dont les vêlages sont groupés sur une période, diminution du taux de réforme annuel ce qui contribue à optimiser le ratio animaux productifs/animaux présents dans le troupeau (Broccard *et al.*, 2009). Par ailleurs, 65 % des incidents de santé se produisant dans les 45 premiers jours de lactation, le remplacement de trois cycles production de 12 mois par deux de 18 mois réduirait les risques d'un tiers. La principale limite reste que le taux de comptages cellulaires du lait est plus élevé chez les animaux multipares en lactation longue ce qui indique que cette pratique ne peut être mise en place qu'au sein de troupeau ayant des mamelles saines d'excellente qualité. Les simulations économiques démontrent

toujours l'intérêt de cette conduite, en raison notamment de la baisse des charges opérationnelles liée au moindre besoin en génisses d'élevage.

Peu répandue jusqu'au début des années 2000, la conduite de lactations longues se développe en chèvre laitière aussi et cette pratique concerne presque le tiers des effectifs. La lactation dépasse alors les 10 mois habituels pour atteindre 500 à 600j chez les adultes (des durées beaucoup plus importantes pouvant être atteintes, jusqu'à 4 ans) (Institut de l'Elevage ; 2012b). Elle peut constituer une alternative intéressante à la réforme anticipée du fait d'échec à la reproduction. Il s'agit alors de lactations longues subies ce qui est le cas le plus fréquent. Mais la pratique peut aussi être choisie délibérément par l'éleveur pour simplifier le travail et étaler la production en réponse à la demande des transformateurs. Notons aussi que la moindre production de chevreau n'est pas pénalisante du fait de la faible valorisation de la viande.

B2.2.d - Raccourcir la période d'élevage des jeunes

Pour limiter les besoins en fourrages des troupeaux et aussi réduire les émissions vers l'environnement, il y a tout intérêt à raccourcir la période d'élevage des génisses car pendant cette période les animaux ne produisent pas de lait (ils produisent par contre de la viande car ils sont en pleine croissance). Cette pratique est physiologiquement possible, du moins avec les génisses de race Holstein qui du fait de leur puberté suffisamment précoce, peuvent vêler à 2 ans. Cette pratique nécessite simplement un plan d'alimentation bien adapté.

B2.3 - Réduire l'usage des hormones et traitements curatifs

Les épizooties (ESB, FCO, tremblante, virus de Schmallenberg…), les maladies enzootiques d'origine multifactorielle ou parasitaire (dites aussi maladies de production) et plus généralement tous les troubles de la santé chez les adultes et les jeunes (maladies néonatales) peuvent avoir des conséquences très négatives sur le revenu et sur la pérennité des exploitations touchées quelle que soit la filière, ainsi que sur le fonctionnement des outils collectifs de sélection, notamment en cas de restriction des mouvements d'animaux. Dans ce contexte, il est important de poursuivre les programmes de surveillance et de lutte contre les épizooties et de maintenir une veille sur les maladies émergentes. Pour autant, face aux demandes sociétales et aux enjeux de santé publique, les pratiques d'élevage doivent évoluer vers une utilisation moins importante des antibiotiques et autres molécules médicamenteuses même si cela induit, au moins dans un premier temps, quelques risques en terme de chute de la productivité des élevages. Les éleveurs sont demandeurs de solutions préventives notamment vis-à-vis de l'infertilité et les mammites (Zundel *et al*., 2010). Tout l'enjeu est de réussir à prendre ce virage avec le minimum de conséquences pour l'élevage et si possible en transformant cette demande en un atout pour réduire les couts de production.

B2.3.a - Réduire l'usage des hormones pour la reproduction en élevage de petits ruminants

En élevage de petits ruminants, la mise à la reproduction en dehors de la saison sexuelle naturelle permet d'adapter les courbes de production de lait en réponse à la demande des transformateurs. Pour cela, les traitements hormonaux permettent l'induction et la synchronisation des ovulations en contre-saison et cette pratique est devenue essentielle pour l'application de l'insémination artificielle (IA). Toutefois, le contexte législatif et sociétal européen remet en cause de plus en plus l'emploi des hormones en élevage à cause des risques potentiels sur la santé publique. De plus, les cahiers des charges de certaines productions AOC et la production biologique interdisent l'utilisation d'hormones. La mise en œuvre de pratiques alternatives à l'emploi des progestagènes de synthèse pour maîtriser la reproduction est devenue un enjeu fort.

Chez la chèvre laitière, il est possible d'utiliser l'effet mâle en remplacement de l'eCG (Equine Chorionic Gonadotrophin) utilisée dans ces traitements hormonaux. La pratique consiste à introduire un bouc dans un groupe de chèvres en anoestrus ce qui provoque une ovulation dans les 2 à 3 jours qui suivent, le contact avec le bouc entraînant la sécrétion de LH. Le degré de synchronisation des ovulations semble

suffisant pour permettre l'utilisation de l'IA (Pellicer-Rubio et al., 2007), même si les résultats sont encore un peu moins précis et efficaces que ceux obtenus avec les hormones.
Chez les ovins, il n'existe pas encore de traitement alternatif présentant des résultats suffisants tant d'un point technique (fertilité…) qu'économique comparativement aux traitements hormonaux.
En matière d'insémination animale, la priorité du secteur ovin (laitier mais aussi et surtout allaitant) est l'allongement de la durée de conservation de la semence (pour l'instant limitée à 8/10 heures) dans un contexte d'IA en semence fraîche.

Chez les caprins, les variations saisonnières d'activité sexuelle dans les deux sexes conduisent les animaux à passer plus de 70 % de leur temps dans l'année en inactivité sexuelle. Les changements graduels de la durée du jour (photopériode) au cours de l'année contrôlent les variations saisonnières de la reproduction. Dès lors, la manipulation de la photopériode permet de maîtriser la saisonnalité et de rendre possible la reproduction en dehors de la saison sexuelle (Chemineau et al., 1996) en stimulant l'activité sexuelle des mâles (comportement, production et qualité de la semence) et des femelles (œstrus, ovulation). Le principe du traitement consiste à soumettre les mâles et les femelles à une alternance de jours longs (plus de 12h) et de jours courts à des moments précis de l'année. Alors que les jours longs sont inhibiteurs, le passage à des jours courts stimule l'activité sexuelle. L'effet stimulateur sur l'activité ovulatoire spontanée des chèvres n'est pas immédiat et pour que les animaux perçoivent un signal de jour long efficace, le traitement de jours longs artificiels doit être appliqué pendant au moins 75j consécutifs. Il faut prévoir l'introduction des boucs pour la saillie naturelle après 60 jours courts. Classiquement un traitement de jours longs comprend des jours de 16h de lumière (éclairement apporté par des tubes fluorescents fournissant au moins 200 lux au niveau des yeux des animaux) et de jours courts, des jours de 8h. Plusieurs protocoles sont proposés. Cette pratique a tout intérêt à être associée à l'effet mâle pour synchroniser les chèvres qui ont reçu un traitement lumineux.

B2.3.b - La maîtrise des mammites en élevage laitier

En élevage laitier les mammites sont la première maladie observée dans les élevages laitiers français (Fourichon et al., 2001) et constituent une préoccupation majeure pour les éleveurs laitiers et la filière. Les infections intra-mammaires représentent le trouble de santé ayant les répercussions les plus importantes au niveau de l'exploitation laitière, surtout bovine et son impact économique peut être estimé à 95€ par lactation (Seegers et al., 2013) incluant la mise en oeuvre de traitements et de mesures de prévention, les pertes relatives aux réductions des performances, à la non-commercialisation du lait des vaches à forte concentration en cellules somatiques et aux pénalités sur le prix du lait vendu. De récentes études de l'Institut de l'élevage montrent que la situation au niveau national des concentrations cellulaires des laits de tank a tendance à se dégrader depuis quelques années, et ce de manière identique entre les régions même si leur niveau initial diffère (étude CNIEL en cours).

Traditionnellement les animaux subissent un traitement antibiotique systématique au tarissement mais des méthodes alternatives apparaissent. La première voie concerne des stratégies de traitement sélectif au tarissement (Roussel *et al* 2010, Seegers *et al* 2010). Ces travaux montrent que quelle que soit la situation initiale des troupeaux, le traitement antibiotique des vaches à concentration en cellules somatiques de moins de 150 000 cellules/mL peut être arrêté. De plus, dans des situations d'incidence élevée de nouvelles infections en période tarie, l'utilisation d'un obturateur interne de trayon présente un intérêt technique et économique. Cependant ces outils sont relativement peu utilisés par les éleveurs comme par leurs conseillers, la prise en compte des aspects économiques (coûts/bénéfice des mesures d'amélioration) ne suffisant apparemment pas à lever les freins. La seconde voie d'action consiste à accroitre la précocité du traitement en cas de mammite clinique. Des travaux ont été consacrés à la détection précoce, notamment par mesure de la conductivité du lait. Enfin, de nouvelles voies de maîtrise des mammites par l'amélioration de la résistance innée ou induite des animaux voient aussi le jour. L'évaluation génétique de la résistance aux infections intra mammaires intègre désormais les enregistrements des mammites cliniques, en plus des concentrations en cellules somatiques du lait. En outre, l'essor de la sélection génomique (Boichard

et al 2012), qui est associée à une amélioration de la précision des index d'autant plus marquée que les caractères sont peu héritables, permet d'espérer une accélération du progrès génétique sur les caractères fonctionnels, en particulier ceux relatifs à la santé de la mamelle (Sørensen *et al* 2012). Dans ce contexte, la nouvelle formule de l'Index de Synthèse Upra (ISU), entrée en vigueur en février 2012, voit le poids relatif de la production laitière baisser (35 % en race Prim'Holstein), notamment au profit de la santé de la mamelle (18 % en race Prim'Holstein).

Comme pour les bovins, la maitrise des infections mammaires constitue un enjeu majeur des filières de petits ruminants avec quelques particularités à souligner. Si la prévalence des mammites cliniques est relativement limitée, la présence d'infections mammaires subcliniques se traduit par des comptages cellulaires élevés dépassant à l'échelle du tank le million. Des mesures de maîtrise ont été proposées en élevage mais n'ont été que partiellement adoptées, en particulier chez les caprins. En cause notamment, une inadaptation des interventions (outils diagnostiques et recommandations qui en résultent) par une mauvaise prise en compte des spécificités des petits ruminants aussi bien sur le plan animal (étiologie, réponse cellulaire, caractéristiques morphologiques et fonctionnelles) qu'en termes de conduite d'élevage, d'équipement ou d'organisation du travail. Des solutions technologiques existent désormais pour aborder différemment l'intervention en élevage et potentiellement compléter ou valider les modalités de sélection. Ainsi, la valorisation d'outils tels que la détection moléculaire des pathogènes, l'imagerie numérique, les compteurs à lait électroniques, voire les spectres en Moyen Infra-Rouge, permettent d'explorer des pistes encore non ou peu exploitées aujourd'hui, et qui pourraient répondre aux besoins d'un diagnostic de routine adapté à des tailles importantes de cheptel, de caractérisation de la réponse des individus aux infections mammaires et d'une meilleure appréhension des facteurs de risque plus particulièrement associés à la traite.

B2.3.c - La maîtrise du parasitisme au pâturage

Les strongles parasites du tube digestif sont une des principales contraintes pathologiques pour l'élevage des ruminants au pâturage, notamment chez les petits ruminants, et ont été l'une des raisons ayant contribué au recul de la pratique du pâturage en élevage caprin. L'importance de ces parasitoses s'explique par leur fréquence, leur caractère ubiquiste, mais surtout par les pertes économiques qu'elles induisent. En effet, elles affectent les productions sous un angle quantitatif (retard de croissance, pertes de production de lait, baisses de performance de reproduction…) mais aussi qualitatif (déclassement de carcasses, baisse de taux butyreux du lait) (Chartier, 1993 ; Hawkins, 1993). Le plus souvent, les mesures de contrôle reposent sur l'administration répétée de molécules anthelminthiques afin d'éliminer les vers chez les animaux et limiter le cycle des infestations. Ce recours quasi exclusif aux médicaments présente plusieurs limites. Il existe un risque non négligeable d'apparition et de diffusion de résistances aux antiparasitaires comme cela a déjà été identifié chez les petits ruminants. Il existe en outre un risque environnemental avec des impact sur la microfaune prairiale (McKellar, 1997 ; Virlouvet *et al.*, 2006) et un impact potentiel sur l'image des produits. Au vu de ces risques, la réduction des intrants antiparasitaires constitue un objectif important. Cet objectif ne peut être atteint que dans le cadre d'une acception plus large du contrôle des strongles qui intègre notamment un usage rationnel des antiparasitaires, la gestion du pâturage et de l'alimentation des animaux (Hoste et Chartier, 1997).

L'usage rationnel des molécules anthelminthiques implique plusieurs approches complémentaires (Kenyon *et al.*, 2009) qui ne sont pas exclusives mais peuvent se combiner. i) Il s'agit d'une limitation du nombre de traitements collectifs à travers une approche de traitement ciblé (en lot, sans distinction entre individus malades, sains ou sub-cliniques) en s'appuyant sur des outils d'évaluation des périodes à risques tels que des logiciels d'aide à la décision de type Parasit'Info ou des indicateurs parasitaires (par ex des sérologies) ou zootechniques à l'échelle d'un groupe d'animaux. ii) Il s'agit aussi de limiter les traitements aux seuls individus souffrant du parasitisme via une approche de traitement sélectif au sein d'un troupeau (réponse à la question « qui traiter »). De nombreux indicateurs parasitaires, cliniques ou zootechniques présentent un intérêt démontré ou potentiel pour réaliser le choix des animaux à traiter (Hoste *et al.*, 2012 ; Seegers *et al*., 2013) iii) La voie de la sélection de la résistance aux strongles gastro-intestinaux doit aussi être prise en compte. En ovin, une sélection de la résistance aux strongles gastro-intestinaux semble réalisable en centre d'élevage de béliers (Jacquiet *et al.*, 2011).

Parmi les pratiques de gestion du pâturage, il semble possible de i) perturber la biologie des vers et en conséquence la dynamique des infestations avec la consommation de certaines légumineuses fourragères riches en tanins (Hoste et al., 2006) qui ont des activités anti parasitaires mises en évidences chez les caprins et les ovins. Toutefois cette piste reste encore à approfondir car notamment les mécanismes d'action ne sont pas élucidés et il semble que les effets soient transitoires. Il est aussi possible de ii) limiter la probabilité de contact entre l'animal et son parasite par la réduction du chargement et/ou la pratique de pâturage alterné entre bovins et petits ruminants (Hoste et al., 2012). Enfin iii) le meilleur levier technique disponible reste celui de la complémentation protéique ciblée aux animaux les plus sensibles. De nombreuses études démontrent l'intérêt de cette pratique chez les moutons pour d'une part réparer les lésions dues aux vers et d'autre part améliorer les défenses face aux parasites (Coop et Kyriazakis., 1999) mais les applications pratiques en caprins demeurent encore limitées.

B3 - Améliorer les conditions de travail et sa productivité

La réduction du temps de travail et l'amélioration des conditions de travail constituent aujourd'hui une préoccupation majeure des éleveurs laitiers pour toutes les filières et sont déterminantes pour le renouvellement des générations même si le sens donné aux conditions de travail et à sa simplification (allégement de la durée, réduction des astreintes journalières, écrêtage des pics, plus grande différabilité dans le temps….) est très variable selon les éleveurs (Cournut et Dedieu, 2005). En élevage laitier, la contrainte de la traite bi-quotidienne toute l'année est très lourde. En élevage de petits ruminants, le caractère saisonnier de la production se traduit par une charge de travail très importante à certaines périodes (en particulier la période des mises-bas et le début de la période de traite). Par ailleurs, dans toutes les filières l'agrandissement des exploitations a été important et le mouvement se poursuit. A cela vient s'ajouter la diminution de la main-d'œuvre bénévole (les parents qui partent à la retraite sont moins présents sur les exploitations), et le souhait des éleveurs de dégager du temps pour des activités personnelles. Les solutions sont très variées et peuvent prendre la voie de la simplification des conduites ou celle des aménagements de bâtiments avec le recours à la technologie ; les différentes solutions n'étant d'ailleurs pas forcément exclusives mais ces solutions correspondent souvent à de nouveaux investissements.

B3.1 - Changer son organisation et ses pratiques pour réduire le travail

B3.1.a - Simplifier la distribution des rations

La simplification de la distribution des rations est une préoccupation majeure des éleveurs, notamment en bovins du fait des quantités importantes à manipuler (Huchon *et al.,* 2006). Parmi les pistes de progrès, il faut considérer le recours accru au pâturage puisque dans ces périodes il n'y a plus à distribuer l'alimentation, le seul temps de travail étant la conduite du troupeau vers les prairies. Le libre-service au silo (les vaches ont un accès direct au silo de fourrage) est aussi une pratique qui permet de réduire le temps de distribution mais nécessite des bâtiments organisés en conséquence et n'est pas adaptée pour des troupeaux de plus de 40-50 vaches. La diminution du nombre de distribution des fourrages à 2 ou 3 fois par semaine plutôt que chaque jour est également possible à condition de veiller à la bonne préservation de la qualité des fourrages ensilés. Enfin, l'utilisation des rations complètes, pratique dans laquelle tous les animaux reçoivent une même ration distribuée avec une remorque mélangeuse des fourrages et concentrés, s'est développée dès dans les années 80 pour simplifier le travail par rapport à des pratiques plus classiques, consistant à distribuer le fourrage et à ajuster les apports de concentrés (souvent en salle de traite) à chaque vache en fonction de son niveau de production. L'utilisation d'animaux plus robustes, en réduisant le temps passé à l'observation des animaux et aux soins doit aussi permettre de réduire le temps de travail.

B3.1.b - Réduire l'astreinte liée à la traite

Des marges de manœuvre importantes concernent la traite qui représente 50 % du temps d'astreinte en élevage laitier (Chauvat *et al.,* 2003). Les animaux sont en principe traits 2 fois par jour à intervalles de 10 à 12h dans la journée et les simplifications concernent la suppression d'une traite par semaine, la modification des intervalles de traite et le passage à la monotraite (une seule traite par jour). Celle-ci permet la réduction la plus importante du temps de travail mais elle s'accompagne d'une réduction conséquente de la production de lait chez les vaches (de l'ordre de 30 %, Flament *et al.*, 2013). Elle n'est de ce fait que peu pratiquée en bovins lait, et le plus souvent elle est mise en œuvre en fin de lactation pour gérer le quota lorsque les vêlages sont groupés. Notons qu'il existe une forte variabilité individuelle de réponse des vaches à la monotraite et que c'est aujourd'hui un critère de sélection des animaux en Nouvelle Zélande. En caprin, la monotraite est intéressante car la chute de production est plus faible (de l'ordre de 10 à 15 % ; Marnet et Komara, 2008). En France, la moitié des éleveurs caprins étant aussi producteurs de fromages, la faible chute de lait est plus que compensée par la vente de fromage du fait de la valeur ajoutée liée à la transformation.Pour la filière ovine, les résultats récents obtenus en race corse et en race Lacaune dans le cadre du programme Roquefort'in sont encourageants avec une perte de lait plus proche de celle observée en caprin que celle des vaches. Mais sa mise en œuvre dans les élevages demandera une adaptation des cahiers des charges des fromages sous AOP pour lesquels une traite bi-quotidienne est obligatoire. En fait ce n'est que pour des allongements au-delà de 16-18 h que les baisses de production laitière s'amplifient. Il est donc possible de traire les vaches avec un écart de temps entre les 2 traites de la journée beaucoup plus réduit que 10 à 12 h en ne perdant qu'une quantité de lait modérée (environ 5 % pour un écart de 7h et 10 % pour un écart de 5 h, Rémond *et al.,* 2006). Chez la vache, la suppression d'une traite par semaine (par exemple celle du samedi soir ou du dimanche soir) n'entraine que des pertes très modérées (de 1 à 3 % de lait, Marnet et Komara, 2008) si les durées des intervalles entre les traites adjacentes sont ajustées progressivement les deux jours précédents.

B3.2 - Investir pour réduire le travail

Certaines solutions mises en œuvre pour améliorer les conditions de travail correspondent aussi souvent à de nouveaux investissements : réaménagement des bâtiments, amélioration de la chaîne de récolte et de distribution des fourrages, développement et automatisation des installations de traite, etc. C'est alors souvent l'ensemble du système qu'il faut repenser. Pour de nombreux éleveurs, les besoins de modernisation sont encore importants. Ainsi dans la filière ovin lait, selon les résultats de l'enquête ovine réalisée en 2008 par le SSP, seulement 17 % des bâtiments destinés au logement des brebis ont été construits ou rénovés au cours des sept dernières années. En Corse, un éleveur sur quatre n'a pas de bâtiment pour loger ses brebis. Un quart des installations de traite n'a pas été rénové depuis plus de quinze ans et dans les Pyrénées-Atlantiques ainsi qu'en Corse, près de 30 % des éleveurs traient leurs brebis à la main… L'innovation majeure vient du développement des robots de traite mais cette technologie est pour l'instant uniquement disponible pour les vaches laitières. En 2012 environ 3 300 exploitations étaient équipées de robots ce qui représente 5 % des élevages laitiers et ce nombre s'accroît très vite (Figure 11). L'ensemble des bassins laitiers français est concerné par cette robotisation. L'économie de temps et la souplesse d'organisation du travail paraissent bien sûr les points les plus attrayants du robot, mais au-delà de l'allègement de l'astreinte quotidienne, cet investissement va fortement affecter le fonctionnement de l'exploitation et le temps d'astreinte de la traite doit être en partie réutilisé pour la surveillance du troupeau au quotidien. Aujourd'hui apparaissent sur le marché de nouveaux automates permettant une distribution totalement automatisée des rations et notamment du fourrage. Ces machines peuvent dialoguer avec les robots ce qui laisse présager pour demain des étables pouvant être pilotées. Plus généralement, l'introduction de nouvelles technologies, par exemple l'identification électronique des animaux doit permettre de simplifier la conduite et le suivi d'élevage dans toutes les filières.

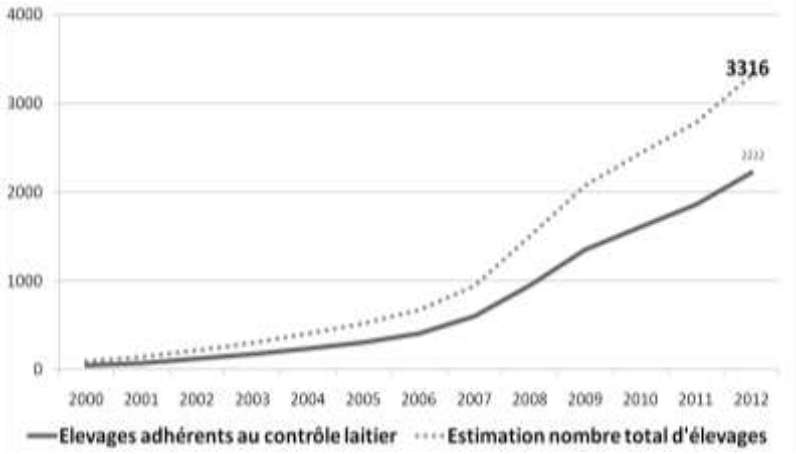


Figure 11 *: Nombre d'exploitation équipées d'au moins un robot de traite en France ; Source : Institut de l'élevage (base de données nationale de vérification des compteurs à lait électroniques)*

La sous-traitance de certaines tâches (recours aux CUMA ou aux entreprises pour certains travaux) ou le recours à de la main-d'œuvre salariée, avec parfois recours à de l'emploi partagé ou aux services de remplacement, sont des solutions qui peuvent être envisagées. Il en est de même de la simplification de certaines tâches qui permettent de réduire le travail d'astreinte. La délégation de l'affouragement du troupeau à une Cuma pour la récolte des fourrages et le désilage reste malgré tout une solution qui se développe relativement peu car il est peu fréquent d'avoir à un même moment suffisamment d'éleveurs intéressés. Le recours à de la main-d'œuvre salariée, avec parfois recours à de l'emploi partagé ou aux services de remplacement, sont des solutions qui peuvent être envisagées. Il en est de même de la simplification de certaines tâches qui permettent de réduire le travail d'astreinte. A titre d'exemple, la suppression d'une traite par jour est actuellement envisagée.

B3.3 - Intégrer les possibilités offertes par les innovations technologiques et organisationnelles, l'émergence de l'élevage de précision

Les outils de la génomique, mais aussi les possibilités offertes par les capteurs miniaturisés, portables et en ligne, les bases de données, leur traitement, les simulateurs et les outils d'aide à la décision sont de plus en plus disponibles. S'y ajoutent des Wikis agricoles, des réseaux sociaux agricoles[142] ou les portails des professionnels de l'agriculture et de l'élevage. Tous ces outils nouveaux doivent permettre aux éleveurs de rationnaliser encore plus leur gestion pour plus de précision et une meilleure rentabilité de l'atelier d'élevage mais aussi de la conduite des cultures et une meilleure gestion des effluents. Ces nouvelles technologies permettent aussi aux éleveurs de se rapprocher, de se comparer, d'échanger sur leurs pratiques, et *in fine* aux meilleures pratiques d'être diffusées plus vite qu'avant. Ces nouveaux outils semblent parfois dérouter ou faire peur à l'éleveur, qui a l'impression de se faire déposséder de son libre arbitre sur ses décisions. C'est probablement aux réseaux des organismes de conseil (Chambres d'Agriculture, Organismes de Conseil en élevage, Instituts techniques…) de les diffuser, de façon à rendre leur utilisation familière aux éleveurs et de favoriser leur appropriation. Les éleveurs qui intégreront comme le font les éleveurs hollandais les outils de l'élevage de précision seront très certainement les plus compétitifs.

Même si les capteurs et les ordinateurs ne pourront jamais remplacer l'œil de l'éleveur, l'émergence de l'élevage de précision doit contribuer à l'optimisation de la conduite d'élevage en produisant des alertes à destination de l'éleveur par exemple dans le cadre de la surveillance des chaleurs, en aidant au diagnostic précoce de dysfonctionnement de l'animal et donc à l'anticipation des ajustements, en améliorant l'efficience de l'alimentation par une approche individuelle à l'animal ou encore en aidant à la conduite du

[142] www.chil.org

pâturage (mesures automatisées de la hauteur d'herbe, position des animaux, clôtures virtuelles). Ces technologies vont se développer dans les différentes filières et s'adapter aux différents types d'élevage, du plus intensif à la conduite sur parcours. Ces technologies vont fortement faire évoluer le métier d'éleveur et sa relation aux animaux et sans doute aussi éclairer le métier sous un jour nouveau et plus attrayant pour les jeunes générations, ce dernier point étant en fait très important pour l'attractivité du métier. L'élevage de précision est permis par les sauts technologiques concernant les technologies de l'information et de la communication, les processeurs de plus en plus puissants et l'arrivée de capteurs et technologies éprouvées dans d'autres secteurs et utilisables aujourd'hui en élevage à des coûts abordables pour accéder à haut débit à des paramètres biologiques, morphologiques ou comportementaux (Figure 12). Mais de nombreuses questions restent à ce jour qu'il convient d'analyser. Elles concernent notamment la quantité et la pertinence des alertes, les compatibilités entre constructeurs, le traitement des données et leur appartenance.

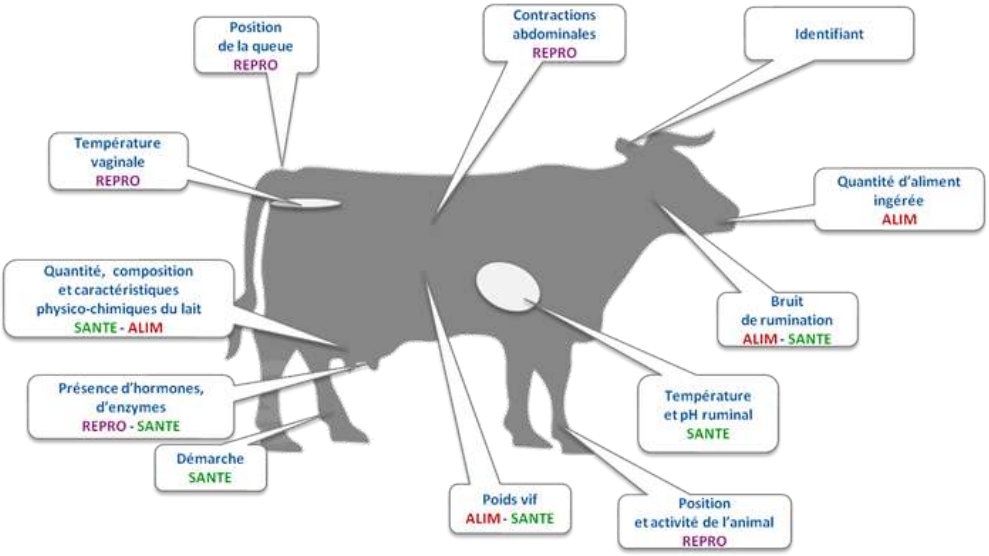


***Figure 12** : Paramètres pouvant aujourd'hui être enregistrés sur des vaches laitières*

B4 - Rechercher la double performance économique et environnementale

L'élevage et les productions animales font l'objet, dans les pays développés, de débats et remises en question, en particulier depuis le rapport de la FAO « *Livestock's long shadow* » (Steinfeld *et al.,* 2006), alimentés par des considérations allant de leur coût global en énergie et en ressources fossiles jusqu'à des considérations sur le statut de l'animal dans la société. L'élevage laitier, notamment celui des bovins, tient une place centrale en raison de l'importance des surfaces qu'il valorise mais aussi du fait de la spécialisation et de l'intensification des systèmes de production qui a été permise par l'intensification des cultures fourragères et de la production par l'utilisation accrue des concentrés. Dans un proche avenir les deux principales questions concernent (i) les émissions de nitrate dans le cas des territoires de l'Ouest puisqu'elles peuvent contribuer à y bloquer le dynamisme du secteur et (ii) les émissions d'ammoniac (NH_3) et de GES (CH_4 et N_2O) pour tous les élevages car les ruminants sont souvent mis en accusation et nous avons vu que les émissions de GES variaient peu selon les systèmes. La question de la consommation des ressources naturelles est également posée, notamment celle de l'énergie aussi pour des raisons de coût de production.

Alors que la variabilité entre zones de production (plaine *vs* montagne) ou entre systèmes est faible en moyenne sur plusieurs des critères caractérisant l'impact sur l'environnement (cf. Tableau 8), une forte variabilité intra zone de production est mise en évidence. Ces différences entre exploitations d'une même

zone, comprises entre 20 % et 30 %, sont observées pour l'ensemble des indicateurs environnementaux. Cette variabilité est illustrée dans le cas de l'impact Eutrophisation dans la Figure 13. La variabilité sur la consommation d'énergie en intra système (Figure 14) est de même ampleur. Ce résultat laisse entrevoir qu'il y a des pistes de progrès. Rappelons que cette consommation d'énergie est en moyenne de 125 EQF pour produire 1 000 litres de lait soit 4,4 MJ / L lait dont 100 EQF pour l'énergie directe (produits pétroliers et électricité) et indirecte (engrais, aliments) et 25 EQF correspondant aux autres postes de structure (Matériel, Bâtiments et autres) en élevage de vaches laitière. Les exploitations caprines de Charente Poitou sont plus consommatrices (200 EQF/1000 litres, Jénot et al., 2012), la principale différence étant liée au poste alimentation. Mais la variabilité est également importante dans les exploitations caprines puisque la consommation varie entre 138 pour les fermes les plus économes à 297 pour les moins économes dans les données des réseaux d'élevage. Il ressort donc que les variations d'empreinte environnementale sont davantage liées à la gestion du troupeau et aux pratiques qu'au système de production et à sa zone d'appartenance.

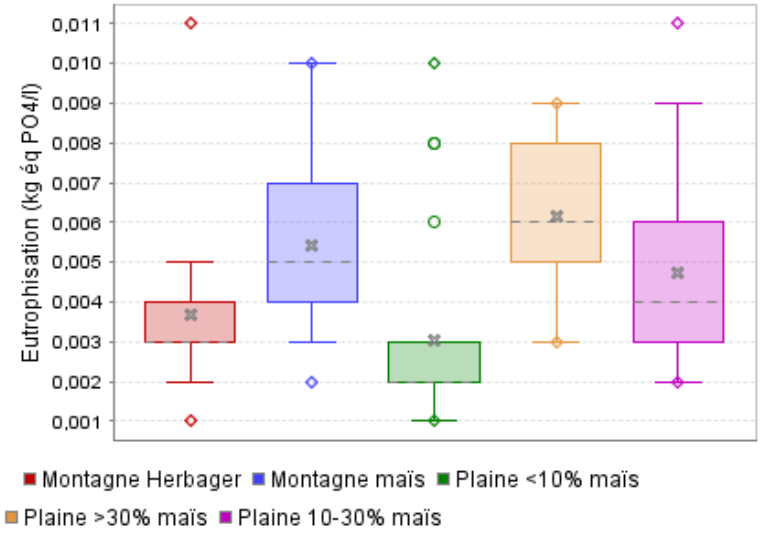


Figure 13 *: Variabilité inter système et intra système sur l'impact d'eutrophisation (lixiviation du nitrate et lessivage du phosphore) pour cinq systèmes laitiers (d'après Dollé* et al.*, 2013)*

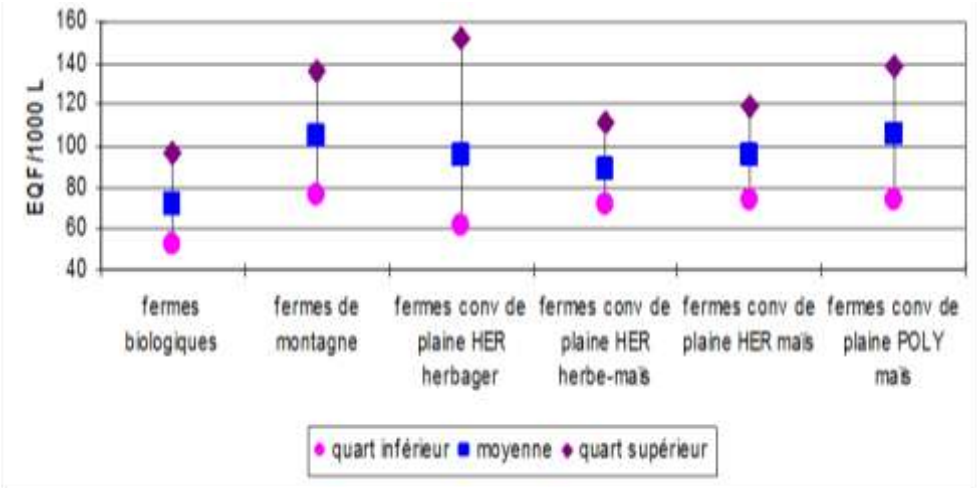


Figure 14 *: Variabilité inter systèmes et intra systèmes pour la consommation d'énergie (1 EQF = 0,88 L de fioul ou encore 35,8 MJ)*

B4.1 - Options pour mieux utiliser l'azote et réduire les émissions du NO_3, de NH_3 et N_2O.

Les pratiques à mettre en œuvre pour mieux gérer l'azote et limiter les pertes vers l'eau (sous forme de nitrate) et l'air (sous forme de NH_3 et de N_2O) sont maintenant bien connues (Peyraud et al., 2012) et ne se limitent pas au rôle reconnu aujourd'hui des cultures intermédiaires pièges à nitrate ou « CIPAN ».

B4.1.a - Mieux valoriser l'azote des effluents

Des progrès majeurs peuvent être obtenus par une meilleure gestion des effluents. En premier lieu, il s'agit de préserver l'azote (N) pour préserver leur valeur fertilisante. Des techniques sont d'ores et déjà disponibles pour limiter les émissions au stockage et à l'épandage des lisiers : réduction des émissions provenant des enceintes de stockage par la couverture des fosses ou la réduction de la surface de l'enceinte par unité de volume, application localisée (pendillards pour le lisier) ou par enfouissement/injection dans le sol. En second lieu il faut mieux connaître la valeur fertilisante de l'effluent pour mieux piloter l'apport de N minéral éventuel. La biodisponibilité en azote est liée au type de produit, avec des valeurs élevées pour la plupart des effluents liquides (70 à 100 % du N disponible sur l'année), des valeurs faibles pour les fumiers et effluents compostés (20 à 40 %) et intermédiaires pour des produits de type lisiers (30 à 50 %). L'utilisation d'outils (par ex Quantofix) permet de connaître précisément la biodisponiblité de l'azote de chaque effluent et de mieux raisonner les apports et d'améliorer la gestion agro-environnementale des effluents.
La séparation de phase permet d'obtenir deux produits qui pourront être gérés différemment et potentiellement mieux : une phase solide avec des concentrations en azote total et en phosphore respectivement 2 et 4 à 5 fois supérieures à celles du produit initial, et une phase liquide (moins de 2 % de MS) avec de l'azote essentiellement sous forme ammoniacale (85 %) très disponible. Enfin, le compostage permet de stabiliser la MO des effluents mais les pertes d'azote par volatilisation peuvent être importantes si le procédé est mal maîtrisé.

B4.1.b - Maintenir des prairies de longue durée et des légumineuses dans les assolements

Compte tenu de leur aptitude à bien valoriser l'azote, à produire un fourrage riche en protéines et à limiter les émissions de NH_3, une option intéressante réside dans l'accroissement de la part des prairies. Le rôle de la prairie sur les fuites d'azote par lixiviation est plus nuancé mais les pertes sont faibles sous prairies permanentes peu intensives ou prairies fauchées (technique du « zéro pâturage », plus coûteuse) et restent très limitées pour des prairies pâturées de façon modérée ou exploitées de façon mixte en fauche et pâture, c'est-à-dire au-dessous de 450 (zones séchantes) à 550 (zones humides) journées-vache de pâturage par an. Par ailleurs, le maintien des prairies pendant plus de 4-5 ans au sein des rotations permet de limiter les risques de lixiviation induits par la forte minéralisation d'azote lors de la mise en culture et de trouver le compromis entre stockage de carbone (et azote) dans les sols et valorisation de l'azote minéralisé. En prairies, les légumineuses de leur côté permettent de réduire les pertes de N_2O comparativement aux prairies de graminées fertilisées. L'introduction d'une luzernière au sein de rotations céréalières, en adaptant la fertilisation azotée, permet également de réduire sensiblement la lixiviation du nitrate.

B4.1.c - Adapter la conduite des troupeaux

Tout excès alimentaire, en azote dégradable au niveau du rumen ou en apport intestinal d'acides aminés sera excrété en urée, accroissant les risques d'émissions de NH_3. Ceci doit inciter à calculer les rations des ruminants en évitant tout apport excessif, en particulier tant que les troupeaux sont en bâtiment et sont alimentés en partie avec des protéines achetées. Les connaissances en nutrition permettent aujourd'hui de gérer l'alimentation des ruminants pour réduire les rejets sans affecter les performances zootechniques, même si des progrès sont encore possibles. Dans un autre registre, rappelons aussi que limiter les rejets des génisses en les faisant vêler plus tôt peut aussi contribuer à réduire les quantités d'azote rejetées.

B4.1.d - Gérer l'azote à des échelles plus larges que l'exploitation

Des synergies entre exploitations spécialisées dans des secteurs complémentaires peuvent s'envisager à une échelle territoriale compatible avec les contraintes logistiques. La complémentarité entre exploitations a été bien étudiée pour le transfert d'effluents entre exploitations porcines et céréalières mais reste peu explorée en élevage de ruminants. Cette piste peut être intéressante pour des exploitations avec un atelier porcin à côté de l'atelier lait. Le transfert d'effluents se heurte, au moins dans le cas des lisiers non traités et non désodorisés, aux réticences des riverains. Le traitement des effluents, en levant ces limites, ouvre des marges de manœuvre : il permet le transport vers d'autres exploitations ou régions agricoles et de sécuriser les conditions d'utilisation (désodorisation, hygiénisation). Composts, résidus déshydratés ou boues séchées peuvent ainsi être exportés en dehors des zones d'élevage.

Enfin, **une déconcentration de l'élevage** ou de certaines filières animales depuis des territoires de forte densité animale vers d'autres territoires peut s'envisager, au cas par cas : localement entre cantons proches ou bien entre territoires plus distants. Mais la cohérence économique du modèle actuel, caractérisé par une concentration territoriale et régionale des filières d'élevage, rend peu réaliste des propositions d'évolution qui s'écarteraient radicalement de ce « modèle ». Toutefois de telles relocalisations ont eu lieu dans des filières concentrées comme par exemple la filière porcine en Europe du Nord. Avec la sortie des quotas laitiers, la production laitière dans l'Ouest pourrait croître et cela pourrait nécessiter de déplacer des génisses d'élevage ou de repenser la place de troupeaux allaitants installés dans l'Ouest après la mise en place des quotas. Ces approches pourraient alors aider alors à rétablir les équilibres territoriaux de la charge azotée

Les aménagements paysagers permettent d'améliorer les capacités d'épuration des milieux. Pour ce qui concerne les émissions ponctuelles, les haies et les terrains boisés contribuent à la capture de proportions significatives des émissions de NH_3 et diminuent d'autant les niveaux d'exposition des écosystèmes situés en aval. Les émissions diffuses concernent essentiellement le NO_3^-. Les zones humides, naturelles ou construites, ont la capacité de réduire des quantités significatives de NO_3^-. Toutefois l'efficacité épuratrice des zones humides est très variable (Comin *et al.*, 1997; Rutherford et N'Guyen, 2004) du fait des différences d'orientation d'écoulement des flux hydriques, de la nécessité d'avoir des temps de résidence suffisamment longs pour permettre l'épuration et des surfaces concernées par les zones humides. A l'échelle du paysage, les estimations vont de 10 à 50 % du surplus azoté dénitrifié avec des quantités épurées souvent supérieures à plusieurs centaines de kg/ha de zones humides. Ces solutions posent toutefois la question du devenir de l'azote ainsi capté ou transformé (les émissions indirectes de N_2O et de MO dissoutes ne sont pas connues), et celle de la gestion collective de ces espaces à fonctions partagées.

B4.2 - Options pour réduire les émissions de méthane.

Les principaux postes d'émissions en élevage bovin sont le méthane entérique (de 40 à 55 % selon les systèmes), la gestion des effluents (25 %), les intrants et l'énergie directe (12 à 25 %), et enfin les émissions au pâturage (7 %). Il parait donc opportun de vouloir réduire le méthane entérique mais il est plus difficile d'agir sur les émissions de méthane que sur celles d'ammoniac.

B4.2.a - Agir sur les émissions à la source

Il est en particulier difficile de réduire les pertes de méthane du rumen. Le seul levier aujourd'hui reconnu concerne l'enrichissement de la ration en lipides insaturés qui permet une diminution moyenne de 3 à 4 % des émissions de méthane pour 1 % de lipide supplémentaire dans la ration (Martin *et al.,* 2011), sachant qu'il est difficile de dépasser 3 à 4 % de lipides insaturés dans la ration pour ne pas faire chuter le taux butyreux du lait de manière trop pénalisante pour le prix payé au producteur. Quelques marges de manœuvre existent également au niveau de la gestion des effluents. Des études récentes montrent que les litières accumulées seraient émettrices de CH_4 (Edouard *et al.,* 2012 ; Webb *et al.,* 2012) en quantité importante comparativement aux lisiers et que donc les étables sur lisier seraient préférables de ce point

de vue. L'installation d'une unité de méthanisation peut permettre un abattement des émissions de GES compris entre 5 et 7 % (Dollé *et al.,* 2011). Toutefois la mise en œuvre d'un tel dispositif est conditionnée par plusieurs paramètres dont une production constante de déjections (ce qui limite l'usage du pâturage), la disponibilité en co-substrats puisque les effluents d'élevage sont peu méthanogènes, la valorisation de la chaleur et également l'investissement qu'il représente.

B4.2.b - Agir sur le système de production

Le facteur d'émission varie de 90 à 163 kg de méthane par vache laitière et par an lorsque la production laitière passe de 3 500 à 11 000 kg par an. Comme les émissions s'accroissent moins vite que le niveau de production, elles diminuent par unité produite avec le niveau de production des animaux (de 25,7 à 14,8 kg/tonne de lait). Il ne faudrait pas en conclure que l'intensification de la production laitière suffit à réduire nettement les émissions de GES à l'échelle de l'exploitation. En effet, dans les systèmes intensifs, le gain au niveau de l'animal est partiellement annulé par le poids carbone des concentrés (surtout s'ils sont associés à la déforestation ; FAO, 2010) achetés pour nourrir les animaux à très haut potentiel et par celui des émissions qui sont supérieures pour les animaux maintenus en bâtiments du fait de la mécanisation nécessaire et des émissions en bâtiment (surtout si les systèmes sont sur litière accumulée), les troupeaux à haut potentiel pâturant moins. Ces systèmes intensifs se privent aussi du stockage de carbone permis par la prairie. La séquestration du carbone dans les prairies gérées par l'élevage laitier représente un potentiel important d'atténuation des émissions de GES des systèmes d'élevage herbivore qui peut compenser de 6 à 43 % des émissions de GES de l'atelier selon la part de maïs sur la SFP (Dollé *et al.,* 2011).

B4.3 - Liens entre efficience économique et environnementale

La confrontation des données techniques (intrants, dépendance énergétique, productivité laitière, etc.), aux résultats économiques (coût de production, revenu disponible) et environnementaux met en évidence un lien entre efficacité technique, économique et environnementale (Tableau 8). Les exploitations les plus performantes sur le plan technique, sont aussi celles qui minimisent les impacts environnementaux et qui ont les meilleurs résultats économiques. A l'inverse, les exploitations non optimisées d'un point de vue technique, qui ont recours de façon importante aux intrants (engrais, aliments, énergies directes), possèdent des coûts de production plus élevés et ont des performances environnementales dégradées. Il est important de noter que ces constatations se retrouvent aussi bien en zone de plaine qu'en zone de montagne. Elles se retrouvent aussi en élevage caprin (Jénot et al., 2012) où, en Charente Poitou, les exploitations les plus grosses consommatrices en énergie sont aussi les moins autonomes en alimentation. Les systèmes bien conduits, qui valorisent le pâturage (moins de jours en bâtiment), qui sont économes en concentré et en N minéral mais qui arrivent à produire autant par vache avec un chargement un peu plus faible présentent les meilleurs résultats économiques et environnementaux simultanément. Ce sont alors toutes les performances environnementales qui évoluent dans le bon sens. Il est donc tout à fait possible de concilier les deux types de performances mais cela exige l'excellence technique.

Tableau 8 *: Performances technico-économiques et environnementales de deux types d'exploitations selon leur niveau d'optimisation technique en zones de plaine et de montagne ; Source : Dollé et al. (2013)*

Variables		Exploitations de plaine		Exploitations de montagne	
		Systèmes optimisé	Systèmes peu optimisés	Systèmes optimisés	Systèmes peu optimisés
ctur	Lait produit (L/vache)	7 013	6 794	5 781	5 870
	Maïs (% de la SFP	25	31	1,3	3,3

	SH* (% de la SAU)	55	51	88	88
	Chargement (UGB/ha SFP)	1,4	1,8	0,9	1,1
Pratiques	Concentrés (g/L)	154	290	231	288
	N minéral (kg N/ha SAU)	40	107	18	31
	Bilan N (hors fixation, kg N/ha SAU)	33	125	15	47
	N lessivé (kg N/ha SAU)	34	102	0	17
	Temps passé au bâtiment (j)	175	239	193	199
Environnement	Emissions GES nette (kg CO_2/L)	0,7	1,0	0,9	1,0
	Emissions GES nette (kg CO_2/L)	0,6	1,0	0,4	0,7
	Acidification (kg SO_2/L)	0,006	0,009	0,009	0,010
	Eutrophisation (kg PO_4/L)	0,003	0,007	0,002	0,004
	Biodiversité (m^2/L)	1,0	1,3	4,0	3,4
Economie	EBE/PB (%)**	40	25	44	37
	Coûts de production (€/1000 L)	415	442	662	571
	Revenu disponible (€/UMO***)	36 913	17 156	24 949	21 172

* SH : Surface en Herbe

** EBE : Excédent brut d'exploitation ; PB : Produit brut

*** UMO : Unité de Main d'œuvre

B5 - Maîtriser les charges de structure

L'ensemble des pratiques évoquées dans cette partie du document visaient à contenir les charges variables tout en maintenant voire en accroissant la production. Un autre champ de progrès concerne la maîtrise des charges de structure qui atteignent en moyenne 30 % du produit brut dans les exploitations laitières spécialisées (cf. Tableau 2). Les voies de progrès sont en partie connues. Nul doute que l'accroissement de la productivité du travail est une voie majeure de progrès pour autant qu'elle ne s'accompagne pas d'un accroissement très sensible des charges variables.

Il est souhaitable d'éviter le suréquipement qui est une des causes souvent évoquées dans l'alourdissement des couts de production en France (Mc Kinsey, 2010). Les charges de mécanisation et d'équipement sont très variables entre les exploitations dans toutes les filières et représentent en moyenne 20 % du coût de production total (Réseaux d'élevage, campagne 2010). Une réflexion est nécessaire pour développer des itinéraires techniques permettant de diminuer les frais de mécanisation : Il est aussi souhaitable de revoir les mécanismes d'incitations à l'investissement liées au régime fiscal et d'explorer d'autres formes d'organisation du travail telles que la mise en commun de matériel ou la délégation, privilégier le pâturage pour réduire les quantités de fourrages récoltés mais ici il est probable qu'il y ait des effets de seuil, en effet s'il est possible de se passer de matériel sophistiqué en système tout herbe (à l'image des systèmes irlandais très peu mécanisés), les écarts de besoins en matériel sont sans doute faibles entre des systèmes qui disposent de 40 ou 60 % d'herbe dans leur SFP car les besoins en matériel de culture et de récolte ne sont pas fondamentalement différents. Une autre voie de progrès réside dans l'aménagement des parcelles et la restructuration du foncier de l'exploitation afin d'éviter la présence de parcelle très éloignées du corps principal de l'exploitation (parfois plus de 20 ou 30 km) qui nécessitent des matériels très importants pour limiter les durées de trajet. Enfin, les pratiques de travail simplifié du sol, la délégation de certaines tâches ou le développement de solutions collectives (entraide, CUMA) sont aussi de nature à limiter la puissance des matériels présents sur l'exploitation.

B6 - Mieux intégrer l'exploitation laitière dans la filière et au sein des territoires

Ces questions concernent les évolutions au sein de chaque exploitation, les coordinations à trouver entre exploitations partageant un même territoire, l'organisation des filières de production et les conséquences en termes d'équilibre entre grands territoires au niveau du pays.

B6.1 - Améliorer l'organisation territoriale des activités : de l'exploitation à l'échelle nationale

L'agrandissement des exploitations doit permettre des économies d'échelle mais cet agrandissement modifie les systèmes de production et peut entrainer une baisse des performances technico-économiques s'il est réalisé au prix d'un éclatement déraisonnable du parcellaire, diminuant l'accessibilité au pâturage et renforçant les charges de mécanisation. L'éclatement des exploitations est aussi un frein au développement de bonnes pratiques agronomiques, les parcelles les plus éloignées faisant le plus souvent l'objet de pratiques très simplifiées et de monoculture (du maïs ensilage notamment). La réorganisation du foncier à l'échelle collective est de nature à contribuer à l'amélioration des performances technico-économiques et environnementales des systèmes tout en réduisant le temps de travail.

Au sein des territoires d'élevage intensifs (notamment la Bretagne), la résorption des excès d'azote peut s'envisager par le développement de collaborations territoriales locales, d'une part entre producteurs de lait et de porcs, les prairies pouvant recevoir des effluents porcins en remplacement des engrais minéraux de synthèse et, d'autre part, par des échanges entre exploitations laitières et céréalières pour un meilleur recyclage des éléments tout en faisant bénéficier les surfaces en culture d'un retour de matière organique ; mais des barrières réglementaires doivent encore être levées pour accéder à ce type d'évolution (Peyraud *et al.,* 2012). Il est aussi envisageable de créer des échanges entre les régions d'élevage excédentaires en azote et en phosphore et les régions céréalières qui sont déficitaires en ces éléments, comme cela est déjà envisagé aux Pays-Bas (concentration des lisiers et l'exportation vers les zones consommatrices). La méthanisation permet de réduire l'empreinte carbone, de récupérer l'énergie des effluents et de concentrer dans le digestat l'azote, le phosphore et le potassium qui peuvent ainsi être exportés. Ce type d'évolution devient particulièrement critique pour le phosphore dont l'efficience d'utilisation en agriculture est faible (25 %) alors que les pertes sont impliquées dans l'eutrophisation et qu'il s'agit d'une des ressources fossiles les plus limitées (on estime à une centaine d'années seulement les réserves mondiales au rythme d'utilisation actuel). On peut aussi ici rappeler que la prévention des maladies transmissibles repose aussi largement sur des plans de maîtrise collectifs conçus à l'échelle des territoires (Seegers *et al.,* 2013).

La recherche d'une plus grande autonomie peut être recherchée au sein de l'exploitation par l'adaptation du système fourrager mais elle peut aussi s'envisager au niveau territorial, notamment pour les élevages en zone de montagne par la recherche de complémentarité avec la plaine pour la fourniture de céréales, voire de fourrages[143], ou en maintenant/redéveloppant les conditions d'une bonne utilisation des territoires pastoraux : parcours, landes, estives d'altitude…

Avec la sortie des quotas laitiers la physionomie de la France laitière pourrait évoluer vers une concentration augmentée de la production dans les zones déjà denses et ayant des atouts compétitifs aux dépens des ateliers allaitants (qui s'étaient développés lorsque les quotas ont bloqué la dynamique laitière) et un retrait du lait dans les zones moins favorables (c'est d'ailleurs ce que laisse entrevoir l'évolution actuelle des effectifs de jeunes femelles dans les différents bassins). Ces évolutions vont reposer la question de la spécialisation régionale à la fois pour l'affectation des surfaces fourragères entre

[143] On peut ici signaler la démarche originale réalisée dans les Pyrénées-Atlantiques par le syndicat AOP Ossau-Iraty et la Chambre d'Agriculture sur la complémentarité entre plaine et montagne pour la fourniture de fourrage.

troupeaux laitiers et allaitants et pour la gestion de l'azote. Il y a sans doute de nouveaux équilibres à trouver entre territoires ; les solutions devront être accompagnées par les pouvoirs publics.

B6.2 - Adaptation de la capacité de production des élevages aux besoins des filières

Au plan économique, l'enjeu est d'accroître la valeur ajoutée qui est produite dans les exploitations. Il est pour cela nécessaire d'améliorer la rentabilité de l'atelier grâce notamment à une meilleure maîtrise des coûts de production mais aussi d'adapter la capacité de production des élevages aux besoins de la filière. Face aux enjeux de rentabilité et de diversification des filières, la production de lait doit répondre à un nombre croissant de normes et d'exigences.

Dans un contexte de production fromages AOP, au lait entier et parfois au lait cru, la production de lait doit répondre à des conditions de production définies dans le cadre des AOP, mais également des critères relatifs à la qualité technologique et sanitaire du lait. Concernant ce deuxième point, une attention particulière doit être portée à la maîtrise de la flore pathogène tout en préservant au mieux la flore utile. Par ailleurs, afin de répondre aux besoins de diversification de la filière, les éleveurs sont/seront incités à adapter leur période de production : en ovin il faudrait démarrer la période de traite plus tôt à l'automne ou la poursuivre durant l'été, en bovin il faudra sans doute avoir une production plus régulière sur l'année. Ces demandes des filières et des transformateurs ne sont pas sans conséquences sur la conduite des troupeaux (reproduction, alimentation), voire des performances environnementales de l'élevage. Le dialogue entre les acteurs de l'aval et les producteurs est indispensable pour définir les meilleurs compromis.

C - Comment favoriser les évolutions jugées souhaitables ?

Plusieurs leviers devront être actionnés pour favoriser les évolutions dans le sens souhaité par la société car ces évolutions ne sont pas toujours dans l'intérêt économique, au moins à court/moyen terme, des éleveurs. Ces leviers relèvement prioritairement d'actions de la puissance publique mais aussi de l'organisation entre les acteurs des filières ou des territoires et enfin de l'ensemble du secteur de la formation et du transfert.

C1 - Orienter les politiques publiques

Dans un contexte où les aides représentent une part conséquente du produit brut des exploitations (26 % en ovin laitier et jusqu'à 25 % pour les élevages bovins lait de montagne ; Réseaux d'élevage, 2010 et Tableau 2), l'orientation des politiques publiques, en particulier de la Politique Agricole Commune, a un effet majeur sur le revenu des éleveurs et l'évolution des exploitations.

C1.1 - Maintien d'une activité laitière sur le territoire

L'orientation des soutiens publics peut aider au maintien d'une production laitière dans différents territoires et à faire évoluer les systèmes dans le sens souhaité par la société. Le soutien aux zones défavorisées et herbagères à travers l'Indemnité Compensatoire des Handicaps Naturels (ICHN) et la Prime Herbagère Agro-Environnementale (PHAE) a indéniablement contribué à limiter l'érosion des surfaces en prairies permanentes des zones difficiles et à y fixer et soutenir (en complément jusqu'ici de la

politique des quotas) la présence de l'élevage laitier. En outre, la revalorisation de la PHAE lors du bilan de santé de la PAC de 2008 (réforme Barnier) a eu un effet sensible de redistribution des aides vers les systèmes d'élevage extensifs à l'herbe.

Au-delà de l'aide à l'utilisation des surfaces en herbe, des mesures visant à soutenir les exploitations d'élevage pourraient être mises en œuvre dans le cadre d'une politique d'aménagement des zones de montagne. Pour la filière ovine laitière, essentiellement localisée en zone de montagne, il s'agit notamment de conforter l'aide ovine couplée mise en place en 2010, les aides aux programmes pastoraux, l'accompagnement pour le maintien et la valorisation des races locales, les mesures territoriales visant à valoriser le travail des éleveurs pour l'entretien des territoires (entretien de surfaces pastorales, maintien de la biodiversité, lutte contre les incendies…).

Notons enfin plus globalement que le travail des éleveurs d'élevage laitier de montagne et de haute montagne dans l'entretien de paysages ou de sites remarquables n'est à ce jour par reconnu/rémunéré.

C1.2 - Le soutien à la prairie et l'enjeu de la restructuration des exploitations

Les politiques publiques peuvent favoriser l'évolution des systèmes et notamment un soutien bien dimensionné à la prairie est nécessaire pour enrayer son déclin. La fixation au niveau individuel du gel des surfaces en prairies permanentes est de nature à limiter leur retournement mais une application régionalisée des seuils de retournement et de surface minimale en prairies permanentes serait sans doute à rechercher. En zone herbagère extensive, le retournement d'une faible proportion de prairies permanentes (entre 5 et 10 %) en exploitant la marge de tolérance doit permettre d'accroitre l'autonomie alimentaire des élevages en introduisant un peu de céréales pour faire face au prix élevé des céréales achetées, et fournir ainsi un avantage économique pour l'éleveur. Cette pratique n'aura pas d'impacts environnementaux sensibles tant que la prairie permanente représentera l'essentiel de la SAU des exploitations. Inversement, en zone de plaine, le gel des surfaces en prairies permanentes (prairies de plus de 5 ans) risque de rendre plus difficile l'optimisation des systèmes d'un point de vue environnemental où la prairie est en rotation ; celle-ci sera en effet retournée avant 5 ans pour ne pas tomber sous le coup de l'interdiction alors que les intérêts environnementaux de la prairie, notamment en terme de régulation des flux d'azote et de stockage de carbone, ne s'expriment que si elle est implantée pour au moins 4-5 ans, les performances environnementales de la prairie étant d'autant plus importantes que la durée d'implantation est longue.

La prairie des zones de plaine n'a pas reçu de soutien hormis depuis 2007, dans les élevages signataires de la Mesure Agri-Environnementale (MAE) dite « SFEI » qui limite la place du maïs dans la surface fourragère principale mais avec un budget très limité. Ces faibles soutiens sont à comparer aux 300 €/ha du maïs ensilage et des céréales et n'ont pas incité à son maintien, d'une part, et au développement de systèmes respectueux de l'environnement, d'autre part. En outre, dans les zones de plaine où d'autres choix de systèmes sont possibles, la prairie est fortement concurrencée par le maïs qui est beaucoup plus simple à conduire et les systèmes valorisant la prairie sont plus sensibles aux aléas climatiques. L'agrandissement parfois mal raisonné des exploitations conduit aussi à limiter les surfaces accessibles au pâturage, surtout avec l'agrandissement des troupeaux, ce qui fragilise encore un peu plus le maintien de la prairie. La pratique du pâturage pour les animaux qui sont traits 2 fois par jour est très dépendante d'une structure foncière adaptée. L'enjeu du foncier est ici l'une des clés du maintien de la prairie dans ces zones, c'est aussi une clé pour la compétitivité des élevages en évitant des surinvestissements dans des matériels de transport couteux et consommateurs d'énergie. C'est aussi une clé pour des enjeux environnementaux, l'éclatement des parcellaires rend plus difficile une allocation optimale des cultures sur les différentes parcelles et c'est en effet dans les parcelles les plus éloignées que les pratiques culturales sont les plus simplifiées et que se développent les monocultures (de maïs ensilage en particulier).

A côté des mesures fiscales et juridiques, la formation des acteurs à l'agro écologie et aux systèmes valorisant de l'herbe est un enjeu essentiel. En effet, un frein important est lié à l'image du pâturage auprès des nombreux éleveurs, conseillers et prescripteurs. Beaucoup d'entre eux sont réticents car sa gestion est jugée trop compliquée et il lui est associé une image d'une technique « passéiste » qui ne permet pas aux vaches d'exprimer tout leur potentiel de production ce qui va à l'encontre du culte de la performance laitière individuelle encore très ancré dans nos modes de pensée (Guinard-Flament et al., 2010). Il est ici intéressant de noter que dans les pays développant des systèmes exclusivement basés sur le pâturage (NZ, Irlande), les éleveurs ont peu/pas de considération pour les performances par vache et se focalisent exclusivement sur la production de lait et de matière utile par unité de surface. Pour lever ce frein, la formation des futurs éleveurs aux nouveaux enjeux de l'élevage est indispensable. Les enquêtes menées (Guinard-Flament et al., 2010) montrent que la valorisation de l'herbe à des fins de production laitière semble être un thème d'intérêt pour certains des formateurs mais tous se plaignent d'un manque de formation (pour eux même déjà et d'outils pédagogiques pour aborder ces questions. Même si de nombreux outils existent déjà comme ceux développés pour la gestion du pâturage (Peyraud et Delaby, 2005), force est de constater que leur diffusion et leur appropriation restent encore limitées.

C1.3 - L'encouragement à l'évolution des systèmes

Le développement de nouveaux instruments économiques et juridiques pour inciter à une gestion plus raisonnée de l'azote minéral et à soutenir la prise de risque dans la transition des systèmes, seraient de nature à stimuler les évolutions vers des systèmes aux performances mieux équilibrées entre productivité, revenu et répondant mieux aux attentes de la société. Les financements par le second pilier de la PAC ne seront sans doute pas suffisants et la création de nouveaux marchés (marché du carbone par exemple) est probablement plus à même de pérenniser certains financements.

C1.3.a - Accompagner le changement notamment dans les territoires en excédents structurels

Ces voies ont été analysées dans l'expertise collective Elevage et Azote (Peyraud et *al.*, 2012). Rappelons ici quelques conclusions majeures.

- La réglementation environnementale dans le domaine de l'azote se heurte au caractère diffus des pollutions générées par l'agriculture et aux coûts de transaction associés à la mise en œuvre des instruments politiques. Les subventions à la dépollution n'ont pas d'effets incitatifs et finalement confèrent un avantage à des systèmes non durables pour innover en revanche une aide temporaire peut aider la prise de risque initiale liée à des pratiques innovantes permettant d'aller au-delà des normes en vigueur.
- Le recours à une politique de quota (un plafond de surplus N et/ou P (voire de GES) par exploitation au-delà duquel des taxes sont prélevées) est une voie sans doute plus pertinente qui permet de différencier la politique en fonction de la sensibilité des milieux et incite davantage à la recherche de systèmes plus vertueux. C'est l'option choisie par les pays du Nord de l'Europe pour mieux gérer l'azote.
- Le bail rural environnemental (loi d'orientation agricole de 2006) qui est un bail conclu avec des acteurs privés, publics ou associatifs est encore peu utilisé. Parmi les clauses environnementales, ayant un intérêt dans le cadre de lutte contre la pollution azotée, certaines intéressent potentiellement les productions de ruminants : non-retournement des prairies, couverture végétale du sol périodique ou permanente.
- La régulation environnementale pourrait être plus efficace si elle s'appliquait également au niveau de la filière agro-industrielle car cela inciterait les industriels à internaliser les impacts sur l'environnement des décisions lors de la contractualisation avec les éleveurs. Par ailleurs, ces acteurs sont beaucoup moins nombreux ce qui réduit les coûts d'administration de la politique ; ils ont des capacités financières souvent supérieures à celles des éleveurs pour développer des innovations ; et leur taxation capterait une partie des bénéfices qu'ils retirent du fait de la concentration spatiale des activités d'élevage.

- Enfin, la mise en œuvre de paiements pour services environnementaux (PSE) pourrait concerner des services rendus sur l'eau ou l'air par certains modes d'élevage. Ces PSE se heurtent cependant à de nombreuses inconnues scientifiques et au fait qu'ils concernent souvent des biens communs, non marchands.

C1.3.b - Primer les premiers hectares

L'uniformisation du montant du Droit à Paiement Unique (DPU) par hectare, qu'elle soit mise en œuvre aux échelles nationale ou régionale, si elle favorise les exploitations extensives de montagne (surtout dans l'hypothèse d'une redistribution nationale) risque en revanche, d'entraîner une pénalisation du revenu des exploitations laitières intensives (celles du Grand Ouest), parfois même au profit des exploitations céréalières voisines (ces dernières bénéficiant d'un plus faible montant initial de DPU par hectare). Un tel impact semble particulièrement problématique dans le contexte actuel ou l'écart de revenu s'est fortement creusé entre exploitations. Dès lors, l'introduction d'un seuil de surface au-delà duquel les hectares seraient moins primés permettrait de contourner en partie cette difficulté, les exploitations laitières étant de plus petite taille, elles seraient ainsi relativement mieux dotées (Chatellier et Guyomard, 2013).

C1.3.c - Des dispositifs incitatifs pour aider à l'adaptation des outils de production

Dans le cadre de projets ciblés et jugés prioritaires par la filière, des dispositifs d'aide temporaires peuvent être mis en œuvre. L'accompagnement de la modernisation des bâtiments permet d'apporter des solutions pour réduire le travail d'astreinte ou améliorer les conditions de travail ou encore de favoriser les investissements pour des équipements permettant de réduire les consommations d'énergie (installation de pré-refroidisseurs de lait ou de récupérateurs de chaleur), sans oublier les aides aux investissements permettant de maintenir une bonne utilisation des territoires pastoraux dans le cadre de programmes spécifiques en faveur du pastoralisme. En élevage ovin, il y a encore des besoins pour équiper les bergeries en installation de traite ou de stockage de lait et améliorer ainsi les conditions de travail des éleveurs et la qualité du lait.

C1.4 - L'adaptation des régimes fiscaux

Par ailleurs, le régime fiscal du « réel » et la réglementation actuelle sur la défiscalisation conduisent les éleveurs à investir en matériel les années de bon exercice budgétaire ce qui conduit souvent à du suréquipement et à l'effet pervers d'accroitre les charges de mécanisation. Il n'est sans doute pas facile de revoir le régime fiscal mais des aménagements seraient nécessaires car il contribue à la perte de compétitivité de l'élevage au moment de la suppression des quotas. De nouveaux dispositifs réglementaires existent (Dotation Pour Investissement ou DPI, Dotation Pour Aléas ou DPA) pour défiscaliser une partie des bénéfices. Ce sont sans doute des dispositifs à favoriser.

C1.5 - La définition de cadre réglementaire pour raisonner les relations entre acteurs des filières et des territoires

La question du prix du lait est dominée par les relations très tendues entre les transformateurs et la grande distribution qui se place dans un rôle de défenseur du pouvoir d'achat des consommateurs. Le déséquilibre est devenu tel qu'il nécessite un arbitrage par les pouvoirs publics, comme le montre les récentes décisions d'avril 2013. Il parait aussi indispensable aujourd'hui, face aux exigences de la grande distribution, d'établir un cadre réglementaire pour favoriser un plus juste partage de la valeur ajoutée entre les différents acteurs des filières tout au long de la chaine alimentaire. Il parait aussi indispensable aujourd'hui, face aux exigences de la grande distribution, d'établir un cadre réglementaire pour que les partenaires puissent définir les modalités d'un plus juste partage de la valeur ajoutée tout au long de la chaine alimentaire.
Au sein des territoires, les acteurs ont aussi la capacité à concevoir et déployer des innovations tant techniques (par ex. la sélection génomique) qu'organisationnelles, à travers le développement

d'actions collectives pour jouer plus efficacement les synergies entre productions (gestion des effluents, assolements partagés…). Là aussi, la puissance publique peut avoir un rôle incitatif.

C2 - Développer des stratégies de filières

Si l'accroissement de la demande mondiale en produits laitiers peut être une opportunité, le retour pour l'éleveur dépendra en fait beaucoup de l'aptitude des transformateurs à exporter des produits à forte valeur ajoutée (ingrédients, produits déshydratés avec des fonctionnalités spécifiques, fromages…) et du partage de cette valeur entre les différents acteurs de la filière car la compétition sur les marchés pour des produits basiques (poudres de lait entier, mozzarella…) va s'intensifier et risque d'entraîner à la baisse le prix du lait à terme.

C2.1 - L'enjeu de la sortie des quotas et de la contractualisation

La sortie des quotas laitiers est un changement majeur pour la filière qui ouvre des possibilités de développement de la production mais change profondément la donne au sein de la filière avec changement dans la gouvernance du fait du désengagement des pouvoirs publics dans la régulation de l'offre et une prise de pouvoir beaucoup plus importante des entreprises de la transformation dans cette régulation. Un enjeu fort concerne donc les modalités de contractualisation entre éleveurs et transformateurs pour ajuster l'offre à la demande, à partir de contrats, même si la puissance publique peut/doit intervenir en amont pour donner plus de poids aux producteurs dans les négociations (via les organisations de producteurs) et en donnant un cadre pour le contenu des contrats.

C2.1.a - Des mesures pour favoriser la transition et donner plus de poids au producteurs, du moins théoriquement

La Commission européenne a adopté, dans le cadre du bilan de santé de la PAC, le mécanisme dit du « *Soft Landing* » (atterrissage en douceur) qui prévoit une augmentation du droit à produire attribué à chaque Etat membre à raison de +1 % par an entre 2009 et 2015. Les mesures adoptées dans le cadre du « paquet lait » donnent la possibilité aux producteurs de se regrouper en Organisations de Producteurs (OP). La commission a aussi pris en compte les spécificités des filières fromagères bénéficiant d'une appellation d'origine protégée (AOP) ou d'une Indication Géographique Protégée (IGP) en les autorisant à élaborer des plans de maîtrise des volumes de leurs fabrications fromagères, sous certaines conditions, dérogeant ainsi aux règles de la libre concurrence.

Ces mesures ont été compétées au niveau français. Les pouvoirs publics ont pris trois mesures principales pour faciliter la transition. Dès 2007, le dispositif « transferts de quota spécifique sans terre (TSST) » a été mis en place pour permettre d'effectuer des transferts de quotas laitiers sans cession de terre contre le paiement par les producteurs bénéficiaires de ces quotas d'une somme (0,1125 euro par litre pour la campagne 2011-2012, ce taux étant ensuite dégressif jusqu'à la suppression des quotas). Ils ont ensuite incité les acteurs de la filière laitière à structurer davantage leurs relations sous une forme contractuelle. (MAAPRAT, 2010). Le contrat que l'industriel laitier doit fournir à ses fournisseurs (les producteurs) doit avoir une durée minimale de 5 ans, préciser les volumes de lait à livrer pour chacune des périodes de douze mois, définir les conditions dans lesquelles le volume prévu peut être ajusté, et mentionner les règles applicables lorsque le producteur dépasse ou n'atteint pas les volumes attendus. Enfin, pour la période 2011 à 2015, le maillage géographique de référence pour la gestion des quotas laitiers a été modifiée (MAAPRAT, 2011). Celle-ci ne se fait plus à l'échelle de chaque département, mais au niveau de neuf grands bassins de production, un éleveur peut donc désormais se voir attribué du quota issu d'un département voisin faisant partie du même bassin laitier.

C2.1.b - La stratégie des entreprises laitières

Le positionnement des entreprises est loin d'être homogène (Institut de l'Elevage, 2011b) et elle dépend de plusieurs facteurs.

Le premier facteur est le statut de l'entreprise. Les coopératives s'inscrivent dans une logique d'accompagnement de l'offre laitière alors que les entreprises privées s'inscrivent dans une logique plus prononcée d'encadrement de l'offre au motif que les livraisons doivent être adaptées à la capacité de valorisation des produits transformés sur les marchés. Les éleveurs sont alors considérés comme des fournisseurs d'une matière première (le lait), et les relations avec le transformateur s'opèreront principalement au sein de l'OP. Dans les bassins à haut potentiel, notamment ceux du Grand-Ouest et du Nord de la France, à la différence de celles d'autres territoires (Massif Central, zone de polyculture élevage), les coopératives se préparent à une progression de leur collecte et, pour permettre aux éleveurs qui le souhaitent d'augmenter leur production en valorisant au mieux les volumes supplémentaires, elles proposent de mettre en place un contrat à volumes et prix différenciés : un volume « A » attribué sur la base du quota historique et bénéficiant du prix d'équilibre constaté sur le marché intérieur (prix « A ») et un volume « B » additionnel pouvant être accordé mais pour un niveau de prix plus variable, correspondant à la valorisation du lait en produits industriels (beurre et poudre). Pour les entreprises privées, tout dépassement de la référence serait sanctionné par des pénalités financières dissuasives, voire par un arrêt temporaire de collecte.

Le second facteur relève du « mix produit » de l'entreprise. Les industriels spécialisés dans les produits frais ont des attentes et des exigences différentes de celles des fromagers, des fabricants d'ingrédients laitiers ou des entités plus généralistes présentes dans toutes les familles de produits. Pour les premiers, la réduction de la saisonnalité apparaît comme un axe majeur. Pour les fabricants de fromages de garde et les fabricants généralistes, la saisonnalité semble moins problématique que l'ajustement de la collecte annuelle aux débouchés.

Les autres facteurs concernent i) le lien des entreprises à leur territoire de collecte qui est très fort pour les entreprises, privées ou coopératives, qui transforment du lait sous signe de qualité AOP et beaucoup plus ténu pour les autres et ii) le niveau d'utilisation des outils de transformation. Il est ainsi évident que la stratégie d'approvisionnement d'un transformateur sera différente s'il est dans l'obligation d'investir dans des capacités de transformation supplémentaires pour traiter les volumes additionnels ou si ses installations actuelles lui suffisent.

Au final quatre grandes stratégies d'approvisionnement se dessinent (Tableau 9). Les industriels laitiers disposeront des trois leviers pour gérer l'offre de lait et accompagner leurs démarches stratégiques : instauration d'un volume contractuel annuel qui sera très contraignante pour les éleveurs qui subiront des pénalités ou des refus de collecte au-delà de ce seuil, gestion de la saisonnalité qui s'annonce plus ou moins encadrée selon les entreprises, gestion des références laitières libérées par les cessations laitières (lesquelles seront probablement plus conséquentes dans les bassins à faible potentiel). Par ailleurs les futurs contrats ne mentionnent pas le niveau de prix que les producteurs de lait obtiendront, celui-ci étant dicté par les marchés. Les enjeux des négociations entre les représentants des producteurs et de la transformation et le rôle qui sera finalement dévolu aux OP (certains groupes comme Lactalis ne souhaitent pas que les OP aient un rôle déterminant) sont donc très lourds pour l'avenir de la filière. Pour l'heure les relations sont très tendues et la nouvelle organisation se met beaucoup plus difficilement en France que dans les autres bassins laitiers concurrents qui sont déjà en cours de mise en place des éléments de leur stratégie.

***Tableau 9** : Les quatre stratégies d'approvisionnement des entreprises laitières*

Leviers d'action des laiteries		Référence annuelle	
		Unique et contraignante	Multiple avec prix différenciés
Saisonnalité	Intégrée	Encadrement serré de la collecte	Accompagnement serré de la collecte
	Non intégrée	Encadrement modéré de la collecte	Accompagne souple de la collecte

C2.2 - Renforcer la compétitivité de la filière laitière en interne et à l'export

La capacité de réponse de la filière laitière française à la demande des marchés en produits laitiers et à y garder la place de l'offre de produits français dans l'offre laitière concurrente est déterminante. Ces aspects ont été revus récemment par Peyraud et Duhem (2013). La demande croissante en produits laitiers industriels constitue une opportunité qu'il faudra pouvoir saisir. La demande actuelle est ouverte pour des commodités industrielles ; mais demain une demande de PGC (Produits laitiers dits « de Grande Consommation ») et d'ingrédients laitiers techno et nutri –fonctionnels va vraisemblablement suivre. Par ailleurs, l'offre française est adaptée à la demande du marché domestique constituée essentiellement de PGC, qui est un marché arrivé à maturité, sur lequel la concurrence est importante. Sur ce marché, la filière devra pouvoir continuer à répondre aux demandes de qualité intrinsèque des produits (qualité technologique, sensorielle, organoleptique, sanitaire), mais aussi dorénavant à des enjeux de préservation de la santé humaine, de l'environnement, du bien-être des animaux, tout en restant compétitive sur les prix. La filière laitière française a des atouts pour répondre à ces demandes, encore faut-il les faire connaître de manière active à l'international, connaître les opportunités à l'export et avoir une stratégie de filière et une politique d'accompagnement des entreprises.

C2.2.a - Amplifier les démarches de qualité

La France est toujours considérée à l'international et notamment dans les pays émergents comme une référence gastronomique. Elle véhicule une image de qualité à laquelle l'industrie laitière et fromagère a beaucoup contribué. Cette qualité couvre aussi bien les qualités organoleptiques des produits que les qualités sanitaires. Cette maîtrise du sanitaire a ainsi été déterminante dans le choix d'opérateurs chinois d'investir à Carhaix (Finistère) dans un outil de déshydratation pour produire de la poudre de lait infantile et sécuriser l'approvisionnement en Chine non seulement sur le plan quantitatif mais également sanitaire. L'expertise française est appréciée et reconnue dans ce domaine. Cet atout est à cultiver, d'autant plus que dans les années qui viennent, les commodités laitières à bas prix de revient risquent de devenir la norme et que, dans ce contexte, la diversité d'une offre de qualité sera un atout. Une segmentation de ce type a aussi pour avantage de contribuer à stimuler la consommation, notamment auprès d'une classe moyenne dans les pays émergents. Les produits bio et, dans une certaine mesure, les productions AOP offrent aussi des perspectives de développement. L'Ouest français réunit de nombreux atouts pour produire de manière concurrentielle du lait en agriculture biologique par rapport aux bassins laitiers d'Europe du Nord, du fait du climat favorable à une large autonomie fourragère et une productivité élevée des surfaces.

C2.2.b - Mieux valoriser le lait, éventuellement par cracking

Si le secteur de la transformation peut évoquer qu'il serait plus compétitif avec un prix du lait plus bas, cela ne concerne que la compétitivité sur les produits industriels. De fait, avec un coût du travail tel qu'il est en France et la structure historique de la production, il sera très difficile d'être compétitif sur des produits industriels tels que les poudres de lait standard, dans un cadre économique qui deviendra immanquablement plus concurrentiel même si des marchés se développent. Cette stratégie risque de fait d'entraîner à la baisse le prix du lait. Une partie grandissante de la production laitière des vaches devra être valorisée en tirant partie de la très grande diversité de molécules spécifiques qui coexistent dans le lait, molécules qui sont encore loin d'être toutes connues et qui peuvent (et le font déjà) conduire à des innovations pour le développement d'ingrédients ayant des propriétés techno-fonctionnelles (pouvoir moussant, émulsifiant…) ou nutri-fonctionnelles (peptides bioactifs et glycoprotéines d'origine laitière…) spécifiques (Léonil *et al* 2013), alors qu'il s'agit d'un segment en grande partie occupé par le secteur végétal aujourd'hui. L'investissement dans la recherche développement joue ici un rôle crucial.

C2.2.c - Intégrer les opportunités d'adapter le lait aux besoins de la transformation

Le dogme fondateur de l'industrie laitière a été le principe du « lait apte à toute transformation ». Les technologies de séparation, de filtration, de fractionnement ont effectivement permis d'adapter le lait aux types de transformation (fromages, yaourts, ingrédients). Le lait matière première a pourtant une composition très variable et sa composition n'est pas nécessairement toujours optimale au regard du type

de transformation visé. Avec les connaissances acquises sur les variations de composition et leurs déterminants, il est envisageable avec les apports de la sélection génomique et d'une conduite d'élevage appropriée, d'adapter (à l'échelle de bassins de collecte, de territoires) le lait au type de transformation auquel il est destiné. A ces considérations de rentabilité vient se greffer la nécessité de donner des garanties sur la composition du produit (notamment au regard de la santé humaine) et sur les bilans environnementaux des systèmes de production mis en œuvre. De ce dernier point de vue, les filières du Nord de l'Europe sont particulièrement actives et adoptent des stratégies résolument prospectives qui devancent les demandes du marché de demain.

Une stratégie de mise en place de systèmes de production de laits adaptés à la transformation et répondant à la fois à des besoins technologiques et d'image est possible mais elle requiert une vraie stratégie de filière. Des initiatives comme « Bleu Blanc Cœur » en France ou chez « Arla Foods » (Danemark) et « Friesland Campina » (Pays-Bas) témoignent de la mise en œuvre opérationnelle de ce type de démarche, qui pourrait contribuer au maintenir la compétitivité de la filière.

D - Conclusions

Les filières laitières (bovine, caprine et ovine) constituent une activité économique de premier plan, source de nombreux emplois directs et induits, faisant partie du patrimoine français avec leurs nombreux fromages AOC et exerçant un rôle majeur dans les dynamiques territoriales dans pratiquement toutes les régions françaises. L'activité laitière permet de maintenir des activités dans des zones difficiles de montagne, voire de haute montagne, et des parcours secs dans le Sud Est. La filière laitière bovine contribue aussi très fortement aux excédents de la balance commerciale agroalimentaire française. Pourtant, toutes les filières sont aujourd'hui en difficulté du fait de l'accroissement du prix des intrants, de la charge de travail élevée et de la faible rentabilité du capital. Ces filières doivent aussi faire face aux demandes sociétales relatives à leur impact sur l'environnement même si ici, ce sont surtout les systèmes laitiers les plus intensifs qui sont sous le feu des critiques. Face à la concurrence internationale et à la demande des marches européens, les performances technico-économiques des exploitations laitières comme celles des entreprises doivent évoluer pour s'adapter aux exigences des marchés sur la compétitivité et la qualité intrinsèque des produit, mais aussi en satisfaisant des impératifs nouveaux et clairement exprimés de qualité sociétale concernant la qualité de vie des éleveurs, la préservation de l'environnement, du bien-être des animaux et de la santé humaine. Plusieurs pistes existent pour améliorer les performances de la filière et la qualité de vie des éleveurs qui est un enjeu essentiel pour assurer le renouvellement des générations. Ces solutions sont à adapter en fonction des contextes socio-économiques et territoriaux.

L'élevage laitier dispose d'atouts. C'est l'une des rares filières où il est possible de maintenir le revenu par travailleur dans des choix de systèmes très variés allant du plus intensif au tout herbager extensif. Nous pouvons rappeler ici quelques éléments clés de la réussite technico économique tels qu'ils sont apparus au cours de cette étude : i) niveau de technicité dans la gestion et la valorisation agronomique des déjections animales, et donc du recyclage des éléments fertilisants, ii) moyens développés pour augmenter l'autonomie alimentaire des exploitations en jouant sur les concentrés, la qualité des fourrages et le chargement, iii) toutes les bonnes pratiques de gestion du troupeau sur le plan sanitaire et de la reproduction et qui réduisent le nombre d'animaux « improductifs », iv) la maîtrise de pratiques innovantes qui permettent de réduire le travail d'astreinte et demain les possibilités qui s'ouvrent avec les technologies de l'élevage de précision. Il existe donc dans le cas de l'élevage laitier, de nombreuses solutions, parfois à moindre coût, pour améliorer les performances techniques, environnementales et économiques des exploitations avant même d'envisager de nouvelles techniques/technologies qui permettront probablement de gagner sur les différentes dimensions mais sans doute avec plus d'investissement.

En outre, les solutions ne sont pas uniquement à rechercher au sein de chaque exploitation, mais aussi par des collaborations entre exploitations et par le renforcement des démarches de filières. Le renforcement de l'efficience des systèmes de production doit aider à répondre à la demande prix sachant que tendanciellement les coûts de revient ne vont pas baisser en raison de la pression s'exerçant sur les ressources (énergie, engrais, concentrés…) et aux exigences environnementales à l'égard des productions animales. Il n'apparaît pas souhaitable de promouvoir le développement d'un système type même si ce modèle de développement est largement promu dans d'autres bassins laitiers concurrents. En effet, la diversité des systèmes au sein d'un même bassin de collecte contribue à la résilience globale des filières, notamment vis-à-vis des aléas climatiques et économiques, et il serait particulièrement hasardeux de vouloir répondre par un système laitier unique, fût-il performant, à la pression sur les prix, aux questions sur la pertinence économique et la compatibilité environnementale des productions animales, ainsi qu'à la pertinence nutritionnelle et à l'impact santé du lait et des produits laitiers. Les progrès collectifs passeront aussi par le développement de véritables organisations de filières permettant d'assurer une répartition de la richesse équilibrée entre les différents maillons, organisations aujourd'hui globalement en place dans le domaine des AOP, mais qui restent à (re)développer pour les productions de masse au moment de la sortie des quotas, du changement de gouvernance au sein de la filière et de la perte d'influence de l'interprofession.

Nonobstant les difficultés, le marché mondial des produits laitiers est en croissance constante et, selon toute vraisemblance, durablement, avec l'élévation du niveau de vie dans les puissances émergentes (notamment le Brésil, la Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud). Même si le marché national assurera toujours dans le futur une part significative des ventes pour toutes les filières, la croissance de la filière laitière bovine française, indispensable pour assurer une rétribution de la richesse correcte aux différents maillons de la filière, est à chercher au-delà des frontières intérieures et même européennes. La filière laitière française dispose de très bons atouts pour répondre aux demandes et aux besoins de ces nouveaux marchés, en termes de sécurité sanitaire, de technologie, de goût, mais il faudra saisir ces opportunités par un dynamisme à l'export, surtout dans une perspective de disparition des mécanismes de restitution. Le marché est aujourd'hui favorable aux produits industriels de base ; demain les marchés extérieurs pour les PGC. Des produits industriels beaucoup plus techniques et différenciés peuvent se développer (marché des ingrédients techno- et nutri-fonctionnels) et des opportunités sont à saisir par le développement d'innovations, pour pouvoir maintenir à terme le prix du lait et la compétitivité du secteur de la transformation. Les décisions publiques auront un rôle majeur à jouer dans le développement de systèmes répondant mieux aux attentes de la société et des éleveurs, mais un soutien du secteur nécessitera une stratégie réelle de filière pour relever les défis et capitaliser les opportunités. L'expertise et la capacité de prescription des milieux scientifiques en soutien de la filière gagneront à s'intensifier.

E - Références bibliographiques

BARBAT A., DRUET T., BONAITI B., GUILLAUME F., COLLEAU J.J., BOICHARD D. 2005. Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. *Rencontres Recherche Ruminants*, 12, 137-140

BEAUDEAU F., FOURICHON C., FRANKENA K., FAYE B., SEEGERS H., NOORDHUIZEN J.P. 1994. Impact of udder disorders on culling of dairy cows. *Vet Res*., 25, 223-227

BESNARD A., MONTARGES-LELLAHI A., HARDY A. 2006. Systèmes de culture et nutrition azotée. Effet sur les émissions de GES et le bilan énergétique. *Fourrages*, 187, 311-320

BOICHARD D., GROHS C., BOURGEOIS F., CERQUEIRA F., FAUGERAS R., NEAU A., RUPP R., AMIGUES Y., BOSCHER M.Y., LEVEZIEL H. 2003. Detection of genes influencing economic traits in three French dairy cattle breeds. *Genet. Sel. Evol*., 35, 77-101

BOICHARD D., GUILLAUME F., BAUR A., CROISEAU P., ROSSIGNOL M.N., BOSCHER M.Y., DRUET T., GENESTOUT L., COLLEAU J.J., JOURNAUX L., DUCROCQ V., FRITZ S. 2012. Genomic selection in French dairy cattle. *Anim. Prod. Sci.*, 52, 115-120

BONNES A., CAILLAT H., GUILLOUET P., 2012. Patuchev et REDCap : deux dispositifs complémentaires de Recherche et Développement pour des élevages caprins performants et durables. Fourrages, 212, 263-268.

BOSSIS N., 2012. Performances économiques et environnementales des systèmes d'élevage aprins laitiers : impact du pâturage. Fourrages., 212, 269-274.

BOUR-POITRINAL E., TOSI J.C. 2011. Situation de la filière laitière du Massif Central : perspectives d'avenir. Rapport du CGAAER, 65 p.

BROCARD V., TROU G., PORTIER B., FRANCOIS J., LE GUENIC M., JOUANNE D., DISENHAUS C., LARUE A. 2010. En vêlages groupés, allonger la lactation pour un vêlage tous les 18 mois : quelles conséquences sur les performances laitières ? *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 164

BROCHARD M., BOICHARD D., DUCROCQ V., FRITZ S. 2013. La sélection pour des vaches et une production laitière plus durable : acquis de la génétique et opportunités offertes par la sélection génomique. *Inra Prod. Anim.*, 26 (2), 145-156

BRUNSCHWIG P., LAMY J.M. 2002. Utilisation de féverole ou de tourteau de tournesol comme sources protéiques dans l'alimentation des vaches laitières. *Rencontres recherches ruminants*, 9, 316

BRUNSCHWIG P., LAMY J.M., WEILL P., LEPAGE E., NERRIERE P. 2003. Le lupin broyé ou extrudé comme correcteur unique de rations pour vaches laitières. *Rencontres Recherches ruminants*, 10, 383

CHATELLIER V., GUYOMARD H. 2012. Les propositions législatives de réforme de la PAC (octobre 2011) : premiers éléments d'analyse. *Inra Sciences sociales*, 6, 8 p.

CHATELLIER V., GUYOMARD H. 2013. La réforme de la PAC post 2013 et les soutiens directs du pilier I. Scénario de redistribution testés pour l'ARF. Rapport de l'Inra pour l'ARF. 93 p.

CHATELLIER V., LELYON B., PERROT C., YOU G. 2013. Le secteur laitier français à la croisée des chemins. *Inra Prod. Anim.*, 26 (2), 71-94

CHATELLIER V., PERROT C., PFLIMLIN A. 2009. Evolution structurelle et économique des exploitations laitières du nord de l'Union européenne de 1990 à 2005. *Fourrages*, 197, 25-46

CHARROIN T., VEYSSET P., DEVIENNE S., FROMONT J.L., PALAZON R., FERRAND M. 2012. Productivité du travail et économie en élevage d'herbivores : définition des concepts, analyse et enjeux. *Inra Prod. Anim.*, 25 (2), 193-210

CHARTIER C., 1993. Production laitière et strongyloses digestives chez les ruminants. *Revue Méd. Vét.*, 146, 23-28

CHAUVAT S., SEEGERS J., N'GUYEN THE B., CLEMENT B. 2003. Le travail d'astreinte en élevage bovin laitier. Synthèse nationale d'enquêtes "Bilan Travail". Institut de l'Elevage (Ed), 1-50

CHEMINEAU P., MALPAUX B., PELLETIER J., LEBOEUF B., DELGADILLO J.A., DELETANG F., POBEL T., BRICE G. 1996. Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins. *Inra Production Animale*, 9 (1), 45-60

CHENAIS F. 1993. Ensilage de légumineuses et production laitière. *Fourrages,* 134, 258-265

CHENAIS F., LE ROUX M. 1996. Réduction de la part de maïs dans les systèmes d'alimentation des vaches laitières. Résultats expérimentaux obtenus en Bretagne. Document EDE-Chambre d'Agriculture de Bretagne, 12-15

CHENAIS F., LE GALL A., LEGARTO J., KEROUANTON J. 1997. Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. L'ensilage de maïs dans le système d'alimentation. *Fourrages*, 150, 123-136

CHILLIARD Y., GLASSER F., ENJALBERT F., FERLAY A., BOCQUIER F., SCHMIDELY PH. 2007. Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en Acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. *Renc. Rech. Rum.*, 14, 321-328

CITEPA. 2010. [en ligne] http://www.citepa.org/fr/pollution-et-climat/polluants/aep-item/ammoniac

CNIEL. 2012. L'économie laitière en chiffres, 184 p.

COMMISSION EUROPÉENNE. 2012. Prospects for agricultural markets and income in the EU 2012-2022. Rapport, 92 p.

COOP R.L., KYRIASAKIS I. 1999. Nutrition-parasite interaction. *Veterinary parasitology*, 84, 187-204

COURNUT S., DEDIEU B. 2005. Simplification des conduites d'élevage en bovins laitiers. *Cahiers Agricultures*, 14 (6), 541-547

DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R. 2003. Faut-il complémenter les vaches laitières au pâturage ? *Prod. Anim.*, 16 (3), 183-195

DELABY L., FAVERDIN P., MICHEL G., DISENHAUS C., PEYRAUD J.L. 2009. Effect of feeding strategies on performances and their evolution during lactation of Holstein and Normande dairy cows. *Animal*, 3 (6), 891-905

DELABY L., FAVERDIN P., MICHEL G., DISENHAUS C., PEYRAUD J.L. 2009. Effect of feeding strategies on performances and their evolution during lactation of Holstein and Normande dairy cows. *Animal*, 3 (6), 891-905

DELABY L., HORAN B., O'DONNOVAN M., GALLARD Y., PEYRAUD J.L. 2010. Are high genetic merit dairy cows compatible with low inout grazing system? Proceeding of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation, 13, 928-929

DELABY L., PEYRAUD J.L., DELAGARDE R. 2003. Faut-il complémenter les vaches laitières au pâturage ? *Inra Prod. Anim.*, 16 (3), 183-195

DEVUN J., BRUNSCHWIG P., GUINOT C. 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire, Compte rendu résultats 00 12 39 005, Institut de l'Elevage, 46 p.

DILLON P., BERRY D.P., EVANS R.D., BUCKLEY F., HORAN B. 2006. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livest. Prod. Sci.*, 99, 141-158

DILLON P., CROSSE S. 1994. Summer milk production. The role of grazed grass. *Irish Grassland and Animal production Association Journal*, 28, 23-25

DOLLE J.B., DELABY L., PLANTUREUX S., MOREAU S., AMIAUD B., CHARPIOT A., MANNEVILLE V., CHANSEAUME A., CHAMBAUT H., LE GALL A. 2013. Impact environnemental des systèmes bovins laitiers français. *Inra Prod Anim.*, 26, 207-220

DOLLÉ J.B., AGABRIEL J., PEYRAUD J.-L., FAVERDIN P., MANNEVILLE V., RAISON C., GAC A., LE GALL A. 2011. Les gaz à effet de serre en élevage bovin : évaluation et leviers d'action. **In :** DOREAU M., BAUMONT R., PEREZ J.M. (Eds). Gaz à effet de serre en élevage bovin : le méthane. Dossier, *InraProd. Anim.*, 24, 415-432

EDOUARD N. CHARPIOT A., HASSOUNA M., FAVERDIN P., ROBIN P., DOLLÉ J.B. 2012. Ammonia and greenhouse gases emissions from dairy cattle buildings: slurry vs. farm yard manure management systems. EMILI. International Symposium on Emissions of Gas and dust from Livestock. 10-13/06/2012, Saint-Malo (France)

ETTEMA J., ØSTERGAARD S., KRISTENSEN AR. 2010. Modelling the economic impact of three lameness causing diseases using herd and cow level evidence. *Prev Vet Med*., 95, 64-73

FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector : A Life Cycle Assessment. Food and Agriculture Organization, Rome (Italy)

FINN J.A., KIRWAN L., CONNOLLY J., SEBASTIÀ M.T., HELGADÓTTIR Á., BAADSHAUG O.H., BÉLANGER G., BLACK A., BROPHY C., COLLINS R.P., ČOP J., DALMANNSDÓTTIR S., DELGADO I., ELGERSMA A., FOTHERGILL M., FRANKOW-LINDBERG B.E., GHESQUIRE A., GOLINSKA B., GOLINSKI P., GRIEU P., GUSTAVSSON A.M., HÖGLIND M., HUGUENIN-ELIE O., JØRGENSEN M., KADŽIULIENĖ Ž., KURKI P., LLURBA R., LUNNAN T., PORQUEDDU C., SUTER M., THUMM U., LÜSCHER A. 2013. Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50, 365-375

FOURICHON C., BEAUDEAU F., BAREILLE N., SEEGERS H. 2001. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science*, 68, 157–170

FOURICHON C., SEEGERS H., BAREILLE N., BEAUDEAU F. 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Prev Vet Med*., 41, 1-35

FRANCE AGRI MER. 2012. Évolution et perspectives des utilisations de matières grasses et protéiques d'origine laitière par les industries agro-alimentaires dans l'Union européenne. Rapport, 146 p.

FRANZLUEBBERS A.J., STUEDEMANN J.A. 2007. Crop and cattle response to tillage systems for integrated crop-livestock production in the southern Piedmont, USA. *Renewable Agriculture and Food System*, 22, 168-180

GAY E. 2012. Utilisation des antibiotiques chez les ruminants domestiques en France : résultats d'enquêtes de pratiques auprès d'éleveurs et de vétérinaires. *BE santé animale et alimentation*, 53, 8-11

GERMAN J.B., GIBSON R.A., KRAUSS R.M., NESTEL P., LAMARCHE B., VAN STAVEREN W.A., STEIJNS J.M., DE GOVIGNON-GION A., FRITZ S., LARROQUE H., CHANTRY-DARMON C., LAHALLE F., BROCHARD M., BOICHARD D. 2012. Estimation de paramètres génétiques et recherche de QTL affectant la composition du lait en acides gras dans trois races bovines laitières françaises. *Renc. Rech. Rum.*, 19, 65-72

GROOT L.C., LOCK A.L., DESTAILLATS F. 2009. A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. *Eur. J. Nutr.*, 48, 191-203

GUINARD-FLAMENT J., MARNET P.G., VERDIER-METZ I., HURTAUD C., MONTEL M.C., STELWAGEN K., POMIÈS D. 2013. La traite, un outil de pilotage du troupeau et de la maîtrise de la qualité du lait en élevage bovin laitier. *Inra Prod Anim*., 26 (2), 71-84

GUINARD-FLAMENT J., DASSE F., GODDE M/L., RENARD F., SEURAT C., PEYRAUD J.L., DISENHAUS C. 2010. Formation sur la valorisation de l'herbe dans les systèmes laitiers : le ressenti des enseignants. *Renc. Rech. Rum.*, 17, 60

HAWKINS J.A. 1993. Economic benefits of parasite control in cattle. *Vet. Parasitol.*, 46, 159-173

HORAN B., DILLON P., FAVERDIN P., DELABY L., BUCKLEY F. AND RATH M. 2005. The interaction of strain of Holstein-Friesian cow and pasture based feed system for milk production, bodyweight and body condition score. *Journal Dairy Science*, 88, 1231-1243

HORAN B., DILLON P., FAVERDIN P., DELABY L., BUCKLEY F., RATH M. 2006. The interaction of strain of Holstein-Friesian cow and pasture based feed system for milk production, bodyweight and body condition score. *Journal Dairy Science*, 88, 1231-1243

HOSTE H., CHARTIER C. 1997. Perspectives de lutte contre les strongyloses gastro-intestinales des ruminants domestiques. *Point Vét.* Numéro spécial Parasitologie des Ruminants, 28, 181-187

HOSTE H., JACKSON F., ATHANASIADOU S., THAMSBORG S.M., HOSKIN S.O. 2006. The effect of tannin rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in parasitology*, 32, 253-261

HOSTE H., MANOLARAKI F., ARROYO-LOPEZ C., TORRES ACOSTA J.F.J., SOTIRAKI S., 2012. Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion. *Fourrages*, 212, 319-328

HUCHON J.C., GOULARD L., DESARMENIEN D., SABATTE N., GABORIAU L., RUBIN B. 2006. A la recherche de solutions pour améliorer les conditions de travail en élevage laitier. Etude financée par le Conseil Régional des pays de la Loire.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2004. Associations graminées – Trèfle blanc, Le pâturage gagnant. Collection Synthèses, 64 p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2007. Productivité et rémunération du travail dans les exploitations laitières du Nord de l'UE, *Le dossier Economie de l'Elevage*, 364, 83 p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2009. France laitière 2015 : vers une accentuation des contrastes régionaux. *Le dossier économie de l'élevage*, 391, 72 p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2011a. La production de viande bovine en France. *Le dossier Economie de l'élevage*, 415, 57 p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2011b. Le lait après 2015. Comment les transformateurs comptent gérer l'offre. *Le dossier Economie de l'Elevage*, 418, 48 p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2012a. L'année économique caprine. *Le dossier Economie de l'Elevage*, 422, 48 p.

INSTITUT DE KL'ELEVAGE 2012b. L'élevage des chèvres. Editions France Agricole., Agriproduction. Ouvrage collectif, 330p.

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2013. L'année économique laitière. Perspectives 2013. *Le Dossier Économie de l'Élevage*, 432

INSTITUT DE L'ELEVAGE. 2013. Bergers demain en brebis laitières. Collection Résultats Institut de *l'Elevage* CR n°00 13 57 007, 56 p. http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/bergers-demain-en-brebis-laitieres-1.html

JACQUIET P., FIDELLE F., GRISEZ C., PREVOT F., LIENARD E., BERGEAUD J.P., SICARD S., BARILLET F., ASTRUC J.M. 2011. Sélection sur phénotypes de la résistance aux strongles gastro-intestinaux en centre d'élevage de béliers. *Renc. Rech. Rum.*, 18, 343-346

JEANNEAUX P., CALOIS J.M., WOUTS C. 2009. Durabilité d'un compromis territorial dans un contexte de pression compétitive accrue. Le cas de la filière AOC Comté. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 1, 179-202

JENOT F., VERDIER G., BOSSIS N., 2012. Etude prospective stratégique de la filière caprine en Charente et Poitou. Répercussions prévisibles sur l'évolution des systèmes alimentaires. *Fourrages*, 212, 257-261

JUSTES E., HAUGGAARD-NIELSEN H., BEDOUSSAC L., CORRE-HELLOU G., JEUFFROY M.H., NOLOT J.M., JENSEN E.S. 2009. Designing and evaluating prototypes of arable cropping systems with legume sole cropping or intercropped aimed at improving use efficiency in low input farming. Farming Systems Design 2009: an international symposium on methodologies for integrated analysis of farm production systems. Monterey, USA, 149-150

KENNEDY E., O'DONNOVAN M., MURPHY J.P., DELABY L., O'MARA F. 2005. Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring calving dairy cows in early spring on performances during lactation. *Grass and Forage Science*, 60, 310-318

KENTZEL M., DEVUN J. 2004. Dépendance et autonomie protéique des exploitations bovins viande. *Rencontres Recherches Ruminants*., 167-170

KENYON F, GREER AW, COLES G.C.. 2009 The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet Parasitol 164*, 3-11

LEFRILEUX Y., POMMARET A., MORAND-FEHR P., LEGARTO J., 2012. Utilisation des prairies par les chèvres laitières dans les conditions du Sud-Est de la France. *Fourrages*, 212, 279-288

LE GALL A., VERTÈS F., PFLIMLIN A., CHAMBAUT H., DELABY L., DURAND P., VAN DER WERF H., TURPIN N., BRAS A. 2005. Flux d'azote et de phosphore dans les fermes françaises laitières et mise en œuvre des règlementations environnementales. Rapport n°190533017. *Collection "Résultats",* Paris (France)

LE GUEN R. 2006. La diversité des logiques de travail en production laitière. *Fourrages*, 185, 25-34

LE ROUX X., BARBAULT R., BAUDRY J., BUREL F., DOUSSAN I., GARNIER E., HERZOG F., LAVOREL S., LIFRAN R., ROGER-ESTRADE J. 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport. Inra (France)

LEMEZEC P., BARBAT-LETERRIER A., BARBIER S., GION A., PONSART C. 2010. Fertilité des principales races laitières. Bilan 1999-2008. Collection Résultats Institut de l'Elevage, CR n°001072030, 33 p.

LEONIL J., MICHALSKI M.C., MARTIN P. 2013. Les structures supramoléculaires du lait : structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras. *Inra Prod. Anim*., 26 (2), 129-144

LEROUX C., BERNARD L., DESSAUGE F., LE PROVOST F., MARTIN P. 2013. La fonction de lactation : régulation de la biosynthèse des constituants du lait. *Inra Prod. Anim*., 26 (2), 117-128

LOSQ G., PORTIER B., TROU G., HERISSET R., BROCARD V., GOMINARD C. 2005. Pratiques et résultats de 2 groupes d'exploitations laitières bretonnes économes en concentrés. *Rencontres Recherches Ruminants*, 12, 217-220

MAAPRAT. 2010. Décret n°2010-1753 du 30 décembre 2010 pris à l'initiative du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire pour l'application de l'article L. 631-24 du code rural et de la pêche maritime dans le secteur laitier, 2 p.

MAAPRAT. 2011. Décret n°2011-260 du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire du 10 mars 2011 portant création des conférences de bassin laitier. Journal officiel de la République Française, 3 p.

MARNET P.G., KOMARA M. 2008. Management systems with extended milking intervals in ruminants: Regulation of production and quality of milk. *J. Anim. Sci.*, 86, 47-56

MARTIN C., POMIÈS D., FERLAY A., ROCHETTE Y., MARTIN B., CHILLIARD Y., MORGAVI D.P., DOREAU M. 2011. Methane output and rumen microbiota in dairy cows in response to longterm supplementation with linseed or rapeseed of grass silage or pasture based diets. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.*, 71, 243-247

MC CARTHY B., DELABY L., PIERCE K.M., JOURNOT F., HORAN B. 2010. Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production system. *Journal of Dairy Science*. In press.

MCKELLAR Q.A. 1997. Ecotoxicology and residues of anthelmintic compounds", *Vet. Parasitol*., 72, 413-435

MC KINSEY. 2010. Renforcer la filière laitière française. Rapport pour le CNIEL, 34 p.

MCLAUGHLIN A., MINEAU P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55 (3), 201-212

O'DONOVAN M., DELABY L., PEYRAUD J.L. 2004. Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cow performance. *Anim. Res.*, 53, 489-502

OCDE-FAO. 2012. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020. Rapport, 306 p.

PACCARD P., CAPITAIN M., FARRUGGIA A. 2003. Autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers. Rencontres Recherches Ruminants. 10, 89-93

PELLICER-RUBIO M., LEBOEUF B., BERNELAS D., FORGERIT Y., POUGNARD, J.L., BONNÉ J.L., SENTY E. AND CHEMINEAU P. 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. Animal Reproduction Science, 98 (3-4), 241-258.

PEYRAUD J.L., CELLIER P., DONNARS C., RECHAUCHERE O. (éditeurs). 2012. *Les flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres*. Expertise scientifique collective, Inra (France)

PEYRAUD J.L., DELABY L. 1994. Utilisation de luzerne déshydratée de haute qualité dans les rations des vaches laitières. *Inra Prod. Anim.*, 7 (2), 125-134

PEYRAUD J.L., DELABY L. 2005. Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitières: enjeux et outils. *Prod. Anim.*, 18 (4), 231-240

PEYRAUD J.L., DUPRAZ P., SAMSON E., LE GALL A., DELABY L. 2010. Produire du lait en maximisant le pâturage pour concilier performances économiques et environnementales. *Renc. Rech. Rum*., 17, 17-24

PEYRAUD J.L., DUHEM K. 2013. Les élevages laitiers et le lait demain : exercice d'analyse prospective. *Inra Prod Anim.*, 26 (2), 221-230

PEYRAUD J.L., LE GALL A., DELABY L., FAVERDIN P., BRUNSCHWIG P., CAILLAUD D. 2009. Quels systèmes fourragers et quels types de vaches laitières demain ? *Fourrages*, 197, 47-70

PEYRAUD J.L., ROUILLE B., HURTAUD C., BRUNSCHWIG P.H. 2011. Maîtrise de la composition en acides gras du lait de vache. Les possibilités d'action par l'alimentation. Collections résultats. Institut de l'élevage, 53 p.

PFLIMLIN A. 2008. Evolution de l'Europe laitière et des systèmes fourragers. Argumentaire pour une autre politique, *Fourrages*, 196, 401-424

PFLIMLIN A., ARNAUD J.D., GAUTIER D., LE GALL A. 2003. Les légumineuses fourragères, une voie pour concilier autonomie en protéines et préservation de l'environnement. *Fourrages*, 174, 183-203

PFLIMLIN A., FAVERDIN P., BERANGER C. 2009. Un demi-siècle d'évolution de l'élevage bovin : bilan et perspectives. *Fourrages*, 200, 429-464

POMIES D., REMOND B. 2000. Omission d'une ou deux traites par semaine sur des vaches laitières en milieu de lactation. *Renc. Rech. Rum*., 7, 128

PORTIER B., BROCARD V., LE MEUR D., LOPEZ C. 2003. Effets du niveau de complémentation sur les performances et le coût alimentaire des vaches laitières. *Renc. Rech. Rum.*, 10, 361-368

REMOND B., POMIES D., JULIEN C., PRADEL P. 2006. Effets de faibles écarts de temps entre les deux traites de la journée sur la quantité de lait produite et sa composition, chez la vache laitière. *Renc. Rech. Rum.*, 13, 365-368

RESEAUX D'ELEVAGE. 2013. Les systèmes bovins laitiers en France, Institut de l'Elevage (Ed.). Coll. Synthèse, 32 p.

RIBEIRO-FILHO H.M.N., DELAGARDE R., PEYRAUD J.L. 2005. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass pastures or white-clover/perennial rye grass pastures at low and medium herbage allowance. *Animal Feed Science and Technology*, 119, 13-27

ROUAULT P. 2010. Analyse comparée de la compétitivité des industries agroalimentaires françaises par rapport à leurs concurrentes européennes. Rapport de la délégation interministérielle aux industries agroalimentaires et à l'agro-industrie, 147 p.

ROUILLE B., MAMY J.M., BRUNSCHWIG P. 2010. Trois formes de consommation de la luzerne pour les vaches laitières. *Renc. Rech. Rum*., 17, 329

ROULLAUD E. 2010. La grève européenne du lait de 2009 : réorganisation des forces syndicales sur fond de forte dérégulation du secteur. *Agir-Pour*, 12, 111-116

ROUSSEL P., BAREILLE N., SERIEYS F., LE GUENIC M., SEEGERS H., 2010. Choix d'une stratégie de traitement des vaches laitières au tarissement : 2. Démarche pratique de choix d'une stratégie. *J. Nat. Des GTV*, Lille, France.

SEEGERS H., BAREILLE N., GUATTEO R., JOLY A., CHAUVIN A., CHARTIER C., NUSINOVICI S., PEROZ C., ROUSSEL P., BEAUDEAU F., RAVINET N., RELUN A., TAUREL A.F., FOURRICHON C. 2013. Epidémiologie et leviers pour la maîtrise de la santé des troupeaux bovins laitiers : approche monographique pour sept maladies majeures. *Inra Prod. Anim*., 26 (2), 157-176

SEEGERS H., BILLON D., ROUSSEL P., SERIEYS F., LE GUENIC M., BAREILLE N., 2010. Choix d'une stratégie de traitement des vaches laitières au tarissement : bases économiques. *J. Nat. Des GTV*, 26-28 mai, 1059-1067

SØRENSEN L.P., JANSS L., MADSEN P., MARK T., LUND M.S. 2012. Estimation of (co)variances forregions of flexible sizes: application to complex infectious udder diseases in dairy cattle. *Genet. Sel. Evol.,* 44, 18

STEINFELD H., GERBER P., WASSENAAR T., CASTEL V., ROSALES M., DE HAAN C. 2006. Livestock's long shadow : environmental issues and options. FAO, 390 p.

STOOP W.M., VAN ARENDONK J.A.M., HECK J.M.L., VAN VALENBERG H.J.F., BOVENHUIS H. 2007. Genetic parameters for major milk fatty acids and milk production traits of Dutch Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci*., 91, 385-394

TROU G., PIQUEMAL B., BROCARD V., DISENHAUS C., HERISSET R., JOUANNE D., LE GUENNIC M., PORTIER B. 2010. Caractérisation de 90 000 lactations "longues" de vaches de race Prim Holstein. *Renc. Rech. Rum.,* 17, 166

VERTES F. 2010. Connaître et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation. *Innov. Agron.*, 11, 25-44

VIRLOUVET G., BICHON E., ANDRE F., LE BIZEC B. 2006. Faecal elimination of cypermethrin by cows after pour-on administration: Determining concentrations and measuring the impact on dung beetles, *Tox. Envir. Chem.*, 88, 89-99

WEBB J., SOMMER S.G., KUPPER T., GROENESTEIN K., HUTCHINGS N.J., EURICHE-MENDEN B., RODHE L., MISSELBROOK T.H., AMON B. 2012. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane during the management of solid manures. *Agroecology and strategies for climate change sustainable agriculture reviews*, 8, 67-107

ZUNDEL E., SEEGERS H., PROST S. 2010. Attentes et besoins exprimés par les acteurs des filières bovines pour la gestion de la santé des animaux. *Rencontres recherches ruminants*, 17, 67-70

CHAPITRE 7B
Synthèse

A - Eléments de contexte

Les filières laitières (bovine, caprine et ovine) constituent une activité économique de premier plan avec plus de 85 000 exploitations (75 000 en bovins lait, 5 500 en caprins et 5 000 en ovin lait), des emplois induits nombreux dans les secteurs amont et aval (60 000 emplois dans le secteur de la collecte et de la première transformation), un chiffre d'affaire de 15,5 milliards d'euros, soit 24 % de la production agricole nationale (hors subventions) et une contribution positive au solde de la balance commerciale française avec un excédent de plus de 3,4 milliards d'euros en 2011, avec une contribution très majoritaire de la filière bovine. Les filières laitières exercent un rôle majeur dans l'occupation du territoire. L'élevage bovin lait occupe 46 % de la SAU nationale et est présent dans 84 % des cantons français. Bien que plus marginale au plan national, la filière ovine constitue une activité majeure dans les territoires difficiles qu'elle occupe (rayon de Roquefort, Pyrénées-Atlantiques, Corse) ; on dénombre ainsi 7 emplois pour 100 000 litres de lait valorisés en Roquefort. La filière caprine est répartie sur plusieurs bassins de production (Poitou-Charentes, Centre Ouest et Pays de Loire, PACAP, Midi Pyrénées et Corse) ; la région Poitou-Charentes assure à elle seule 70 % de la production nationale.

A la différence de la filière ovine structurée par bassins autour d'AOP, la filière caprine est pour une large part organisée au sein de la filière bovine notamment pour ce qui concerne la transformation, le conseil et le contrôle de performances. Les trois filières laitières se distinguent par leurs produits et la saisonnalité de la production. Si le lait de vache donne lieu à une très large palette de produits (lait liquides, produits frais, fromages (dont 27 AOC), beurres, crèmes, nombreux produits déshydratés et ingrédients), les laits de chèvre et de brebis sont quasi exclusivement valorisés sous forme de fromages, avec une proportion importante sous signe de qualité et/ou valorisée en circuit court (3 AOP ovines pour 42 % du total des fabrications, 13 AOP caprines pour 5,5 % du total des fabrications et transformation fermière représentant 15,5 % des fabrications fromagères) mais avec pas/peu de produits innovants. Le coproduit viande est une source de revenu non négligeable en filière bovine (vaches de réforme et veaux) et ovines (agneaux). La collecte de lait de vache a lieu toute l'année, avec des variations de volumes collectés d'un mois à l'autre que la filière cherche à limiter alors que la collecte reste très saisonnée dans le cas des ovins et des caprins, ces filières cherchant d'ailleurs à adapter la période de livraison pour répondre à des besoins de diversification.

Les filières se sont restructurées à des rythmes différents. La restructuration a été la plus importante pour la filière bovine, le nombre d'exploitations ayant diminué de de 4 % par an depuis l'apparition des quotas en 1984, et à un rythme plus rapide dans les régions de polyculture-élevage (- 9 %/an en Poitou Charente et dans le Sud-Ouest) que dans les régions spécialisées de montagne où les potentielles substitutions agricoles sont plus limitées et du fait de la réussite de filières fromagères. Dans le même temps, le volume produit par exploitation s'est fortement accru avec une accélération très nette de cet accroissement au cours des cinq dernières années, surtout en zone de plaine, l'écart entre les dimensions moyennes des exploitations de plaine et montagne s'accroissant considérablement. La filière ovine laitière s'est jusqu'à présent caractérisée par un relativement bon maintien du nombre d'exploitations (baisse de 1,5 % par an entre 1988 et 2010) mais le nombre

d'exploitation pourrait baisser plus rapidement dans les prochaines années notamment en Corse et Pyrénées-Atlantiques.

Les coûts de production sont notablement plus élevés en zone de montagne du fait des contraintes auxquelles sont soumises ces exploitations, ce qui pose en particulier la question de la compétitivité du lait de montagne non valorisé en AOP. De forts écarts demeurent aussi entre exploitations au sein d'un même type de modèle productif, ce qui souligne le potentiel d'amélioration des exploitations les moins compétitives. Toutes les filières sont aujourd'hui confrontées à une forte augmentation des charges, beaucoup plus rapide que celle du prix du lait payé, notamment à l'accroissement du coût des matières premières utilisées en alimentation du bétail, et enregistrent dans ce contexte une baisse très sensible de leur revenu. Les écarts de revenu se creusent avec les exploitations de grandes cultures, contribuant à la diminution de l'attractivité du métier d'éleveur et incitant à des reconversions et à des reprises qui ne sont plus dans le lait, notamment dans les zones de polyculture élevage.

La situation de l'élevage laitier vis-à-vis des enjeux environnementaux est contrastée. Si 50 % de la production laitière bovine est située en zone vulnérable pour la gestion de l'azote, l'élevage laitier caprin et l'élevage laitier de montagne (bovin, ovin) sont moins concernés par ces contraintes. Tous les élevages sont en revanche concernés par la maîtrise des consommations d'énergie fossile et d'eau ainsi que par les émissions de gaz à effet de serre et d'ammoniac. Inversement, l'élevage laitier dispose de réels atouts car il est directement gestionnaire des surfaces (y compris de surfaces pastorales en altitude), d'infrastructures agro-écologiques importantes, favorables à la biodiversité et qui rendent des services environnementaux positifs, non seulement en zone de montagne mais aussi, quoique dans une moindre mesure, en plaine. Il convient de souligner que l'élevage laitier français garde un lien au sol très marqué, l'alimentation des animaux reposant encore aujourd'hui fortement sur les fourrages (70 à 100 % de la ration annuelle) qui sont produits à plus de 90 % sur les exploitations, à l'exception notoire d'ateliers caprins intensifs qui ont une faible autonomie alimentaire.

La filière laitière bovine est la plus soumise à la compétitivité internationale. Bien que second producteur européen, cette filière à quelques faiblesses face à des bassins de production compétiteurs, notamment au moment de la suppression des quotas et dans un marché ouvert (depuis le cycle de Doha). Les systèmes bovins lait spécialisés de l'hexagone sont en moyenne moins compétitifs que les élevages hollandais ou allemands du fait d'une taille plus faible des ateliers (moins d'économies d'échelle), des charges de mécanisation et de bâtiments moins bien maîtrisées et d'une moindre productivité du travail (ce constat doit être plus nuancé vis-à-vis du Danemark). La transformation souffre aussi d'un déficit de compétitivité due notamment à un retard dans la restructuration des outils de production et les écarts de performances entre acteurs sont importants selon leur capacité à valoriser leur produits ainsi qu'à optimiser la performance de leurs outils industriels.

Le secteur laitier français est riche de sa diversité (productive et territoriale), son avenir s'inscrit dans un contexte caractérisé par une croissance soutenue de la demande mondiale de produits laitiers mais de nombreuses questions se posent du fait de la concurrence de plusieurs pays européens ou non (Nouvelle-Zélande notamment), de la décroissance du nombre d'exploitations, de l'augmentation des coûts de production, des contraintes environnementales qui peuvent peser sur le développement de l'offre au moins dans certains territoires et de la sortie des quotas qui est une évolution majeure pour la filière bovine, notamment en France où ils ont été utilisés par les pouvoirs publics pour répartir la production laitière sur le territoire, favoriser les exploitations de taille moyenne et encourager l'installation de jeunes agriculteurs. Ces enjeux interrogent sur les modèles techniques qui seront les plus robustes pour les différentes filières et qui permettront d'accroître la rentabilité du capital et du travail.

B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur

Les innovations doivent concerner les volets techniques mais aussi les volets organisationnels du travail, à la fois par la recherche de nouveaux compromis au sein de l'exploitation mais aussi par une meilleure intégration de l'exploitation dans son environnement territorial et économique.

B1 - Rechercher plus d'autonomie et de sécurité dans l'alimentation des troupeaux

Face à l'augmentation et aux fluctuations du prix des aliments, il est nécessaire de mieux valoriser les fourrages produits sur l'exploitation ce qui aura aussi, au-delà d'une réduction des charges variables, une influence positive sur les performances environnementales de l'élevage. Au niveau du système fourrager, les innovations résident dans l'accroissement de la part du pâturage dans l'alimentation des troupeaux, notamment par une meilleure gestion des surfaces pâturées (souvent sous-exploitées) et par l'extension des périodes de pâturage en intersaison (d'autant plus que la période de pousse de l'herbe évolue avec le changement climatique) ; dans la sécurisation de la production fourragère en travaillant le choix des espèces et des associations ainsi que les itinéraires techniques ; et dans la recherche d'une meilleure complémentarité entre le maïs et l'herbe dans les zones ou les deux cultures cohabitent. Au niveau des pratiques d'élevage, il est possible de limiter les apports de concentrés en ne cherchant pas exprimer tout le potentiel productif laitier sans pénaliser les performances de reproduction ; d'envisager de mieux caler les phases de besoins élevés des troupeaux avec les périodes de disponibilité de ressources de qualité par le choix adapté des périodes de mises bas ; d'allonger la durée de lactation (notamment en bovins laitiers) pour disposer d'animaux à besoin plus modérés sur de plus longues périodes.

Les légumineuses (fourragères et à graines) seront à la base des systèmes plus performants de demain car elles permettent tout à la fois des économies de tourteaux d'oléagineux (soja en particulier) dans l'alimentation des troupeaux, d'azote sur les productions végétales et contribuent à la réduction de la dépendance à l'énergie fossile. L'autonomie protéique et azotée des systèmes peut s'envisager à l'échelle de l'exploitation ou de petites régions par échanges entre exploitations d'élevage et céréalières (là où les deux types d'exploitations existent) qui pourraient aussi à l'avenir avoir intérêt à l'introduction de légumineuses dans les rotations (moindre dépendance aux engrais azotés, gestion des bioagresseurs, réduction des émissions de GES). Notons aussi que cette recherche d'autonomie peut contribuer à renforcer la traçabilité des produits de l'élevage, en développant des sources d'approvisionnement locales (ou nationales) en protéines.

Toutefois, la recherche d'autonomie par usage des légumineuses et de conduites innovantes accroît l'exposition aux aléas climatiques et sanitaires. Il est envisageable de réduire légèrement le chargement (nombre d'animaux/ha) afin d'accroître les marges de sécurité face aux aléas climatiques. Cette pratique peut entrainer une légère baisse du volume de production par unité de surface, mais la France reste un pays où la disponibilité en surface n'est pas toujours un facteur limitant (nombreux territoires herbagers) et où le prix de la terre reste modéré (même si des concurrences entre usages agricoles et non agricoles peuvent exister sur certaines zones) en regard d'autres bassins laitiers ce qui est un réel atout pour une extensification bien raisonnée. La maîtrise du parasitisme au pâturage, notamment en élevage caprin, avec la recherche de solutions alternatives aux traitements systématiques (plantes à tannin, itinéraires techniques, animaux sentinelles, traitements ciblés) est un enjeu fort.

B2 - Améliorer l'efficacité de l'animal et du troupeau

La conduite de l'élevage contribuera aussi à l'amélioration de l'efficience globale du système de production et de leur résilience face aux aléas.

La difficulté à maintenir des systèmes économes dans l'utilisation des ressources avec des animaux trop exclusivement sélectionnés sur la performance laitière pose aujourd'hui la question de la cohérence du choix génétique des animaux en fonction des systèmes de conduite, notamment en élevage bovin (c'est moins le cas en ovin lait où le choix a été de sélectionner les races locales en cohérence avec les systèmes d'élevage des filières AOP). L'accroissement du taux de renouvellement, que ce soit pour cause d'infertilité ou pour des raisons sanitaires, entraîne des coûts supplémentaires pour l'élevage des génisses et il accroît la production de déjections, les émissions (N, GES) et les besoins de surfaces pour un même volume de production laitière. La recherche d'une meilleure longévité des femelles par la sélection d'animaux aux aptitudes de production et d'élevage (fertilité, morphologie, santé de la mamelle) plus équilibrées est à rechercher. Pour les mêmes raisons il y a tout intérêt à raccourcir la période d'élevage des jeunes, ce qui est physiologiquement possible, du moins avec les génisses Holstein qui, du fait de leur puberté suffisamment précoce, peuvent vêler à 2 ans. Il y a aussi intérêt à rechercher des animaux qui expriment leur potentiel laitier, non pas par un pic de lactation très élevé souvent associé à des pathologies de début de lactation, mais par une bonne persistance temporelle de la lactation ce qui aurait en outre l'avantage d'aider à mieux régulariser les livraisons mensuelles de lait comme souhaité par certains transformateurs. La sélection génomique aujourd'hui disponible en bovin peut permettre de progresser relativement rapidement sur ces critères d'élevage. Dans le cas des petits ruminants laitiers, la maîtrise de la reproduction avec la limitation du recours aux traitements hormonaux et la confortation des schémas de sélection (en ovins particulièrement) restent des enjeux majeurs.

La recherche d'un complément de revenu par la viande issue du troupeau laitier est une autre piste d'amélioration du revenu. De ce point de vue, les races mixtes peuvent retrouver de l'intérêt, au moins dans les zones herbagères non (ou difficilement) labourables et valorisées par des systèmes extensifs, en permettant de produire du lait essentiellement avec des fourrages car ces animaux ont des niveaux de production modérés, tout en assurant une certaine stabilité du revenu du fait du double produit lait et viande. Ces races mixtes produisent aussi des laits avec de très bonnes aptitudes pour la transformation fromagère, leurs produits bénéficient d'ailleurs souvent d'une AOP et ces races mixtes sont imposées dans la plupart des cahiers des charges de ces AOC, en raison de leurs caractères intrinsèques et des liens aux terroirs qu'elles symbolisent. Alternativement, dans des systèmes plus intensifs on peut rechercher une meilleure valorisation des veaux. Des animaux de type laitiers mais ayant une meilleure longévité, permettraient d'alléger les impératifs de renouvellement des femelles et ainsi de pouvoir pratiquer du croisement industriel[144] (éventuellement demain par utilisation de semences sexées) pour restaurer une mixité d'aptitudes, non plus au niveau de l'animal lui-même, mais à celui du cheptel exploité.

B3 - Améliorer les conditions de travail

Il s'agit d'un point crucial, les conditions du travail constituant une préoccupation majeure des éleveurs laitiers et étant déterminantes pour le renouvellement des générations. Les solutions peuvent concerner la simplification de pratiques d'alimentation, de traite (monotraite..) et de gestion de la reproduction mais avec le risque de réduire les volumes produits par les troupeaux ; la sélection d'animaux plus faciles à élever ; la modernisation des bâtiments et de la salle de traite (notamment pour les élevages en montagne et ovins), l'automatisation de la traite (robots en élevages bovins lait), l'amélioration de la chaine de récolte et de distribution des fourrage et le développement du monitoring en élevage mais

[144] Insémination des vaches laitières de race pure (par exemple, Prim' Holstein) par des semences d'un taureau de race à viande (Charolais, Limousin, Blonde d'Aquitaine, etc.) pour produire des veaux à plus forte aptitude bouchère.

toutes ces solutions exigent des investissements souvent lourds ; enfin le recours à la sous-traitance ou à de l'emploi partagé et aux services de remplacement ce qui entraîne des charges supplémentaires.

B4 - Mieux intégrer l'exploitation laitière dans la filière et au sein des territoires

Ces questions concernent les évolutions au sein de chaque exploitation, les coordinations à trouver entre exploitations partageant un même territoire, l'organisation des filières de production et les conséquences en termes d'équilibre entre grands territoires au niveau du pays.

L'agrandissement des exploitations peut permettre des économies d'échelle mais cet agrandissement modifie les systèmes de production et peut aussi entraîner une baisse des performances technico économiques s'il est réalisé au prix d'un éclatement déraisonnable du parcellaire, diminuant l'accessibilité au pâturage et renforçant les charges de mécanisation. L'éclatement des exploitations est aussi un frein au développent de bonne pratiques agronomiques, les parcelles les plus éloignées faisant le plus souvent l'objet de pratiques très simplifiées et de monoculture (du maïs ensilage notamment). La réorganisation du foncier à l'échelle collective est de nature à contribuer à l'amélioration des performances technico économique et environnementale des systèmes tout en réduisant le temps de travail.

Au sein des territoires d'élevage intensifs (notamment certaines zones en Bretagne et Pays de Loire) la résorption des excès d'azote peut s'envisager par le développement de collaborations territoriales locales entre producteurs de lait et de porc, les prairies pouvant recevoir des effluents porcins en remplacement des engrais minéraux de synthèse et par des échanges entre exploitations laitières et céréalières pour un meilleur recyclage des éléments, tout en faisant bénéficier les surfaces en culture d'un retour de matière organique.

Avec la sortie des quotas laitiers la physionomie de la France laitière pourrait évoluer vers une concentration augmentée de la production dans les zones déjà denses et ayant des atouts compétitifs aux dépens des ateliers allaitants (qui s'étaient développés lorsque les quotas ont bloqué la dynamique laitière) et un retrait du lait dans les zones moins favorables (c'est d'ailleurs ce que laisse entrevoir l'évolution actuelle des effectifs de jeunes femelles dans les différents bassins). Ces évolutions vont reposer la question de la spécialisation régionale à la fois pour l'affectation des surfaces fourragères entre troupeaux laitiers et allaitants et pour la gestion de l'azote. Il y a sans doute des nouveaux équilibres à trouver entre territoires ; les solutions devront être accompagnées par les pouvoirs publics.

Face aux enjeux de rentabilité et de diversification des filières, la production de lait doit répondre à un nombre croissant de normes et d'exigences en termes de qualité sanitaire (tout particulièrement dans les filières AOC au lait cru), de qualité technologique et sans doute demain de qualité nutritionnelle. Certaines demandes des transformateurs comme l'élargissement des périodes de production au-delà de la période « traditionnelle » de production (en ovin lait) ou la plus grande régularité des livraisons (en bovins lait surtout mais aussi en ovin lait) ne sont pas sans conséquences sur la conduite des troupeaux (reproduction, alimentation), voire des performances environnementales de l'élevage. Le dialogue entre les acteurs de l'aval et les producteurs est indispensable pour définir les meilleurs compromis. Si l'accroissement de la demande mondiale en produits laitiers peut être une opportunité, le retour pour l'éleveur dépendra en fait beaucoup de l'aptitude des transformateurs à exporter des produits à forte valeur ajoutée (ingrédients, produits déshydratés avec des fonctionnalités spécifiques, fromages…) et du partage de cette valeur entre les différents acteurs de la filière (enjeux de la contractualisation) car la compétition sur les marchés pour des produits basiques (poudres de lait entier, mozzarella…) ne peut que tirer vers le bas le prix du lait payé au producteur. Le développement des productions AOP et de la transformation fermière offrent aussi des perspectives de développement.

C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ?

Plusieurs leviers devront être actionnés pour favoriser les évolutions dans le sens souhaité par la société car ces évolutions ne sont pas toujours dans l'intérêt économique, au moins à court/moyen terme, des éleveurs.

La puissance publique peut aider à l'évolution des systèmes. Le soutien aux zones défavorisées et herbagères prend aujourd'hui plusieurs formes dans le cadre du second pilier de la PAC et contribue fortement à soutenir le rôle de l'élevage laitier (et aussi allaitant) en zone de montagne. Un soutien correctement dimensionné à la prairie est nécessaire pour enrayer son déclin. La fixation au niveau individuel du gel des surfaces en prairies permanentes est de nature à limiter leur retournement mais une application régionalisée des seuils de retournement et de surface minimale en prairies permanentes serait sans doute à rechercher. Le retournement d'une faible proportion de prairie permanente permettrait d'accroître l'autonomie alimentaire des élevages de montagne en introduisant un peu de céréales et ainsi mieux faire face au prix élevé des céréales achetées ; inversement le gel des surfaces en prairies permanentes (au sens de prairies de plus de 5 ans) risque de rendre plus difficile l'optimisation des systèmes d'un point de vue environnemental en zone de plaine où la prairie est en rotation ; celle-ci sera en effet retournée avant 5 ans pour ne pas tomber sous le coup de l'interdiction alors qu'il est établi que la prairie est d'autant plus efficace pour réguler les flux de nitrate (et stocker du carbone) qu'elle est implantée pour au moins 4-5 ans.

Le développement de nouveaux instruments économiques et juridiques pour inciter à la réorganisation du foncier, à la gestion plus raisonnée de l'azote minéral (taxes ou quotas assortis de pénalités en cas de dépassement), ainsi que pour soutenir la prise de risque dans la transition des systèmes sont de nature à stimuler les progrès. Les financements par le second pilier ne seront sans doute pas suffisants. La création de nouveaux marchés liés à la production de biens collectifs (marché du carbone par exemple) est sans doute plus à même de pérenniser certains financements. La révision du système d'imposition permettra aussi de mieux raisonner les investissements matériels.

Les acteurs des filières ont aussi des moyens d'action en s'organisant collectivement. Un enjeu fort dans les prochains mois concerne la contractualisation entre éleveurs et transformateurs pour ajuster l'offre à la demande à partir de contrats même si la puissance publique peut/doit intervenir en amont pour donner plus de poids aux producteurs dans les négociations (via les organisations de producteurs) et en donnant un cadre pour le contenu des contrats. Cette relation entre l'amont et l'aval est plus naturelle dans les AOP. Il paraît aussi indispensable aujourd'hui, face aux exigences de la grande distribution, d'établir un cadre réglementaire pour que les partenaires puissent définir les modalités d'un plus juste partage de la valeur ajoutée tout au long de la chaine alimentaire. Les acteurs ont aussi la capacité de concevoir et de déployer des innovations tant techniques (sélection génomique) qu'organisationnelles au sein des territoires, à travers le développement d'actions collectives pour jouer plus efficacement les synergies entre productions (gestion des effluents, assolements partagés, etc.). Là aussi, la puissance publique peut avoir un rôle incitatif.

Le troisième levier concerne le secteur de la formation et du développement. Face aux multiples enjeux de l'élevage laitier, le conseil doit évoluer pour mieux accompagner les éleveurs dans leur réflexion ce qui nécessite de conforter les réseaux d'élevage, outils précieux d'acquisition de références technico-économiques mais dont le modèle économique est à (re)définir en période de restriction budgétaire ; de doter les acteurs du développement d' outils de conseil robustes, systémiques et prédictifs pour diagnostiquer les points faibles et évaluer les voies de progrès au sein de chaque exploitation (les UMT/RMT sont des modalités de partenariat bien adaptées à cet objectif) ; de mieux repérer et stimuler l'innovation et d'en assurer la diffusion, le dispositif de suivi des réseaux d'élevage et le développement de groupes d'échanges étant sans doute ici des approches complémentaires.

D - En guise de conclusion

Plusieurs pistes existent pour améliorer les performances technico économiques des exploitations laitières mais ces pistes de progrès sont à adapter en fonction des filières, des contextes socio-économiques et des objectifs de chaque éleveur. Les solutions ne sont pas uniquement à rechercher au sein de chaque exploitation mais aussi par des collaborations entre exploitations. La diversité des systèmes laitiers présents au sein de chacun de nos territoires contribue à la résilience globale des filières et il apparaît nécessaire de maintenir cette diversité même si le développement d'un système type est souvent mis en avant dans d'autres bassins laitiers européens. Les progrès collectifs passeront aussi par le développement de véritables stratégies de filières aujourd'hui globalement en place dans le domaine des AOP mais qui restent à (re)développer pour les productions de masse au moment de la sortie des quotas et de la perte d'influence de l'interprofession. Les décisions publiques auront un rôle majeur à jouer dans le développement de systèmes répondant mieux aux attentes de la société et des éleveurs.

CHAPITRE 8
FILIÈRE ÉQUINE

CHAPITRE 8A Filière équine 436

A - Contexte 436

B - Les marges de manœuvre et de progrès à l'échelle de l'exploitation et des établissements équestres pour améliorer la durabilité des systèmes d'élevages d'équidés et des modes de gestion des structures 443

C - Les marges de manœuvre et de progrès concernant les installations équestres insérés verticalement dans des filières et horizontalement dans des territoires 449

D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 452

E - Conclusion 454

F - Références bibliographiques 454

CHAPITRE 8B Synthèse 458

A - Eléments de contexte 458

B - Marges de manœuvre 459

C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 461

D - En guise de conclusion 461

CHAPITRE 8A
Filière équine

Auteurs : *Jean-Luc Cadoré (VetAgro Sup Lyon), Géraldine Fleurance (IFCE), William Martin-Rosset (Inra), Céline Vial (Inra), Bernard Morhain (Institut de l'Elevage), Françoise Clément (IFCE), Marion Cressent (IFCE), Guillaume Sallé (Inra), Jacques Cabaret (Inra), Bernard Dumont Saint Priest (IFCE), Romuald Glowacki (Fondation Hippolia).* [145]

A - Contexte

A1 - Une évolution importante, rapide et difficile de la filière et un statut agricole discuté de l'espèce

Le cheptel d'équidés a connu en France une évolution spectaculaire depuis la fin du XIXeme siècle jusqu'à nos jours (Figure 1).

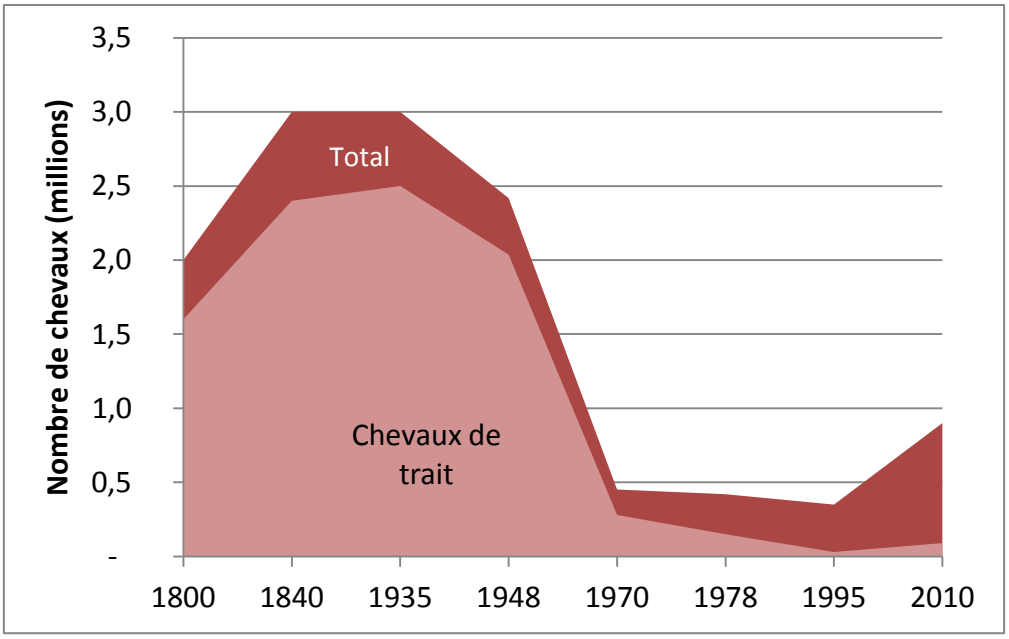


Figure 1 : *Évolution du nombre de chevaux en France ; d'après Digard (2004)*

Les chevaux de trait qui représentaient la majorité des effectifs ont vu leur nombre divisé par 5 immédiatement après la seconde guerre mondiale avec l'arrivée de la motorisation de l'agriculture. La réorientation des races de trait vers la production de viande depuis les années 1970 n'a pas enrayé la

[145] *Remerciements : Christine Jez (Inra), Florence Méa (IFCE), Etienne Zundel (Inra)*

décroissance des effectifs au cours du XXeme siècle. Parallèlement le cheval à usage militaire a diminué encore plus fortement mais a été progressivement remplacé par un cheval de selle destiné aux sports et loisirs grâce au développement spectaculaire de l'équitation civile. Le nombre de pratiquants licenciés à la Fédération des sports équestres a été multiplié par 10 depuis les années 1970 jusqu'à nos jours. Les courses connaissent un développement continu depuis le XVIIIeme siècle pour le galop et depuis le XIXeme siècle pour le trot, développement qui s'est fortement accentué à partir du XXeme siècle par leur popularisation induite par la création du PMU (1930) puis du tiercé (1954).

L'évolution des effectifs des équidés, et la diversification des usages et des acteurs (Figure 2) ont conduit à des modifications substantielles et difficiles de l'organisation de la filière équine qui se poursuivent et qui commencent à être identifiées.

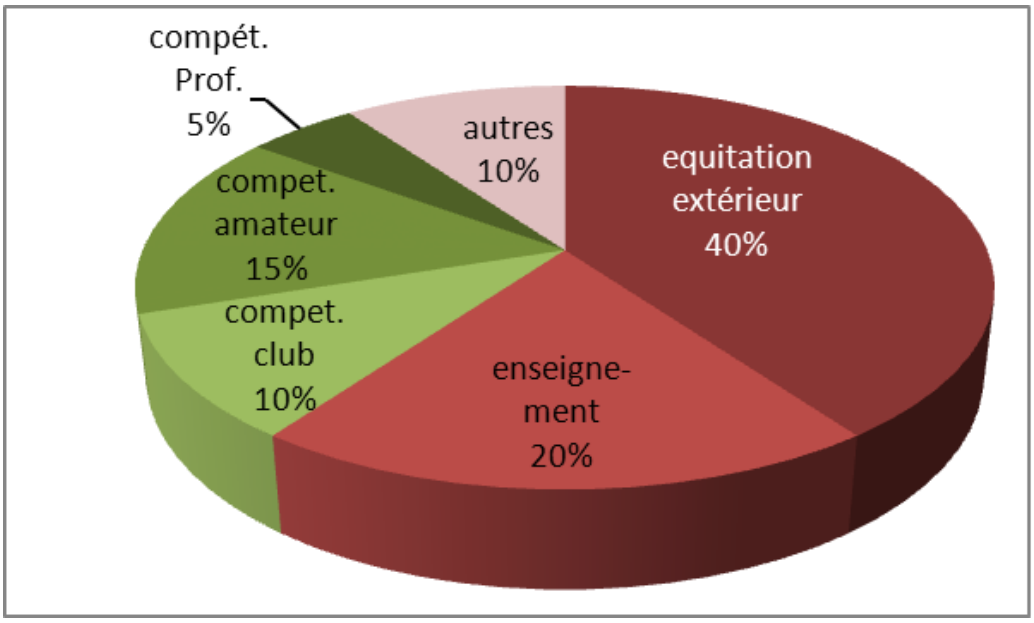


Figure 2 : *Destination des chevaux de sport, loisir ou travail ; Source : Jez et al. (2012) d'après données REFErences (2011)*

Au départ le cheval était produit et utilisé pour la traction par les agriculteurs. La cavalerie militaire se fournissait auprès des agriculteurs-éleveurs. Le cheval avait un statut agricole reconnu. L'évolution des effectifs et l'orientation majeure de la production et surtout de l'utilisation vers la selle ont fait perdre ce statut agricole au cheval qu'il a seulement recouvré en 2006. Mais celui-ci reste encore très discuté, en particulier au niveau européen.

La diversification des usages du cheval a conduit au développement de différents types d'entreprises. En simplifiant, les chevaux de selle (au sens générique : courses + sports et loisirs) et de trait sont produits dans des entreprises agricoles spécialisées (haras pour les chevaux de selle) ou mixtes (pour les chevaux de selle et surtout de trait) élevant d'autres espèces de rente. Le cheval de selle est utilisé pour une large part dans des entreprises équestres : centres-fermes ou écuries gérées par des professionnels, structures associatives ou des agriculteurs pluriactifs dont le nombre a explosé pour atteindre 7800 en 2010 (IFCE- Idele 2011). Les chevaux de courses sont entraînés et exploités par des professionnels dans des entreprises hippiques localisées en zone rurale ou dans des centres d'entraînement périurbains.

Le statut social des producteurs, transformateurs et utilisateurs est très varié : professionnels vs amateurs ; spécialisés vs pluriactifs ; professionnels qui essaient d'en tirer un revenu vs des personnes fortunées pour qui le cheval est un signe de distinction ou encore amateurs pas forcément fortunés mais qui en profitent pour le loisir (Figure 3).

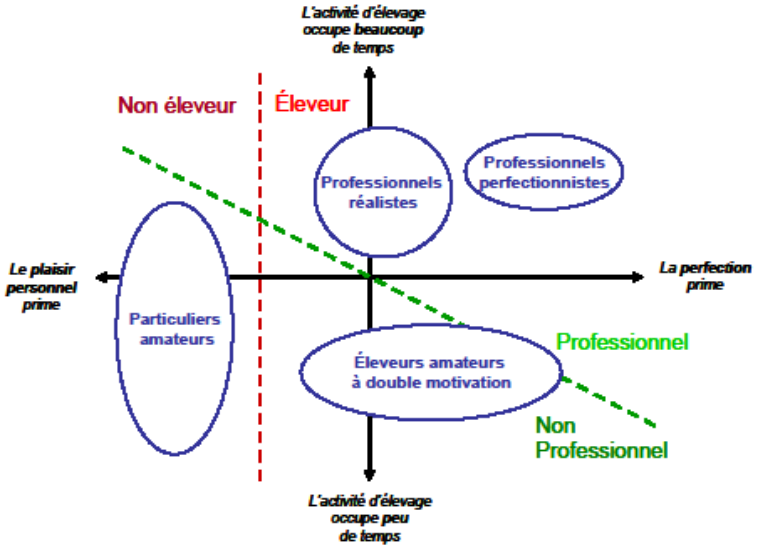


Figure 3 *: Résumé de la typologie des éleveurs équins ; d'après Couzy (2007)*

Cette diversité et ces spécificités diminuent la lisibilité de la filière équine et de ses multiples segments. Cela peut nuire à sa compréhension par les décideurs face à des enjeux tels que le maintien d'un statut agricole au cheval et corrélativement l'accès de la filière équine aux soutiens nationaux et européen comme pour les autres espèces de rente.

A2 - Des éléments positifs

La demande du citoyen par rapport aux activités équines est croissante. Ainsi, la FFE est la troisième fédération sportive en France et compte une progression de près de 60 % de licenciés ces dix dernières années (Figure 4).

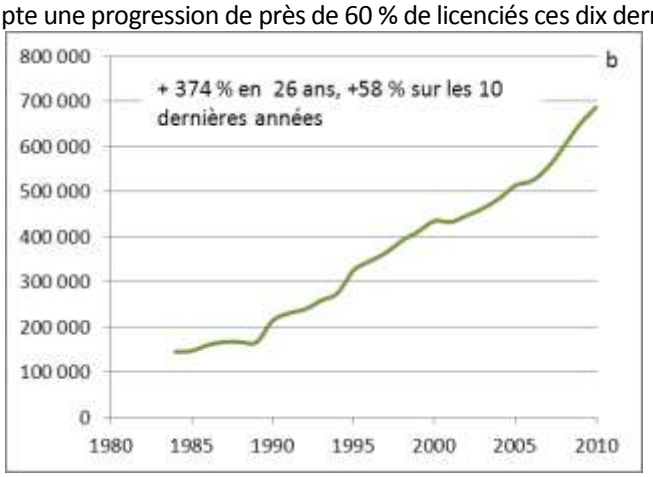


Figure 4 *: Evolution du nombre de licenciés d'équitation depuis les années 80 ;*
Source : Fédération Française d'Equitation

Le nombre de pratiquants incluant les non licenciés s'élève à 1,5 millions. Cette progression est principalement liée au fort développement de l'équitation de loisirs. Les paris en courses sont estimés à 10 milliards d'euros par an, soit une progression de 60 % en dix ans, en particulier grâce à l'augmentation du nombre de courses et de points de vente du PMU (IFCE-OESC, d'après ARJEL, PMU). Plus globalement, les équidés bénéficient d'une image positive auprès du public amateur ou non de sports ou de loisirs

équestres, ne serait-ce que par l'assistance de plus en plus nombreuse aux différents spectacles équestres.

On estime le nombre d'équidés en France à un million, dont 65 % de chevaux et de poneys de selle, 20 % de chevaux de courses, 8 % de chevaux lourds et 7 % d'ânes (Réseau REFErences 2012).

L'activité économique de la filière est importante comme le montrent d'une part son chiffre d'affaires : 12.3Mds € dont 10 Mds € de paris enregistrés par le PMU (parmi lesquels 7 milliards sont redistribués en gains) (Heydemann et *al*., 2011) et d'autre part le nombre d'employés dans l'ensemble de la filière, lequel s'élève à 72000 (Figure 5).

Figure 5 *: Classification et répartition des emplois de la filière équine ; source : Jez et al. (2012) d'après données Heydemann et al. (2011) et Réseau REFErences (2011)*[146]

Les salariés agricoles sont plutôt jeunes, 30 ans en moyenne, mais se caractérisent par un fort turn-over, en particulier dans les écuries de courses et les centres équestres, 1/3 étant renouvelé chaque année (Figure 6). Si la parité est globalement respectée, les femmes sont surreprésentées dans les établissements équestres, mais sous-représentées chez les cavaliers professionnels, entraîneur-coach, etc. De plus, la part du bénévolat, bien que non quantifiée, est très importante et nombre de manifestations hippiques comme équestres ne pourraient avoir lieu sans cette mobilisation.

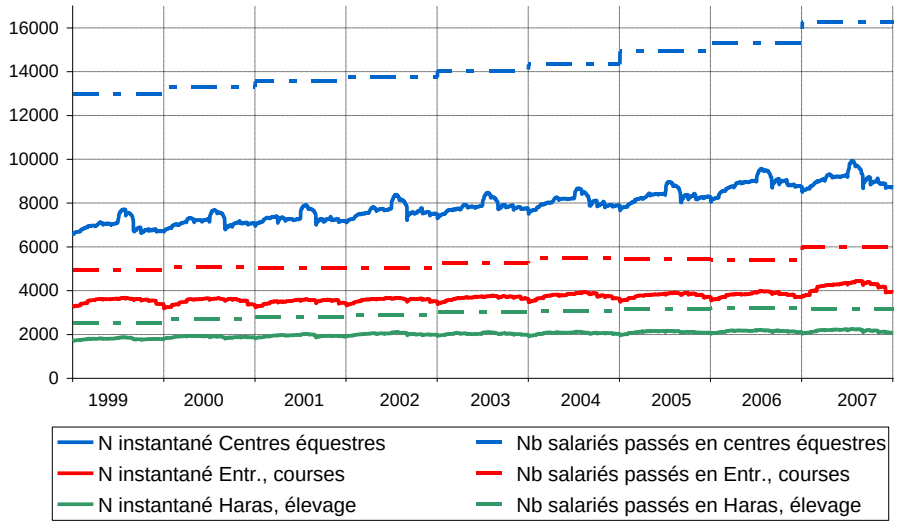


Figure 6 *: Effectifs totaux (en pointillés) de salariés passés dans les centres équestres, les centres d'entrainement de chevaux de course et les élevages, et de salariés « au jour le jour » (en trait plein) dans ces différentes catégories d'établissement ; Source : données MSA, traitement Chevalier et al. (2008)*

[146] Les emplois directs agricoles ne sont pas exprimés en ETP alors qu'il y a une réduction d'effectifs quand on décompte le nombre de contrats signés.

On dénombre, par le nombre de naissances, aujourd'hui plus de 35 000 sites qui ont fait naître au moins un poulain (34 % de chevaux de selle, 25 % de courses, 32 % de trait, 7 % de poneys et 2 % d'ânes). Plus du tiers des sites sont situés dans l'Ouest de la France : Basse Normandie, Bretagne et Pays de la Loire (Figure 7).

Figure 7 *: Répartition des sites d'élevages d'équidés en France ; Source : Heydemann* et al*. (2011)*

Toutefois, 80 % n'ont qu'une à deux juments et 85 % des éleveurs déclarent ne tirer aucun bénéfice de cette activité (Heydemann *et al*., 2011). Par ailleurs, on recense à partir des déclarations à la MSA une proportion très importante d'exploitants non employeurs (par rapport aux autres secteurs), en dénombrant seulement quelques 6 000 exploitations (dont ¼ seulement sont employeurs).

Le Recensement agricole 2010 dénombre 54 372 structures (toutes n'étant pas des exploitations agricoles par leur statut juridique ; cf. Encadré 1) qui détiennent au moins un équidé, alors que le RA recense moins de la moitié des équidés réellement présents en France.

Encadré 1.

Eleveur, élevage, exploitation, établissement équestre : des notions différentes parfois (souvent) imbriquées en filière équine :

- L'éleveur est un particulier (le cas échéant une personne morale) ayant mis au moins une jument à la reproduction au cours de l'année.

- L'élevage est le lieu dans lequel au moins une jument a été mise à la reproduction au cours de l'année. Plusieurs éleveurs peuvent détenir au moins une jument mise à la reproduction dans un élevage

- Une partie seulement des élevages sont des exploitations agricoles sensu stricto, du fait de l'existence de nombreux éleveurs amateurs mettant occasionnellement une jument à la reproduction, ainsi que de la mise à la reproduction occasionnelle de juments détenues dans des établissements équestres.

- L'établissement équestre (incluant les écuries de courses ainsi que les pensions) est le lieu dans lequel les chevaux sont utilisés pour les pratiques d'équitation ou les courses (et/ou gardés en pension). Ces établissements sont décomptés dans le secteur agricole sans être systématiquement des exploitations agricoles sensu stricto.

Ces notions différentes, conjuguées à l'imbrication fréquente des activités d'élevage et d'utilisation des chevaux au sein des mêmes structures, rendent parfois difficile la compréhension des statistiques relatives à la filière équine.

On estime que les équidés utilisent pour se nourrir environ 5 % des surfaces toujours en herbe du territoire national et 2 % du territoire pour les activités de sports et loisirs (Réseau REFErences, 2011). Ils permettent d'entretenir des espaces délaissés par l'agriculture ou l'élevage dans un contexte de diminution des effectifs de ruminants. Ils valorisent des surfaces fourragères (prairies cultivées, temporaires, permanentes de plaine ou collinaires) dont l'enjeu principal est de produire une ressource alimentaire pour un produit animal, voire de concilier objectifs de production et préservation de la biodiversité dans le cas des prairies permanentes. Ils entretiennent des surfaces pastorales (parcours dans des zones collinaires et de montagne) où l'enjeu relatif à la préservation de la biodiversité est important. Dans ce cas, le cheval peut être vu comme un coproduit. Enfin, les équins sont utilisés comme outils de gestion de la biodiversité dans des zones sensibles. La forte capacité d'ingestion des équins, en particulier de fourrages grossiers (Duncan et *al*., 1990, Ménard et *al*., 2002) les rend efficaces pour maintenir les milieux ouverts. Leur mode de prélèvement accroît l'hétérogénéité de structure du couvert prairial (entretien de zones d'herbe rase préférentiellement pâturées au sein d'une matrice d'herbes hautes peu consommées et contaminées par les déjections) ce qui peut favoriser la coexistence de plusieurs espèces végétales et animales, au moins à court terme (Fleurance et *al*., 2011). Par ailleurs, ils sont de faibles contributeurs aux émissions de GES comparativement aux ruminants (Vermorel et *al*., 2008).

En milieu rural, les équidés occupent et entretiennent des espaces qui sont délaissés par l'agriculture, suite à la déprise agricole ou du fait que ces parcelles présentent un intérêt moindre pour les agriculteurs qui les vendent, louent ou prêtent à des propriétaires équins pour ne pas avoir à les entretenir. D'autre part, les agriculteurs locaux sont les principaux fournisseurs de fourrages et céréales des propriétaires équins. Ils leur proposent également des services, prenant des chevaux en pension, faisant les foins sur des parcelles en échange d'une partie de la récolte ou prêtant ou louant du matériel agricole (Vial et Perrier-Cornet, 2013). Les équidés contribuent également à la diversification des produits animaux (11 % des exploitations agricoles de France métropolitaine possèdent au moins 1 équin) (Mugnier et *al*., 2013)ainsi que des activités agricoles grâce au développement de l'agrotourisme à cheval. Enfin, la concurrence foncière à laquelle les propriétaires équins sont confrontés semble plus prégnante face à une agriculture professionnelle que dans un contexte d'agriculture non professionnelle, laquelle utilise moins intensivement l'espace et semble plus encline à exploiter les potentielles complémentarités et diversifications que représentent les équidés (Vial et *al*., 2011a).

En zone périurbaine, les effectifs d'équidés et de ce fait leur importance dans l'occupation du territoire ne cessent de croitre, en lien avec le développement des loisirs équestres. Leur présence relève majoritairement d'établissements équestres ou hippiques et de particuliers hors structure mais on y trouve aussi quelques élevages. Dans ces zones, les équidés, notamment de particuliers hors structure, s'adaptent à un usage temporaire du territoire, permettant l'entretien d'espaces qui sont délaissés par l'agriculture face au développement urbain. Ces espaces, souvent situés dans les interstices ou aux pourtours de l'urbanisation, ne sont plus agricoles sans être encore constructibles. Les élevages valorisent quant à eux de plus grands espaces situés à distance des pôles urbains. Dans ces zones, les équidés permettent de maintenir une forme d'activité agricole, participant à la qualité des paysages et du cadre de vie (Vial et *al*., 2011b). Les équidés peuvent donc contribuer au maintien de la population rurale tout en assurant, de par leur image positive, un lien social entre la population rurale et urbaine, même si certains conflits d'usages sont identifiés (odeur du fumier, droits de passage).

A3 - Des faiblesses et des risques

La consommation de viande chevaline ne cesse de diminuer en France depuis les années 80 (300g/pers/an en 2012). Malgré une faible demande, la production française est très inférieure à la consommation et diminue depuis les années 1970 (diminution des abattages de 30 % ces 10 dernières années mais aussi et surtout l'administration de médicaments qui, pour certains, rendent la viande de ces animaux impropre à la consommation). Deux segments du secteur viande coexistent : importation de viande rouge ou d'équidés adultes principalement en provenance d'Amérique du Nord et du Sud,

exportation de viande rosée ou de poulains, principalement vers l'Italie pour le vif et la Belgique pour la viande. En valeur comme en volume, ces échanges diminuent depuis plusieurs années mais présentent toujours un solde négatif d'environ - 40 millions d'euros (Figure 8).

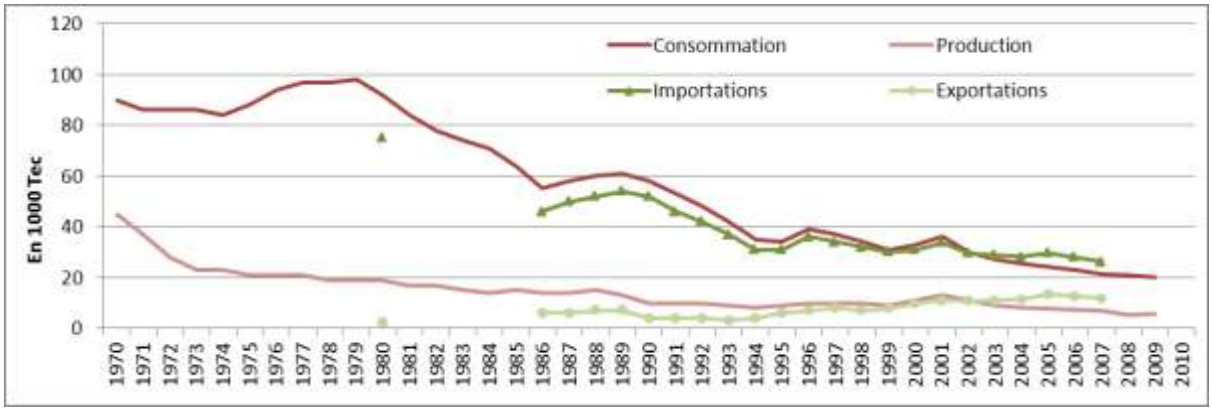


***Figure 8** : Les marchés de la viande chevaline en France, en milliers de Tonnes équivalent Carcasse (TEC) ; Source : Jez et al. (2012) d'après données FranceAgriMer*

Les élevages d'équidés se caractérisent par des revenus faibles, d'autant plus qu'il s'agit de structures spécialisées ne vivant que de la vente de chevaux par rapport à des structures équestres aux ressources financières plus variées (Figure 9). Ces élevages sont soumis à une concurrence européenne croissante, notamment du fait :

- d'une inadéquation entre l'offre et la demande en cheval de selle : la plupart des éleveurs destinent leur produit à des marchés haut de gamme qui ne représentent qu'une minorité d'utilisateurs et nombreux sont ceux qui doivent vendre leurs animaux à perte dans d'autres circuits. En parallèle, les importations s'accroissent (×5 pour les chevaux de selle, ×10 pour les poneys sur les 10 dernières années) en provenance notamment des Pays Bas, d'Allemagne et de Belgique, à partir d'élevages très compétitifs tant en matière de performances techniques et économiques que de capacité à répondre aux attentes des clients ;
- d'une mauvaise maîtrise des coûts de production, en particulier d'alimentation.

Mais il faut souligner que les objectifs économiques des éleveurs ne sont pas forcément prioritaires comparativement aux autres filières animales : pour la majorité d'entre eux (non professionnels), élever des chevaux est un loisir avant d'être une source de revenus : la part des revenus liée à l'élevage d'équidés, tous segments confondus, n'est que de 10 % seulement, mais varie fortement selon les segments de la filière (sports vs loisirs, voire course).

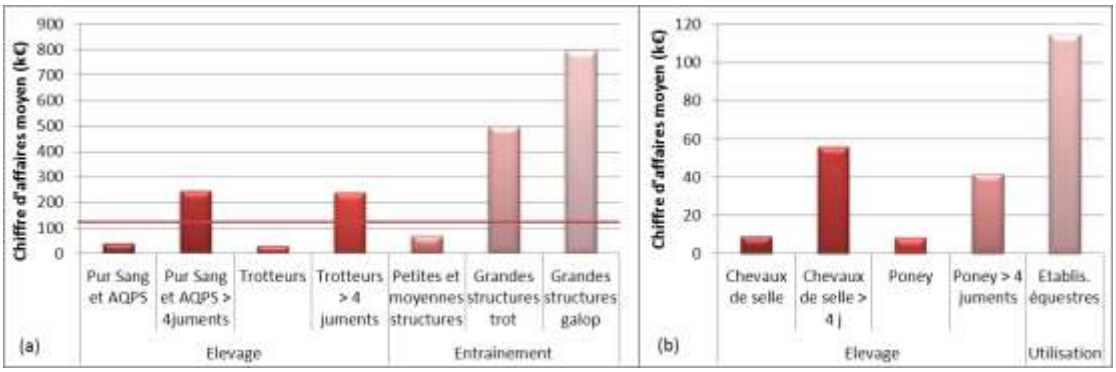


***Figure 9** : Chiffres d'affaires moyens de structures d'élevage et d'utilisation dans les segments course (a) et sport et loisir (b) (AQPS : Autre Que Pur-Sang) en soulignant la différence de logique économique des structures comparées ; source : Jez et al. (2012) d'après données Heydemann* et al. *(2011)*

Les structures d'élevage présentent un chiffre d'affaires en moyenne inférieur à celui des entreprises liées à l'utilisation du cheval et les structures du segment courses génèrent un chiffre d'affaires globalement plus important que celui des autres segments. Ces moyennes masquent néanmoins des écarts importants : le chiffre d'affaires des établissements équestres varie de 12 000 € à 450 000 € selon le dimensionnement de l'établissement, tandis que la moitié des élevages n'en dégage aucun. En 2009 l'association de gestion du GHN s'occupant de la comptabilité de 500 centres équestres fait état d'un résultat d'exploitation moyen de 12665 €.

Comme pour les autres productions allaitantes, les différentes structures équestres sont confrontées à des tensions sur les prix des matières premières (aliments, énergie, engrais minéraux) et aux aléas climatiques croissants qui peuvent fragiliser le système fourrager. Ces élevages sont par ailleurs soumis à des difficultés d'accès aux espaces prisés pour l'agriculture et l'élevage en zones rurales, et à des conflits d'usage et de voisinage en zones périurbaines.

Les candidats à l'installation pour produire des chevaux ou créer des activités équestres sont nombreux mais de très nombreux projets ne sont pas viables économiquement. De plus, les soutiens de l'Etat diminuent depuis quelques années et la filière équine est mal positionnée dans le cadre des négociations de la nouvelle PAC (2014-2020) et probablement insuffisamment impliquée. L'harmonisation de la fiscalité entreprise à l'échelle européenne qui va conduire en France à un relèvement du taux de TVA pour certaines activités non directement agricoles risque de remettre en cause l'existence des structures équestres et donc de fragiliser l'élevage et l'ensemble des emplois qui en découlent. Par ailleurs, suite à l'ouverture à la concurrence des jeux en ligne sur les courses de chevaux au niveau européen, l'ampleur des retours financiers des paris hippiques vers la filière (soutiens à l'élevage et financement partiel de la recherche, notamment) constitue également une incertitude majeure.
Plus globalement, un risque important pour la filière est celui lié à un contexte de crise économique qui fragiliserait les classes moyennes et qui pourrait réduire la consommation de loisirs équestres.

Enfin, on assiste à une sous-utilisation critique des connaissances et des techniques disponibles (Martin-Rosset, 2010) liée d'une part à un transfert insuffisant (manque de conseillers techniques) et à une difficulté d'appropriation de certaines innovations (ex : génétique).

B - Les marges de manœuvre et de progrès à l'échelle de l'exploitation et des établissements équestres pour améliorer la durabilité des systèmes d'élevages d'équidés et des modes de gestion des structures

B1 - Système d'alimentation

B1.1 - Accroître l'autonomie fourragère

Dans les systèmes d'élevage équins spécialisés, les frais d'alimentation constituent l'un des trois principaux postes de dépense (environ 30 % des charges opérationnelles). A titre indicatif, les enquêtes conduites en 2010 par le Réseau Equin en élevages de chevaux de selle rapportent des chiffres d'achats moyens de 0,9tMS/UGB/an de concentrés (240 €/UGB/an) et de 0,8tMS/UGB/an de foin (100 €/UGB/an). L'autonomie alimentaire n'est le fait que de 30 % des élevages, principalement des élevages ayant une

autre production agricole (Morhain, 2011). L'amélioration des résultats économiques des élevages équins et la diminution de leur empreinte environnementale reposent donc en particulier sur leur capacité à accroître leur autonomie fourragère. Ceci nécessite d'adapter le chargement en animaux à la Surface Fourragère Principale, en intégrant la sécurisation du système face aux aléas climatiques croissants. La réduction du nombre de chevaux improductifs, en particulier des animaux invendus du fait de prix non conformes à la réalité du marché ou insuffisamment préparés (10 à 30 % des UGB présents d'après Morhain, communication personnelle) est une voie d'amélioration.

B1.2 - Accroître la part du pâturage

L'herbe pâturée est l'aliment le moins coûteux au kg de MS mis à disposition de l'animal (Morhain, 2011). Le pâturage limite les frais inhérents à la récolte des fourrages et permet de s'affranchir des pertes de valeur nutritionnelle lors de leur conservation (Pottier et Martin-Rosset, 2012). Il limite les frais d'achat de paille et de copeaux pour la litière et réduit le volume du fumier (et donc les rejets et les coûts et énergie liés au stockage et à l'épandage). La conduite des chevaux au pâturage favorise leur comportement naturel (contacts sociaux, durée d'alimentation longue, déplacements) et leur bien- être (Nielsen and Kawack, 2010 ; Sondergaard, 2003). Le pâturage équin contribue par ailleurs à l'entretien des espaces herbagers et à leur biodiversité (Fleurance *et al*., 2011).

En dépit de ses avantages, l'herbe pâturée est globalement sous-utilisée en élevage équin. On estime qu'elle représente une part de l'alimentation annuelle de l'ordre de 30 % pour les chevaux à forte valeur commerciale (races de course ou de sport de haut niveau) et de 70 % pour les chevaux à faible valeur économique (races de trait); les chevaux de loisirs occupant une position intermédiaire (Moulin, 1995). Chez les chevaux de course et de sport, les objectifs de production au cours du cycle d'élevage sont atteints par une forte complémentation des animaux en concentrés toute l'année visant à satisfaire constamment leurs besoins. A l'opposé, les éleveurs de chevaux de trait pour la production de viande alternent la mobilisation – reconstitution des réserves corporelles chez la jument (Martin-Rosset *et al*, 2012a) et utilisent chez le poulain la croissance compensatrice pendant la saison de pâturage suivant une croissance limitée pendant l'hiver (Martin-Rosset *et al*, 2012a). Entre ces extrêmes, les éleveurs de chevaux de loisirs privilégient souvent une alimentation concentrée au détriment d'une ressource végétale dont ils connaissent et maîtrisent mal la valorisation par les animaux, faute de références et d'appui technique. En particulier pour les juments de selle suitées et les chevaux au travail, la pratique du pâturage est par ailleurs en partie dépendante d'une structure foncière adaptée (proximité des bâtiments) permettant de limiter les temps de déplacement et de favoriser la surveillance.

Pour accroître la part de l'herbe dans l'alimentation des équins, il faut chercher à synchroniser les périodes auxquelles les besoins des animaux sont élevés avec celles au cours desquelles la production d'herbe est importante et de bonne qualité. Cette adéquation est assez facile à réaliser dans le cas des juments suitées si les naissances sont programmées suffisamment tôt en saison car la valeur alimentaire de l'herbe évolue de manière assez parallèle aux besoins de la jument. Pour les chevaux en croissance, il convient de mettre les animaux à l'herbe précocement avec un chargement suffisant dans la mesure où la portance du sol le permet. Les systèmes équins gagneraient à accroître la part des surfaces en herbe récoltées au printemps afin de limiter le risque d'excédents et de refus d'herbe à la fin du printemps et celui d'un manque de repousse en début d'été. Le chargement au pâturage est fonction du système adopté, en moyenne plus élevé pour une conduite en rotation que pour une conduite en continu. La fumure doit être modérée et répartie sur la surface en fonction de l'hétérogénéité éventuelle du pâturage (Leconte et Trillaud-Geyl, 2012). Il est possible d'élargir la période de pâturage en faisant pâturer les chevaux en automne voire en début d'hiver sur les prairies permanentes si la portance du sol le permet. Le chargement doit être adapté pour ne pas entrainer un ralentissement de la pousse au printemps suivant et une réduction de la productivité des prairies à long terme. L'allongement de la période de pâturage n'est pas préconisé sur les prairies temporaires, sensibles au piétinement et dont la capacité de régénération au cours de l'hiver est moindre. En hiver, il convient de regrouper les animaux sur une parcelle d'hivernage ou sur une partie de parcelle sacrifiée qui permettront aux autres surfaces de

redémarrer plus tôt au printemps. Ces recommandations, établies à partir des travaux de l'Inra et de l'IFCE (cf Trillaud-Geyl et Martin-Rosset 2012 pour une synthèse), doivent être vulgarisées auprès d'utilisateurs aux compétences très hétérogènes.

L'amélioration de l'exploitation de l'herbe par les équins nécessite également une meilleure connaissance de leur ingestion au pâturage pour (i) déterminer les conditions de satisfaction des besoins nutritionnels des différents types d'animaux, (ii) perfectionner le système d'évaluation du chargement établi par l'Inra et l'institut de l'Elevage (Martin-Rosset et Morhain, 2012). De premiers travaux, conduits par l'IFCE, l'Inra et le CNRS, ont précisé l'influence des caractéristiques majeures du couvert végétal (hauteur, qualité) sur l'ingestion, les choix alimentaires et la couverture des besoins nutritionnels chez le cheval en croissance (Mésochina *et al*., 2000 ; Edouard *et al*., 2009, 2010 ; Fleurance *et al*., 2010a). Des travaux sont en cours chez la jument de selle en lactation dont les besoins sont élevés dans l'objectif de limiter le recours à la complémentation au pâturage, pratique courante en élevage (Collas *et al*., 2013). L'IFCE et l'Inra analysent notamment les conséquences, pour différents niveaux d'herbe offerts, d'une distribution ou non de complément énergétique sur la couverture des besoins de la jument et ses performances zootechniques. En parallèle à ces travaux analytiques, l'IFCE et l'Inra évaluent expérimentalement les équilibres possibles entre objectifs de production et préservation de la biodiversité prairiale selon différents modes de conduite des chevaux au pâturage (e.g. influence du chargement, Fleurance *et al*., 2010b).

L'ensemble des travaux décrits précédemment ont été et sont réalisés dans des zones géographiques humides. Des études démarrent dans des zones sèches du Massif central où les parcours sont exploités par des chevaux seuls ou souvent en association avec des ruminants dans des systèmes de conduite extensive comportant un plein air intégral toute l'année. Ces conduites peuvent assurer de façon originale une valorisation de ces surfaces tout en préservant leur biodiversité voire en participant à la lutte contre les incendies pour les parcours les plus méridionaux. Ces travaux visent à caractériser la place des parcours dans l'alimentation des équins et rôle de ces derniers dans l'entretien de l'espace.

B1.3 - Utiliser la complémentarité avec les ruminants

La mixité entre herbivores peut permettre de mieux valoriser les ressources fourragères de façon économe du fait de la complémentarité entre espèces animales se différenciant par leurs cycles de production, leurs exigences alimentaires et/ou leurs capacités adaptatives. En zone rurale, les équins peuvent utiliser des surfaces peu valorisées par les bovins ou les mêmes surfaces dans les systèmes à faible chargement (pâturage successif ou simultané) (Lortal *et al*., 2010 ; Bigot *et al*., 2011 ; Morhain, 2011 ; Mugnier *et al*., 2013).

Les résultats enregistrés par le réseau REFErences (Morhain, 2011) dans des exploitations mixtes équin-bovin modérément chargées montrent que la complémentarité permet d'alimenter à coûts très réduits les équins. Ces travaux se poursuivent pour préciser, dans des conditions pédoclimatiques différentes, le seuil d'intensification jusqu'auquel la mixité est favorable au plan technique, économique et environnemental. A l'échelle de la parcelle et du troupeau, l'IFCE et l'Inra souhaitent évaluer les bénéfices de la mixité vis-à-vis de la valorisation de l'herbe par les animaux, du parasitisme gastro-intestinal, de la productivité et de la valeur nutritive du couvert. Les conséquences de la mixité au plan zootechnique et pour la biodiversité prairiale seront mesurées afin de compléter les rares références disponibles (Loucougaray *et al*., 2004, Martin-Rosset et Trillaud-Geyl, 2011). A l'avenir, il conviendra également de tester l'intérêt de différentes modalités de mise en place du pâturage mixte : chargement et ratio entre les différentes espèces d'herbivores en particulier.

B1.4 - Promouvoir l'utilisation de fourrages conservés de qualité par les entreprises équestres et hippiques

Les chevaux de courses, de sports et de loisirs sont alimentés en box au cours de leurs périodes d'utilisation avec des régimes alimentaires comprenant de 30 à 90 % de fourrages conservés achetés auprès d'agriculteurs ou d'intermédiaires. La valeur alimentaire des fourrages achetés est extrêmement variable et le prix payé est le plus souvent sans rapport avec sa qualité nutritive. Pourtant, des méthodes et des outils mis à la disposition des laboratoires de routine par l'Inra (Martin-Rosset, 2012) pourraient être utilisés pour objectiver les transactions et réduire les coûts, voire les rejets par une complémentation peu rationnelle (Martin-Rosset et Fleurance 2012). Or le poste d'alimentation représente de 25 à 40 % des charges d'exploitation opérationnelles des établissements équestres par UGB équin (Boyer et Morhain, 2013). Il convient d'encourager les établissements à contrôler la valeur alimentaire des fourrages achetés et à s'organiser pour acheter et utiliser des fourrages récoltés avec des techniques agricoles récentes, foins mi-fanés et enrubannés dans le cadre de relations acheteurs - producteurs objectives comme cela se pratique en Finlande par exemple et de façon confidentielle en France.

B1.5 - Utiliser les sous-produits de cultures

En particulier dans un contexte où les aléas climatiques impactent sur l'approvisionnement et les prix des aliments classiques (foin, céréales), certains sous-produits de grandes cultures dont la valeur nutritive est établie chez le cheval peuvent être incorporés dans la ration (pailles, pulpes, déchets de maïs, betteraves, tourteaux...) (Martin-Rosset *et al*., 2012).

B2 - Gestion de l'animal et du troupeau

B2.1 - Réduire l'usage des hormones et des antibiotiques lors de la mise à la reproduction

Actuellement différentes molécules sont utilisées pour maîtriser le moment de l'ovulation (HCG par exemple) afin de pouvoir faire saillir ou inséminer la jument dans les heures qui précèdent l'ovulation. En effet il a été démontré que l'intervalle entre la saillie ou l'IA et l'ovulation impacte la fertilité de la jument. Pour limiter l'utilisation des hormones sans diminuer la fertilité, deux voies peuvent être suivies :

- une méthode de détection précise de l'ovulation permettrait d'optimiser la gestion des cycles de la jument. Actuellement des travaux portent sur la mise au point d'un test de détection de l'œstrus dans l'espèce équine à partir d'un prélèvement (urine, fèces) facile à réaliser par l'éleveur lui-même, sans matériel ni installations spécifiques. Des travaux sont engagés depuis plusieurs années sur la recherche de molécules spécifiques de l'œstrus qui seraient présentes dans ces échantillons (Briant *et al*., 2013). Ces molécules semblent également impliquées dans la stimulation de l'étalon lors de la collecte de la semence. Des méthodes alternatives de stimulation de l'ovulation, comme l'effet mâle ou l'effet d'un stress, pourraient également être étudiées chez les équins.
- une autre voie consiste à augmenter le temps de conservation des spermatozoïdes *in vitro* ou *in vivo*. Un milieu de conservation (Batellier *et al*., 2001) permet d'ores et déjà d'accroitre la durée de conservation de la semence jusqu'à 3 jours *in vitro* avant insémination artificielle. Cependant, dans l'objectif de diminuer le nombre d'interventions sur les animaux, l'augmentation du temps de survie des spermatozoïdes dans le tractus génital de la jument pourrait être obtenue par une encapsulation des cellules permettant une libération lente dans le tractus de la jument.

Par ailleurs, l'évaluation de molécules à activité bactéricide et susceptibles d'être utilisées dans les milieux de conservation des spermatozoïdes est en cours pour limiter ou éliminer totalement les antibiotiques des milieux de conservation de la semence.

B2.2 - Raisonner les traitements antiparasitaires pour maitriser les phénomènes de résistance aux anthelminthiques

L'infestation par les nématodes parasites du cheval a été classée parmi les dix maladies les plus préoccupantes pour la filière équine (ANSES, 2012). Cette préoccupation est liée au pouvoir pathogène de ces nématodes et à la perte d'efficacité des vermifuges, seul moyen de lutte utilisé jusqu'à présent. Ce phénomène de résistance aux vermifuges est largement répandu à l'échelle mondiale, aux USA et en Europe (Molento *et al*., 2012 ; von Samson-Himmelstjerna, 2012). En France, une étude récente montre l'inefficacité quasi-totale d'un tiers des composés actifs contre les cyathostomes (Traversa *et al*., 2012). Face à cette situation, quelques priorités de recherche peuvent être dégagées, certaines étant d'ores et déjà explorées par l'Inra et l'IFCE. Ces recherches interviennent au niveau de la structure exploitante (haras ou centre équestre) ou au niveau de la filière.

Le développement de nouvelles molécules représente un levier d'action majeur. La cible thérapeutique visée devra être spécifique du nématode, permettant d'obtenir une innocuité totale pour le cheval ou l'environnement. De plus, cette molécule devra attaquer des cibles stratégiques du métabolisme parasitaire, dont la ou les mutations compromettraient la survie d'isolats de nématodes éventuellement résistants. La caractérisation d'isolats parasitaires résistants, et la connaissance des génomes parasitaires permettront d'une part de mieux comprendre les mécanismes de résistance aux vermifuges, et d'autre part de déterminer des cibles thérapeutiques spécifiques et durables.
Outre le potentiel évolutif des nématodes parasites, l'apparition de nématodes résistants prend racine dans des protocoles de vermifugation non raisonnés. En ciblant au mieux les équidés les plus infestés, la fréquence des traitements sera diminuée contribuant ainsi à limiter la sélection de populations de nématodes résistants. Ce ciblage nécessite de disposer d'un marqueur métabolique ou immunologique facile d'utilisation et disponible au pied de l'animal, permettant d'objectiver au mieux l'état d'infestation des individus. La recherche et l'identification de marqueurs génétiques de prédisposition à l'infestation par les nématodes constituera un outil puissant pour ce type d'approche en permettant de caractériser les chevaux dès leur naissance. L'étude de ces facteurs génétiques est en cours sur la population de trotteurs Normands. D'autre part, une collaboration entre l'Inra et le Moredun Institute s'attachera à valider un marqueur immuno-diagnostique (McWilliam *et al*., 2010) en vue d'optimiser les vermifugations.

L'infestation par les nématodes gastro-intestinaux a lieu au pâturage. Cependant, on a recensé un certain nombre de plantes disposant de propriétés anthelminthiques dont l'efficacité reste cependant à démontrer pour la plupart. Parmi ces plantes, le sainfoin a fait l'objet de nombreuses études chez les petits ruminants avec des résultats encourageants (Hoste et *al*., 2006). Le potentiel de cette plante pour contrôler les strongyloses des équidés est actuellement à l'étude L'intégration de plantes bioactives sur les pâtures pourrait également contribuer à renforcer la biodiversité des prairies tout en favorisant d'éventuels comportements d'automédication des équidés.

B2.3 - Améliorer l'adéquation offre / demande par la caractérisation du comportement des chevaux

Le caractère d'un équidé est la résultante d'une base innée sur laquelle ont été apportés une succession d'éléments induits par l'éducation, par les aléas de la vie de l'animal et par le cavalier. Deux tests actuellement disponibles reflètent une synthèse de l'inné et de l'acquis assimilé par le cheval :

- Le BAC®, Bilan des Acquis du Comportement, est une évaluation permettant d'apprécier le calme et le niveau d'éducation en vue d'une utilisation polyvalente en loisir (Lansade *et al*., 2010). Elle est réalisée par deux observateurs neutres dans une série de tests analogues à ceux de la pratique équestre courante et peut être renouvelée à plusieurs moments de la vie de l'animal. Il reste encore relativement peu utilisé.

- Les « Qualifications Loisir » permettent de délivrer un label qualité prenant en compte la morphologie, la locomotion et la facilité d'utilisation d'un équidé en vue d'une utilisation en extérieur et en groupe (IFCE, 2013). Lors de la qualification, le cheval est- présenté par son cavalier habituel (ce qui influe sur le résultat). Plus de 1700 chevaux ont obtenu leur qualification lors de l'année 2012.

Ces outils de caractérisation constituent une aide utile à la commercialisation de chevaux pour un usage plutôt orienté loisirs. Ils interviennent toutefois trop tardivement pour orienter précocement un jeune cheval vers une utilisation et donc une formation données.

B3 - Éléments structuraux des exploitations et différentes installations

Comparativement à ce qui est observé dans les élevages de ruminants, les activités équines sont très consommatrices en temps de travail. Il est donc nécessaire de faire adopter par les entreprises équines des modes de conduite des animaux permettant d'améliorer la productivité du travail. Les connaissances acquises sur le comportement des chevaux, la conduite de la reproduction l'alimentation au pâturage, la conduite en lots à certaines périodes sont autant de pistes à mettre en œuvre.

La conception des bâtiments et équipements constitue une autre voie pour augmenter la productivité du travail par la mécanisation et l'automatisation. On peut citer à titre d'exemples : les box à parois mobiles permettant l'évacuation du fumier au chargeur mécanique télescopique ; les chaînes automatisées de fabrication d'aliment concentré ; les marcheurs permettant de détendre les chevaux après l'exercice ; les hangars de stockage adaptés aux grosses bottes de fourrages, les systèmes d'abreuvement automatique antigel...

B4 - Réduction des rejets et valorisation des effluents à l'échelle des exploitations et établissements équestres

Dans toutes les situations, les recommandations alimentaires établies par l'Inra doivent être appliquées pour mieux ajuster les apports nutritionnels aux besoins et ainsi réduire les rejets qui ont été récemment évalués chez le cheval (Martin-Rosset et Fleurance, 2012).

Le stockage et l'évacuation des fumiers doivent être raisonnés différemment selon la nature des lieux de détention des équidés :

- Dans le cas des élevages implantés au sein d'une exploitation agricole, la voie la plus économique et la plus efficace au plan environnemental (préservation d'éléments nutritifs, émission de gaz polluants) réside dans le retour direct aux cultures par le biais de l'épandage. Toutefois, compte tenu de la forme relativement peu soluble de l'azote contenu, ils ne peuvent être épandus qu'à certaines périodes par rapport à la phase d'implantation des cultures ce qui nécessite des aires de stockage suffisantes ;
- Dans le cas des établissements équestres ne disposant pas de surfaces épandables, par contre, les fumiers doivent impérativement être exportés. Le recours au compostage permet d'une part de réduire les volumes d'effluents à transporter (par effet de réduction massique lors du processus de compostage), d'autre part d'obtenir un produit stabilisé et désodorisé démultipliant les utilisations possibles (hors agriculture). Le compostage reste relativement simple à mettre en œuvre mais nécessite de disposer de surfaces, de mécanisation et de main d'œuvre disponibles.

C - Les marges de manœuvre et de progrès concernant les installations équestres insérés verticalement dans des filières et horizontalement dans des territoires

C1 - Caractérisation des produits

Bien que souvent présentée (et perçue) d'abord comme moyen de sélection (conseils en croisements raisonnés, évaluation génétique des futurs reproducteurs, évaluation des programmes d'élevage), la caractérisation des équidés constitue aussi une aide à la valorisation et à la commercialisation :

- D'une part la certification du produit devrait permettre de rassurer l'acheteur : ceci vaut tant pour la qualification du comportement que pour la recherche d'anomalies congénitales ou de prédisposition à des problèmes de santé. Chacune des études sur le marché des chevaux de sport et loisir démontre en effet que la très grande majorité des animaux trouve un débouché principal chez des cavaliers amateurs : les dimensions liées au comportement et à la santé sont donc essentielles.
- D'autre part la mise au point de critères d'évaluation précoce doit aussi permettre d'orienter le jeune cheval vers le circuit de valorisation qui lui correspond le mieux, afin d'éviter les surcoûts liés à des tentatives de mise en valeur inadaptées à ses dispositions.

C'est sur la base de telles évaluations objectives qui permettront de situer chaque individu par rapport à ses congénères que pourront être attribués tel ou tel "label" ou "qualification" destinés à améliorer la commercialisation.

Par ailleurs, à l'échelle de la filière, un engagement collectif dans les programmes de caractérisation pourrait permettre de démontrer l'association entre des marqueurs génétiques et certaines caractéristiques des chevaux (comportement, prédisposition à des problèmes de santé, anomalies congénitales…) grâce au développement de tests génomiques. Il deviendrait alors possible de mettre à la disposition des éleveurs des outils de choix génétique raisonné prenant en compte le type de cheval qu'ils souhaitent produire (orientation sport vs loisir, par ex.).

La caractérisation du tempérament des chevaux constitue une bonne illustration de ce type de démarche. Des tests standardisés, caractérisés par 5 dimensions (peur, grégarité, sensibilité sensorielle, activité, réactivité vis-à-vis des humains), permettent de définir des profils de tempérament réalisables précocement et stables dans le temps ainsi qu'entre situations (Lansade *et al*., 2008). Ils se révèlent prédictifs du type d'utilisation des chevaux : sport vs loisirs ; cavaliers débutants vs confirmés… Toutefois, ils sont lourds à mettre en place et le nombre de données disponibles reste encore insuffisant pour réaliser des analyses génétiques. Une alternative consiste à recourir à des protocoles de mesures allégés mais réalisables en grand nombre dans le cadre d'épreuves préexistantes (les concours de Modèles et Allures en l'occurrence), pour autant que les résultats obtenus soient suffisamment corrélés avec ceux des tests standardisés de tempérament. Cette évaluation est en cours (IFCE, 2013).

C2 - Diminution des coûts de production

L'organisation collective du travail pour diminuer la charge de travail et le stockage collectif des aliments sont certaines des pistes possibles mais restent difficiles à mettre en œuvre compte tenu de l'esprit parfois individualiste des acteurs de la filière. Les recherches à mener pour lever ces blocages ne seraient

pas tant techniques (la distance entre élevages et donc leur densité étant cependant une donnée capitale) mais relèveraient des sciences sociales pour investiguer les intérêts et les freins au développement de démarches collectives et les actions à mettre en œuvre pour sensibiliser le public cible et faire émerger des démarches pilotes. Les formes collectives qui pourraient voir le jour sont notamment: les Coopératives d'Utilisation du Matériel Agricole pour la mise en commun du matériel de manutention, les groupements d'achat pour l'approvisionnement en aliments et en paille, l'utilisation partagée de fumières adaptées au compostage.

C3 - Réduction de l'impact environnemental

C3.1 - Rejets d'effluents et de gaz polluants

L'impact environnemental du cheval peut être amélioré au pâturage comme à l'écurie, bien que le cheval occupe une position plutôt favorable par rapport aux impacts des ruminants (Martin-Rosset et Fleurance 2012). Au pâturage, le cheval produit individuellement 3 à 4 fois moins de méthane que les ruminants. Du fait de cette particularité et compte tenu de leurs effectifs, les équidés ne représentent annuellement que 1,5 % de la production de méthane des animaux de rente (Martin-Rosset et al 2012b). En revanche la fumure minérale pourrait être mieux répartie sur les prairies en tenant compte de l'hétérogénéité connue des restitutions du cheval (Leconte et Trillaud-Geyl, 2012) et réduire ainsi le gaspillage et les rejets de d'azote et de minéraux par le cheval (Martin-Rosset *et al*. 2012b).

A l'écurie le cheval produit annuellement en moyenne 35 à 40 kg de fumier à base paille par jour. La gestion du fumier constitue une préoccupation économique et environnementale majeure, en particulier en zone périurbaine où plusieurs centaines de milliers de chevaux sont conduits en box. On estime que plus de 3 millions de tonnes de fumier seraient produites annuellement en France tandis que les champignonnières n'en utilisent plus que de l'ordre de 500 000 tonnes (FIVAL 2006). Le fumier produit à base de paille a une composition chimique établie (FIVAL 2006) et une valeur agronomique qui a été calculée (IFCE 2007). Le fumier de cheval devrait être valorisé de façon accrue par compostage, soit seul selon des techniques qui ont été précisées (IFCE 2007), soit associé avec des rejets de ruminants. Le compost peut être valorisé directement sur les surfaces agricoles ou commercialisés auprès des collectivités territoriales (enrichissement des espaces verts) ou des particuliers. Le fumier de cheval pourrait aussi constituer une source d'énergie en utilisant tous les procédés connus (combustion, cogénération et méthanisation) dont certains doivent être développés sur les rejets propres aux équidés (FIVAL 2006, IFCE 2007, Pôle de compétitivité 2010).

C3.2 - Rejets de médicaments vétérinaires

Les rejets des médicaments d'origine humaine mais également d'origine animale sont devenus une préoccupation d'ordre publique. La filière équine doit s'inscrive dans le courant des travaux initiés chez l'homme et chez les autres espèces de rente. Le circuit de l'utilisation des médicaments vétérinaires destinés au cheval devrait être étudié et proposé en termes de bonnes pratiques (guide ?) pour réduire l'émission de résidus à tous les stades de leur emploi, incluant un système de récupération sur le site de ces résidus qui circulent via les urines. Des évaluations du niveau de résidu par type de médicament vétérinaire et en différents points du site d'élevage ont été initiées à la Station expérimentale de l'IFCE sous l'impulsion de l'Université de Limoges.

La participation active des acteurs de la filière au plan écoantibio 2017 prévoit pour la filière un suivi des mesures de prévention, des formations sur le bon usage des antibiotiques et des antiparasitaires, ainsi que l'amélioration des pratiques d'élevage.

Plus généralement, le renforcement des programmes d'épidémiologie et l'élargissement des champs couverts en matière d'épidémiosurveillance devraient permettre une anticipation et une maîtrise plus rapide des crises sanitaires en émergence.

C3.3 - Epidémio-surveillance et sociologie des pratiques de vermifugation à l'échelle de la filière

A l'échelle de la filière, les enquêtes épidémiologiques ont un rôle crucial dans la caractérisation du phénomène de résistance aux anthelminthiques. La collecte de ces données permettra d'identifier les facteurs de risque impliqués dans l'apparition de ces résistances tout en établissant une cartographie des résistances servant à rationaliser l'utilisation des molécules en fonction des régions. De plus, l'accumulation de données sur l'écologie des nématodes parasites pourrait conduire à la mise en place d'un système expert de prédiction du risque épidémiologique intégrant les facteurs climatiques notamment.

Par ailleurs, le facteur humain est de première importance dans la lutte intégrée contre les parasites. A ce titre, des enquêtes sociologiques permettent d'envisager l'acceptation des mesures de gestion intégrée développées en amont (Cabaret *et al*., 2009). Les deux types d'enquêtes, épidémiologiques et sociologiques sont actuellement mis en œuvre en Normandie auprès des haras de trotteurs. Les praticiens vétérinaires sont également pris en compte dans le cadre sociologique.

C4 - Insertion dans les territoires

C4.1 - Renforcer les liens avec le secteur agricole

Une grande difficulté demeure liée au statut des éleveurs d'équidés qui sont majoritairement non professionnels et n'ont donc pas le statut agricole. De plus, même pour ceux ayant officiellement le statut d'agriculteur, l'acceptation des éleveurs équins au sein de la profession agricole n'est pas encore très bonne, en grande partie du fait de l'image renvoyée par les amateurs. Toutefois, le renforcement des liens avec le secteur agricole peut être favorisé par une contractualisation avec les agriculteurs (prêts ou locations de matériel/terres, vente de biens ou services : parcelles, fourrages, céréales, travaux agricoles, prise en pensions d'équidés à l'année ou en transhumance). Il peut être également conforté par la complémentarité avec les ruminants (en particulier les bovins) pour valoriser les surfaces fourragères. Enfin, la pratique de l'agrotourisme en lien avec le cheval est plébiscitée par les français (Pickel-Chevalier, 2012).

C4.2 - Valoriser les atouts spécifiques de la présence d'équidés en zone périurbaine ou rurale

La présence d'équidés dans les territoires représente un moyen d'entretenir des espaces laissés en friche, qu'il s'agisse de terres agricoles délaissées en zone rurale ou de parcelles de statut transitoire, en attente d'urbanisation, en périurbain (Vial *et al*., 2011b). Il semble donc important de valoriser cette adaptabilité des équidés à une utilisation temporaire de l'espace, par exemple en favorisant la mise en relation entre propriétaires équins et fonciers. D'autre part, étant donné l'importance croissante de la présence d'équidés dans tous les types de territoires (Vial et Perrier-Cornet, 2013) et le capital sympathie accordé par les Français aux chevaux (sondage SOCIOVISION 2006), il serait opportun de réfléchir aux moyens de maximiser les apports sociaux-économiques des activités équines en territoires : liens entre citadins et monde rural, maintien d'une forme d'agriculture en zone périurbaine, apport aux paysages, rôle dans la construction de l'identité des territoires et leur attractivité (Camargue, Normandie…).

D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ?

L'ensemble du panorama dressé ci-dessus montre bien comment le cheval, et la filière qu'il génère, s'inscrit dans le monde agricole (pour sa production notamment) tout en le dépassant (dans la diversité de ses usages). Pont entre une France urbaine densifiée et une France rurale, il occupe - provisoirement ou non - les espaces péri-urbains, et constitue un puissant vecteur d'aménagement du territoire. Le cheval peut ainsi prétendre, dans le cadre des négociations de la nouvelle PAC 2014-2020, aux soutiens prévus dans les deux piliers. Il convient toutefois de souligner que ne voir qu'une filière là où il y en plusieurs consiste à mélanger des logiques pourtant fort différentes : les usages ludiques sportifs et éducatifs du cheval inscrits dans les activités équestres, la pratique du pari et du spectateur inscrite dans le dispositif des courses hippiques et les logiques de production de viande pour la boucherie. Les points de convergence sont modestes et le mélange introduit beaucoup de confusions.

La filière équine produit des chevaux de course, de sports, de loisirs et de trait (majoritairement pour la viande dans ce dernier cas) qui correspondent à une demande sociétale et dans des conditions techniques identifiées au plan social et technico-économique. La filière contribue aussi à la diversification des productions animales dans les exploitations agricoles où le cheval est associé aux ruminants, ainsi qu'à la diversification des activités agricoles par l'ouverture à l'agrotourisme. A ces titres le cheval peut prétendre aux soutiens à la production du premier pilier au même titre que les autres productions animales.

Le cheval maintient les paysages ouverts, améliore la biodiversité des surfaces en herbe et contribue aussi à préserver celle des milieux sensibles, dans tous les cas de figure à moindre coût. Il participe à la réduction des GES et à la limitation des rejets azotés. Les activités équestres conduisent à une extension de l'utilisation du territoire. Ajoutées aux activités agricoles, ces nouvelles activités constituent aujourd'hui de nouveaux leviers avérés de développement des territoires qui contribuent aussi à maintenir la population rurale en place et à étayer les différents types de liens entre urbains et ruraux. A tous ces titres, le cheval mérite d'accéder aux soutiens prévus dans le deuxième pilier de la PAC.

Un ensemble d'acteurs publics (IFCE, Inra notamment), semi-publics (FFE via ses missions déléguées par l'Etat, Hippolia) ou privés participe aujourd'hui au dynamisme de cette filière. Les éléments qui précèdent permettent de constater que certaines marges de progression existent, qu'une politique publique volontaire vis-à-vis de cette filière peut encourager.

Cette politique pourrait porter sur trois points, liés et complémentaires :

- la professionnalisation de la filière ;
- le soutien à la recherche et le soutien du transfert de ses résultats aux acteurs professionnels ;
- l'encouragement de ces mêmes groupes professionnels à se doter d'outils propres à assurer leur participation et leur reconnaissance par les pouvoirs publics dans le cadre de la négociation de la PAC.

D1 - Professionnalisation de la filière

Cette filière, pour être résolument agricole, s'inscrit aussi dans l'économie des loisirs et à ce titre bénéficie de l'engagement passionné d'amateurs et de bénévoles. Cet apport, dont les externalités positives ne sont pas actuellement quantifiées (en termes de volume de travail bénévole, ou de motivation de formation pour les jeunes en transition vers le marché du travail, par exemple), peut aussi être lu comme un brouillage contrariant la structuration de groupes professionnels solides et leur mode de représentation. Ceux-ci s'avèrent plus aisément identifiables dans d'autres filières agricoles, ou dans l'économie des services. La notion de professionnalisation peut ainsi être appliquée au processus de transformation d'activités pratiquées bénévolement ou en amateur vers une structuration répondant à

des critères d'efficacité et de rationalité proprement professionnels. Il y a ainsi lieu de soutenir et d'encourager les différentes institutions existantes à produire et à s'approprier de tels critères (économiques, techniques), de manière à ce qu'elles-mêmes s'inscrivent dans une démarche de professionnalisation.

Une deuxième manière d'envisager la professionnalisation désigne le processus par lequel une activité (*occupation*) ou un groupe se dote progressivement des attributs d'une profession, c'est-à-dire se dote d'un certain nombre d'outils (fabrication d'une éthique et d'une rhétorique professionnelles, d'instances de régulation, contrôle de la formation et éventuellement des modalités d'accès à la profession[147]) visant l'autonomie professionnelle de ses membres (modèle théorique du médecin). Envisager la professionnalisation de la filière suppose enfin de reconnaitre qu'il existe des savoirs et savoir-faire et donc des formations pour les transmettre aux futurs professionnels. Beaucoup de savoir-faire très spécifiques existent, certains sont transmis, d'autres moins. De la même manière, différentes institutions de recherche et universités produisent des connaissances à propos de la filière qui pourraient lui être utiles mais qui s'avèrent actuellement peu connues et peu appropriées par les différents acteurs. Une politique publique soucieuse de la professionnalisation de la filière suppose d'encourager les groupes professionnels à identifier, formaliser et classifier les savoirs et savoir-faire…

D2 - Besoins de recherche et de transfert

… Mais aussi de les inciter à soutenir la formation initiale et continue de cadres, de passeurs, à travers des cursus transformant les connaissances empiriques transmises par l'expérience en savoirs scientifiques transmissibles, évalués de manière formelle. Ce qui suppose que ces groupes professionnels puissent nouer des partenariats avec les institutions de l'enseignement supérieur (universités, écoles), et que les professionnels les plus intéressés puissent participer à ces formations dans un va et vient théorie-pratique, élaboration et transfert de connaissances.

Aujourd'hui, seule la puissance publique dispose des moyens (en particulier humains) pour inciter à renforcer la filière en la professionnalisant, notamment via la rencontre entre formation et recherche.
Cela suppose aussi d'identifier les actions prioritaires de recherche et de développement en sciences sociales (sociologie, économie) et en sciences animales et vétérinaires, et d'organiser les interactions entre les institutions de recherche (Inra, IFCE, CNRS, EVF, Hippolia ou autres) :

- caractérisation précoce des potentialités des animaux pour optimiser la conduite de l'élevage ;
- alimentation/environnement : développement de conduites de pâturage permettant de maximiser l'ingestion d'herbe (dont pâturage mixte) ;
- maîtrise rejets (médicamenteux, issus de la digestion) et impact du pâturage sur la biodiversité prairiale ;
- économie/gestion/sociologie : pour alimenter les réflexions liées à l'organisation du travail, aux coûts de production, à l'appropriation par les éleveurs des nouvelles techniques ;
- sanitaire: gestion intégrée du parasitisme (ex: plantes bioactives), épidémiosurveillance et protocoles de prévention, gestion de fin de vie des chevaux ;
- reproduction: maîtrise de l'ovulation, augmentation du temps de conservation de la semence, interactions nutrition-reproduction ;
- indicateurs de bien-être et facteurs d'amélioration.

Mais cela suppose aussi d'inciter, par des appels à projets ouverts, des chercheurs éloignés (en particulier les sciences sociales) à apporter leur contribution. Le Conseil scientifique de l'IFCE pourrait y contribuer, sous sa forme actuelle ou dans un format renouvelé.

[147] Voir par exemple Boussard, Demazière, et Milburn, 2010 et Demazière et Gadéa, Sociologie des groupes professionnels, 2009

D3 - Représentation des intérêts de la filière

Pour ce qui concerne la négociation de la PAC, il apparait que c'est un point très fort de consensus susceptible de donner de la consistance à l'unité de la filière. Il y a donc toutes les raisons de défendre la place de la production équine. Il s'agit de transmettre un argumentaire complet sur la base des éléments évoqués précédemment à ceux qui ont en charge le processus de négociation et de leur apporter tous les éléments dont ils sont susceptibles d'avoir besoin.

E - Conclusion

En conclusion il apparaît donc impératif :

- **de promouvoir une professionnalisation des acteurs et des structures** en assurant une formation et un accompagnement des acteurs de la filière quels que soient les segments et leurs statuts ;
- **d'identifier des actions prioritaires de recherche et de développement** en sociologie, économie, en sciences animales et vétérinaires et d'en assurer l'appropriation par les acteurs grâce à une vigoureuse action de vulgarisation ;
- de mieux organiser les actions et évolutions des acteurs par **l'élaboration et la mise en œuvre d'une nouvelle politique de l'élevage et de l'utilisation des équidés**.

F - Références bibliographiques

ANSES. 2012. Hiérarchisation de 103 maladies animales présentes dans les filières ruminants, équidés, porcs, volailles et lapins en France métropolitaine. ANSES.

BATELLIER F., VIDAMENT M., FAUQUANT J., DUCHAMP G., ARNAUD G., YVON JM., MAGISTRINI M. 2001. Advances in cooled semen technology. *An.Reprod. Sci.*, 68 (3-4), 181-191

BIGOT G., CELIE A., DEMINGUET S., PERRET E., PAVIE J., TURPIN N. 2011. Exploitation des prairies dans des élevages de chevaux de sport en Basse-Normandie. *Fourrages*, 207, 231-240

BOYER S., MORHAIN B. 2013. Résultats technico-économiques des exploitations du réseau REFRErences selon une nouvelle typologie : les établissements équestres. **In** : Journée REFERences, IFCE, Idele (Ed)., 14 p.

BRIANT C., BOUAKKAZ A., GAUDE Y., COUTY I., GUILLAUME D., YVON JM., NAJJAR BEN MAATOUG A., BENSAÏD S., EZZAR S., BENAOUN B., EZZAOUIA M., MAURIN Y., RAMPIN O., NIELSEN B., MAGISTRINI M. 2013. Sur la piste de l'odeur d'œstrus. 38ème Journée de la Recherche Equine, 01/03/2012, Paris (France), 47-54

CABARET J., BENOIT M., LAIGNEL G., NICOURT C. 2009. Current management of farms and internal parasites by conventional and organic meat sheep French farmers and acceptance of targeted selective treatments. *Veterinary parasitology,* 164, 21‑29

COLLAS C., FLEURANCE G., MARTIN-ROSSET W., CABARET J., WIMEL L., DUMONT B. 2013. Alimentation à l'herbe de la jument de selle en lactation : quels effets d'une complémentation énergétique sur

l'ingestion, les performances zootechniques et l'état parasitaire. Institut Français du Cheval et de l'Equitation, 39ème Journée de la Recherche Equine. 28/02/2013, Paris (France), 131-134

COUZY C. 2007. Peut-on encore parler d'éleveur, de cheval ou d'équitation de sport ou de loisir ? 33eme Journée de la recherche équine, 8 mars 2007, Paris

DIGARD J.P. 2004. Une histoire du cheval. Art, techniques, société. Actes Sud (Arles), 232 p.

DUNCAN P., FOOSE T.J., GORDON I.J., GAKAHU C.G., LLOYD M. 1990. Comparative nutrient extraction from forages by grazing bovids and equids: a test of the nutritional model of equid/bovid competition and coexistence. *Oecologia*, 84, 411-418

EDOUARD N., FLEURANCE G., DUMONT B., BAUMONT R., DUNCAN P. 2009. Does sward height affect feeding patch choice and voluntary intake in horses ? *Applied Animal Behaviour Science*, 119, 219-228

EDOUARD N., DUNCAN P., DUMONT B., BAUMONT R., FLEURANCE G. 2010. Foraging in a heterogeneous environment. An experimental study of a trade-off between intake rate and quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 126, 27-36

FIVAL. 2006. Pour mieux gérer son fumier d'élevage. 40 p. http://www.fival.info

FLEURANCE G., DUNCAN P., FRITZ H., GORDON I.J., GRENIER-LOUSTALOT M.F. 2010a. Influence of sward structure on daily intake and foraging behaviour by horses. *Animal*, 4 (3), 480-485

FLEURANCE G., DUMONT B., FARRUGGIA A. 2010b. How does stocking rate influence biodiversity in a hill-range pasture continuously grazed by horses? **In :** 23rd General Meeting of the European Grassland Federation, 29/08-02/09/2010, Kiel (Allemagne), 1043-1045

FLEURANCE G., DUNCAN P., FARRUGGIA A., DUMONT B. LECOMTE T. 2011. Impact du pâturage équin sur la diversité floristique et faunistique des milieux pâturés. *Fourrages,* 207, 189-199

HEYDEMANN P., BOYER S., COUZY C., DORNIER X., MADELINE L., MORHAIN B., RAGOT N. 2011. Panorama économique de la filière équine. Les Haras Nationaux, Le Pin au Haras, 241 p.

HOSTE H., JACKSON F., ATHANASIADOU S., THAMSBORG S., HOSKINE S. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *TRENDS in Parasitology*, 22, 6, 253-261

IFCE. 2007. Le compostage du fumier en élevage. Guide pratique, 11 p. http://www.ifce.fr

IFCE. 2013. Les outils de caractérisation. Ouvrage collectif du Département Recherche et Innovation de l'IFCE ; Sous la direction de S. Danvy : B. Dumont St Priest avec l'aide de M Sabbagh. Séminaire IFCE du 6 juin 2013, 41 p.

JEZ C., COUDURIER B., CRESSENT M., MEA F., PERRIER-CORNET P., ROSSIER E. 2012. La filière équine française à l'horizon 2030. Rapport du groupe de travail Prospective équine, Octobre 2012. 97 p.

LANSADE L., LECONTE M., PICHARD G. 2008. Développement d'un outil de prédiction du tempérament et des aptitudes mentales du cheval aux différentes disciplines équestres. 34ème Journée de la recherche équine.

LANSADE L., DUBOIS C., GILLOT A., DELFOSSE A., LE BON M., ROCHE H.,YVON J.M.,FOISNEL S.,RIZO S., MENARD C., BAUMGARTNER M., VIDAMENT M. 2010. Un exemple d'application des recherches en éthologie chez le cheval : les tests de tempérament et le bilan des acquis et du comportement (BAC). 36ème Journée de la Recherche Equine.

LECONTE, TRILLAUD-GEYL C. 2012. Conduite du pâturage au plan agronomique. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux. Editions Quae, 398-402

LORTAL G., BRETIERE G., MORHAIN B., PERRET E., BIGOT G. 2010. Contribution du cheval de trait à la gestion durable des systèmes bovins de moyenne montagne : cas d'exploitations en Auvergne. Institut Français du Cheval et de l'Equitation, 36ème Journée de la Recherche Equine, 04/03/ 2010, Paris (France), 15-26

LOUCOUGARAY G., BONIS A., BOUZILLE J.B. 2004. Effects of grazing by horses and/or cattle on the diversity of coastal grasslands in western France. *Biological Conservation*, 116, 59-71

MCWILLIAM H.E.G., NISBET A.J., DOWDALL S.M.J., HODGKINSON J.E., MATTHEWS J.B. 2010. Identification and characterisation of an immunodiagnostic marker for cyathostomin developing stage larvae. *International journal for parasitology*, 40, 265‑275

MARTIN-ROSSET W., TRILLAUD-GEYL C. 2011. Pâturage associé des chevaux et des bovins sur des prairies permanentes : premiers résultats expérimentaux. *Fourrages*, 207, 211-214

MARTIN-ROSSET W. 2010. Research, development and transfer in equine science, ESSA (European State Studs) Congress, 10/11/2010, Bruxelles (Belgique)

MARTIN-ROSSET W., DOREAU M., GUILLAUME D. 2012a. La jument. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 111-164

MARTIN-ROSSET W., VERMOREL M., FLEURANCE G. 2012b. Quantitive assessement of enteric methane emission and nitrogen excretion by equines. **In :** Proceedings 6th EWEN, Forages and grazing in horse nutrition. EAAP publication, 132, 485-493

MARTIN-ROSSET W. 2012. Valeur alimentaire des aliments. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 437-483

MARTIN-ROSSET W., TRILLAUD-GEYL C., AGABRIEL J. 2012. Le jeune cheval. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 165-217

MARTIN-ROSSET W., MORHAIN B. 2012. Les systèmes d'élevage, d'alimentation et fourragers. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 383-392

MARTIN-ROSSET W., FLEURANCE G. 2012. Impact environnemental des chevaux. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 511-535

MARTIN-ROSSET W., JESTIN M., TRAN G., CHAMPCIAUX P. 2012. Tables de la composition chimique et de la valeur nutritive des aliments. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 551-596

MÉNARD C., DUNCAN P., FLEURANCE G., GEORGES J.Y., LILA M. 2002. Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 39, 120-133

MÉSOCHINA P., MICOL D., PEYRAUD J.L., DUNCAN P., TRILLAUD-GEYL C. 2000. Ingestion d'herbe au pâturage par le cheval de selle en croissance. Effet de la biomasse d'herbe et de l'âge des poulains. *Annales de Zootechnie*, 49, 505-515

MORHAIN B. 2011. Systèmes fourragers et d'alimentation du cheval dans différentes régions françaises. *Fourrages,* 207, 155-163

MOLENTO M.B., NIELSEN M.K., KAPLAN R.M. 2012. Resistance to avermectin/milbemycin anthelmintics in equine cyathostomins - current situation. *Veterinary parasitology,* 185, 16–24

MOULIN C. 1995. Fonctionnement des systèmes d'alimentation : place de l'herbe dans différents systèmes de production. **In :** 21ème Journée d'Etudes du CEREOPA, Institut du Cheval, 01/03/1995, Paris (France), 73-77

MUGNIER S., BIGOT G., PERRET E., GAILLARD C., TURPIN N., INGRAND S. 2013. Elevage de traits Comtois en système laitier de zone AOP et plus généralement stratégies d'équilibre entre équins et autres productions agricoles dans des exploitations professionnelles. Institut Français du Cheval et de l'Equitation, 39ème Journée de la Recherche Equine, 28/02/2013, Paris (France), 95-104

NIELSEN B.D., KAWACK C.E. 2010. Considerations of the optimal managementof horses from birth to 2 years of age. **In :** CESMAS A. (Ed). Wageningen Academic publishers, 41-52

PICKEL-CHEVALIER S. 2012. L'équitation en France, un sport de pleine nature, s'inscrivant dans les enjeux du développement durable. *Equ'Idées*, 80, 43-46

POTTIER E., MARTIN-ROSSET W. 2012. Récolte et conservation des fourrages. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 411-435

RESEAU REFERENCES. 2011. Annuaire ECUS 2011. Tableau économique, statistique et graphique du cheval en France, Institut Français du Cheval et de l'Equitation, 63 p.

RESEAU REFERENCES. 2012. Annuaire ECUS 2012. Tableau économique, statistique et graphique du cheval en France, Institut Français du Cheval et de l'Equitation, 63 p.

TRILLAUD-GEYL C., MARTIN-ROSSET W. 2012. Conduite du pâturage. **In :** MARTIN-ROSSET W. (Ed). Nutrition et alimentation des chevaux, Editions Quae, 392-409

TRAVERSA D., CASTAGNA G., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G., MELONI S., BARTOLINI R., GEURDEN T., PEARCE M.C., WORINGER E., BESOGNET B., MILILLO P. 2012. Efficacy of major anthelmintics against horse cyathostomins in France. *Veterinary Parasitology,* 188, 294–300

VERMOREL M., JOUANY J.P., EUGÈNE M., SAUVANT D., NOBLET J., DOURMAD J.Y. 2008. Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. *Inra Productions Animales*, 21, 403-418

VIAL C., AUBERT M., PERRIER-CORNET P. 2011a. Le développement de l'équitation de loisir dans les territoires ruraux : entre influences sectorielles et périurbanisation. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 3, 549-573

VIAL C., PERRIER-CORNET P., SOULARD C. 2011b. Le développement des équidés de loisir en France : quels impacts sur les espaces ruraux et périurbains ? *Fourrages*, 207, 165-172

VIAL C., PERRIER-CORNET P. 2013. Le programme de recherche « Cheval et territoire » : de l'organisation des activités équestres à leurs impacts sur le développement des territoires. Institut français du cheval et de l'équitation, 39ème Journée de la Recherche Équine, 28/02/2008, Paris (France), 75-84

VON SAMSON-HIMMELSTJERNA G. 2012. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. *Veterinary Parasitology*, 185, 2–8

CHAPITRE 8B
Synthèse

A - Eléments de contexte

A1 - Des éléments positifs

La demande du citoyen par rapport aux activités équines est croissante. Ainsi la FFE (Fédération Française d'Equitation) est la troisième fédération sportive en France et compte une progression de près de 60 % de licenciés ces dix dernières années. Cette progression est principalement liée au fort développement de l'équitation de loisirs. Les paris en courses sont estimés à 10 milliards d'euros par an, soit une progression de 60 % en dix ans, en particulier grâce à l'augmentation du nombre de courses et de points de vente du PMU.

On estime le nombre d'équidés en France à un million, dont 65 % de chevaux et de poneys de selle, 20 % de chevaux de courses, 8 % de chevaux lourds et 7 % d'ânes.

L'activité économique de la filière est importante comme le montrent l'analyse du montant des paris en courses dont 7 milliards sont redistribués en gains et le nombre de 72 000 employés dans l'ensemble de la filière.

On dénombre aujourd'hui plus de 35 000 élevages (34 % de chevaux de selle, 25 % de courses, 32 % de trait, 7 % de poneys et 2 % d'ânes), mais 80 % de ceux-ci n'ont qu'une à deux juments et 85 % des éleveurs sont non spécialisés. On note également un nombre croissant de candidats à l'installation.

On estime que les équidés utilisent pour se nourrir environ 5 % des surfaces toujours en herbe du territoire national et 2 % du territoire pour les activités de sports et loisirs. Ils permettent en outre d'entretenir des espaces délaissés par l'agriculture ou l'élevage dans un contexte de diminution des effectifs de ruminants. Ils valorisent des surfaces fourragères (prairies cultivées, temporaires, permanentes de plaine ou collinaires) dont l'enjeu principal est de produire une ressource alimentaire pour un produit animal, voire de concilier objectifs de production et préservation de la biodiversité dans le cas des prairies permanentes. Ils entretiennent des surfaces pastorales (parcours dans des zones collinaires et de montagne) où l'enjeu relatif à la préservation de la biodiversité est important. Dans ce cas, le cheval peut être vu comme un coproduit. Enfin, les équins sont utilisés comme outils de gestion de la biodiversité dans des zones sensibles. La forte capacité d'ingestion des équins (notamment de fourrages grossiers) les rend efficaces pour maintenir les milieux ouverts. Leur mode de prélèvement accroît l'hétérogénéité de structure du couvert prairial (entretien de zones d'herbe rase au sein d'une matrice d'herbes hautes) ce qui peut favoriser la coexistence de plusieurs espèces végétales et animales. Par ailleurs, ils sont de faibles contributeurs aux émissions de GES comparativement aux ruminants.

En zones périurbaines (dans lesquelles on dénombre 7200 centres équestres), les équidés permettent aussi de maintenir une forme d'activité agricole dans des espaces soumis à un développement résidentiel croissant.
Les équidés contribuent également à la diversification des produits animaux dans les exploitations (11 % des exploitations agricoles de France métropolitaine possèdent au moins 1 équin) ; et des activités agricoles grâce au développement de l'agrotourisme à cheval.

L'ensemble de ces éléments devrait permettre une meilleure intégration du cheval dans la PAC.

Enfin, les équidés contribuent au maintien de la population rurale tout en assurant, de par leur image positive, un lien social entre la population rurale et urbaine.

A2 - Des faiblesses et des risques

La consommation de viande chevaline ne cesse de diminuer en France depuis les années 80 (300g/pers/an en 2012). Malgré une faible demande, la production française est très inférieure à la consommation et diminue depuis les années 1970 (diminution du cheptel de 30 % ces 10 dernières années). Deux segments filières du secteur viandes coexistent: importation de viande rouge ou d'équidés adultes principalement en provenance d'Amérique du Nord et du Sud, exportation de viande rosée ou de poulains, principalement vers l'Italie pour le vif et la Belgique pour la viande. En valeur comme en volume, ces échanges diminuent depuis plusieurs années mais présentent encore un solde négatif d'environ -40 millions d'euros.

Un risque important pour la filière est celui lié à un contexte de crise économique qui fragiliserait les classes moyennes et qui pourrait réduire la consommation de loisirs équestres.

Les élevages d'équidés se caractérisent par des revenus faibles et sont soumis à une concurrence européenne croissante, notamment du fait: (i) d'une inadéquation entre l'offre et la demande en cheval de selle : la plupart des éleveurs destinent leur produit à des marchés haut de gamme qui ne représentent qu'une minorité d'utilisateurs et nombreux sont ceux qui doivent vendre leurs animaux à perte dans d'autres circuits. En parallèle, les importations s'accroissent (×5 chevaux de selle, ×10 poneys ces 10 dernières années) en provenance notamment des Pays Bas, de l'Allemagne et de la Belgique depuis des élevages très bien orientés pour répondre aux attentes des clients et sur leurs performances techniques et économiques, (ii) d'une mauvaise maîtrise des coûts de production (en particulier d'alimentation). Depuis quelques années, on assiste également à une diminution des soutiens de l'Etat. Mais il faut souligner la faiblesse des objectifs économiques des éleveurs comparativement aux autres filières animales : pour la majorité d'entre eux, élever des chevaux est un loisir avant d'être une source de revenus (la part des revenus liée à l'élevage d'équidés, tous segments confondus, atteint 10 % mais elle est extrêmement variable selon les segments : sports versus loisirs voire course).

Comme pour les autres productions allaitantes, les systèmes d'élevage d'équidés sont fragilisés par la hausse des coûts des matières premières et les aléas climatiques croissants.

Ces élevages sont soumis à des difficultés d'accès aux espaces prisés par l'agriculture et l'élevage en zones rurales, et à des conflits d'usage et de voisinage en zones périurbaines,

Enfin, on assiste à une sous-utilisation critique des connaissances et des techniques disponibles liée d'une part à un transfert insuffisant (manque de conseillers techniques) et à une difficulté d'appropriation de certaines innovations (ex : génétique).

B - Marges de manœuvre

B1 - Marges de manœuvre et de progrès à l'échelle de l'exploitation et des centres équestres pour améliorer la durabilité des systèmes d'élevages d'équidés et des modes de gestion des structures

B1.1 - Système d'alimentation

Il faut limiter le recours aux concentrés pour améliorer les résultats économiques et le bilan environnemental des exploitations. L'augmentation de la part des fourrages dans l'alimentation implique d'adapter le

chargement à la SFP pour favoriser l'autonomie fourragère et sécuriser le système face aux aléas climatiques. Il faut favoriser la conduite au pâturage en mettant en adéquation les besoins des animaux avec les types de surfaces et les périodes de pâturage. La productivité et la qualité des surfaces peuvent être améliorées via l'augmentation de la proportion de légumineuses dans le couvert, le recours à des variétés végétales adaptées à la sécheresse dans certaines régions ou encore la complémentarité avec les bovins au pâturage.

B1.2 - Gestion de l'animal et du troupeau

Les outils de sélection doivent permettre de mieux adapter l'offre d'équidés à la demande (ex : outils de sélection permettant d'accroître les performances et de limiter les pathologies chez le cheval athlète, de favoriser la rusticité et la longévité des chevaux de loisirs et d'adapter leur tempérament aux multiples usages par une clientèle très large) ; le nombre de chevaux improductifs doit être diminué dans les exploitations professionnelles; la maîtrise de l'ovulation chez la jument et l'augmentation de la durée de conservation de la semence doivent reposer sur des techniques moins polluantes (limitation du recours aux hormones et aux antibiotiques) ; la maîtrise sanitaire implique la finalisation du système d'identification des équidés, une gestion intégrée des infestations parasitaires, une attention plus importante vis-à-vis des maladies infectieuses et des maladies néonatales (responsables de 10 % de la mortalité). Enfin, l'expression des comportements naturels des animaux doit être favorisée (adaptation des surfaces offertes, des modalités de logement, alimentation à base de fourrages).

B1.3 - Éléments structuraux des exploitations

Par rapport à ce qui est observé dans les élevages de ruminants, les activités équines sont très consommatrices en temps de travail. De nouveaux modes de conduite (ex : alimentation au pâturage, conduite en lots à certaines périodes) faciliteraient la productivité du travail ; une conception nouvelle des bâtiments et des équipements doit amener à mieux concilier sécurité des personnes, des animaux et l'efficacité de la production.

B2 - Marges de manœuvre et de progrès concernant les exploitations et les centres équestres insérées verticalement dans des filières et horizontalement dans des territoires

B2.1 - Commercialisation des produits

Elle doit être accompagnée d'une identification des produits adaptés à la demande (marché du cheval de selle, marché viande) et d'une traçabilité en développant éventuellement des labels liés aux territoires ; leur coût doit intégrer les éléments technico-économiques de production.

B2.2 - Diminution des coûts de production

Elle peut reposer notamment sur un approvisionnement dans les circuits coopératifs d'aliments et sur une organisation collective du travail, du stockage des aliments, de la gestion des effluents ce qui suppose des changements de mentalité.

B2.3 - Insertion dans les territoires

Elle peut être favorisée par une contractualisation avec les agriculteurs (prêts, pensions, fourniture d'aliments) mais une grande difficulté demeure liée au statut des éleveurs d'équidés qui sont majoritairement non professionnels. Elle peut être également confortée par la complémentarité avec les ruminants (en particulier les bovins) pour valoriser les surfaces fourragères.

C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ?

C1 - Besoins en recherche et développement

La recherche et la recherche-développement pourront favoriser la production de chevaux répondant aux usages en mobilisant, entre autres, les disciplines suivantes : sociologie, mercatique stratégique pour mieux comprendre les attentes des diverses clientèles, sélection de types génétiques adaptés.

En outre, il s'agira de réduire les coûts de production et l'empreinte environnementale, notamment par : la caractérisation précoce des potentialités des animaux pour optimiser la conduite de l'élevage ; l'économie, la gestion et la sociologie, pour alimenter les réflexions liées à l'organisation du travail, aux coûts de production, à l'appropriation par les éleveurs des nouvelles techniques ; l'alimentation au pâturage (capacité à couvrir les besoins nutritionnels à l'herbe, impact de la conduite du pâturage sur les performances zootechniques, pâturage mixte), valeur alimentaire et conditions d'utilisation de fourrages adaptés à sécheresse ; la prise en compte des enjeux environnementaux tels que les rejets (azote, minéraux, médicamenteux) et les impact des pratiques de pâturage sur la biodiversité prairiale ; la gestion des enjeux sanitaires : gestion intégrée du parasitisme (ex: plantes bioactives), épidémio-surveillance et protocoles de prévention, gestion de fin de vie des chevaux ; la gestion de la reproduction, par la maîtrise de l'ovulation, l'augmentation du temps de conservation de la semence et les interactions nutrition-reproduction ; et enfin en élaborant des indicateurs de bien-être et les facteurs d'amélioration associés.

C2 - Besoins en formation, conseil et accompagnement

Le développement par le transfert et le conseil technique de proximité auprès d'une population d'utilisateurs très hétérogène sera à promouvoir. De même, l'amélioration de la formation des cadres du développement, de l'industrie et de la santé en sciences équines, notamment par le biais de la formation continue qualifiante pour rattraper le retard, seront à favoriser.

C3 - Organisation des acteurs et politiques publiques

Une meilleure coordination des différentes associations et organisations professionnelles de la filière, notamment par la fédération au travers d'un Conseil National du Cheval sont a prévoir. En outre, l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de l'élevage et de l'utilisation des équins permettant à la filière d'accéder aux programmes d'actions et de soutiens (régionaux, nationaux et européens) seraient bénéfiques.

D - En guise de conclusion

Au final, il apparaît impératif de promouvoir une professionnalisation des acteurs et des structures en assurant une formation et un accompagnement des acteurs de la filière quels que soient les segments et leurs statuts ; d'identifier des actions prioritaires de recherche et de développement en sociologie, économie, en sciences animales et vétérinaires et d'en assurer l'appropriation par les acteurs grâce à une vigoureuse action de vulgarisation ; et de mieux organiser les actions et évolutions des acteurs par l'élaboration et la mise en œuvre d'une nouvelle politique de l'élevage et de l'utilisation des équidés.

CONCLUSION

CONCLUSION

On aura pu mesurer, à la lecture de cette étude, la diversité des situations technico-économiques des différentes orientations productives, dénommées aussi filières.

Les céréales par exemple bénéficient d'un contexte économique favorable, à l'exportation notamment, en dépit d'une plus grande volatilité des prix. Le colza, dont la production est aujourd'hui très stimulée par une demande croissante en diester, fait preuve d'un réel dynamisme, tout comme la filière betterave grâce à la forte demande mondiale en sucre et au régime des quotas. A l'opposé, les protéagineux connaissent une forte réduction des emblavements, notamment en raison des prix d'intérêt, des rendements instables et de la présence de maladies telluriques chez le pois qui induisent un déplacement des zones de production. Le secteur des fruits et légumes, quant à lui, subit une forte concurrence européenne et internationale et doit assumer des coûts de main d'œuvre élevés, lui conférant une réelle fragilité économique. Ceci est aussi le cas de la filière Vigne et Vin, mais de façon différenciée selon les régions de production.

D'une manière générale, les filières animales connaissent une situation difficile mais contrastées : elles sont confrontées aux prix élevés des aliments du bétail fortement dépendants des importations, à une vive concurrence européenne et internationale et à une volatilité des prix des intrants comme des produits animaux. Les productions de ruminants organisées autour de la recherche d'autonomie fourragère sont moins exposées à cette volatilité et montrent des performances économiques plus satisfaisantes, même si elles restent sensibles aux prix de vente des produits animaux.
Au cours des dernières décennies, les productions animales se sont concentrées sur quelques bassins majeurs, les plus adaptés à ces productions et souvent dotés des outils de première transformation industrielle, mais ceci générant parfois des conséquences environnementales lourdes. Toutefois, l'orientation des soutiens publics et la gestion française des quotas laitiers ont contribué à fixer et soutenir la présence de l'élevage de ruminants dans les zones difficiles de montagne.

Les pressions environnementales varient selon les filières, en fonction de leur importance en termes de surface, de leur concentration géographique ou encore de leurs zones de production et des caractéristiques biophysiques de ces milieux. Dans tous les cas, la réduction des intrants - eau, énergie, engrais minéraux, produits phytosanitaires et antibiotiques -, la préservation des ressources naturelles - eau, sol, biodiversité -, la réduction des sous-produits potentiellement polluants, permettant de réduire la pression sur les milieux, constituent un objectif prioritaire.

De multiples leviers existent déjà, qui peuvent être actionnés dès maintenant, s'ils sont accompagnés en fonction des contextes technico-économiques de chaque filière, afin que puissent se développer des agricultures plus résilientes, multi-performantes. Les politiques publiques jouent aussi un rôle majeur pour promouvoir et soutenir ces transitions.

L'évolution vers des systèmes innovants développés dans ce rapport appelle, au-delà des spécificités propres à chaque production, des réflexions générales, qu'il nous semble important de présenter ici.

Non pas une agriculture, mais « des » agricultures

Concevoir des systèmes économes en intrants et productifs s'appuie sur une valorisation optimale des ressources naturelles locales ou territoriales ; ou plus précisément une adaptation de la

production et du niveau de productivité attendue au potentiel biophysique du milieu et à l'environnement socio-économique, permettant la meilleure valorisation possible des produits de récolte. Il n'y aura pas un modèle unique à promouvoir, mais des systèmes de production diversifiés, s'appuyant sur une « boite à outils » de leviers dont la combinaison sera très dépendante du contexte pédoclimatique, mais aussi des débouchés que l'on peut envisager à des échelles multiples, du local à l'international ; combinaisons de pratiques que les agriculteurs ou groupes d'agriculteurs devront concevoir et mettre en œuvre.

Une évolution des champs et des pratiques de recherche

L'évolution attendue des pratiques agricoles s'appuie sur une vision systémique des agro-écosystèmes, une compréhension fine des régulations biologiques, la prise en compte du fonctionnement des filières et des acteurs à l'échelle des territoires. A cet égard, les sciences agronomiques et agro-écologiques sont indispensables et appelées à de nouveaux développements. Il est également nécessaire d'étendre l'analyse jusqu'à l'échelle du paysage où s'opèrent les régulations entre espaces cultivés et non cultivés.
Dans le domaine de l'amélioration génétique caractérisée par des temps de réponse longs, les variétés végétales comme les races animales doivent être plus robustes, plus efficientes en conditions « bas intrants ».

Dans le secteur végétal, les démarches de sélection évoluent vers la conception d'idéotypes en adéquation à un environnement, un mode de production et d'utilisation donné, appelant un rapprochement des disciplines de l'agronomie et de la génétique, et une évolution des critères pour l'inscription de variétés au catalogue. Dans le domaine animal, au moment où la sélection génomique va permettre une accélération des processus de sélection, il est essentiel que les objectifs de sélection et la pondération entre les traits dans les index prennent en compte les critères de robustesse, de santé et de réduction d'impact, au même titre que la productivité, la qualité des produits et l'adéquation aux attentes des marchés.

Plus généralement, ce sont les pratiques même de recherche qui se trouvent aujourd'hui interpelées : elles doivent reposer sur une plus grande interdisciplinarité entre sciences biotechniques, mais aussi entre sciences biotechniques et sciences humaines. Elles doivent également développées des liens plus étroits avec les réseaux d'acteurs du développement et professionnels. Ces démarches, déjà en pratique dans le cadre des UMT, RMT, GIS dédiés aux filières de production, doivent être optimisées afin qu'elles constituent de véritables catalyseurs d'innovations. Elles font écho aux orientations prises à l'échelle européenne dans le cadre du Partenariat Européen d'Innovation.

Une évolution dans l'accès à l'information et l'accompagnement des agriculteurs

Le changement dans la conception des systèmes de production au niveau des exploitations agricoles nécessite que l'accès à l'information et l'accompagnement des agriculteurs soient fortement revus.
Il est nécessaire de repenser les systèmes d'information dans un objectif de mutualisation et partage de données et de connaissances entre les acteurs de la recherche, de la formation, du développement, et les acteurs professionnels, avec une interaction plus forte entre savoirs des agriculteurs et pratiques agricoles d'une part, et savoirs scientifiques et techniques d'autre part. Ceci nécessite de se doter des lieux de qualification et de diffusion de cet ensemble élargi de connaissances à l'ensemble des acteurs. Les partages d'information via des sites participatifs existent et sont appelés à se développer, favorisés par le fait qu'une proportion croissante d'agriculteurs utilise les TIC dans leurs pratiques professionnelles quotidiennes.
Le métier du conseil est également questionné par ce nouveau contexte. La formation des conseillers doit évoluer pour leur permettre de mieux accéder aux connaissances scientifiques et techniques nouvelles (écophysiologie, agro-écologie,…) ; elle doit également leur permettre d'acquérir les compétences nécessaires pour accompagner le changement individuel et collectif, prenant en compte les freins à

l'adoption de nouvelles pratiques agricoles qui peuvent être liés aux attentes individuelles, à la technicité nécessaire ou à l'aversion aux risques et au changement.
De façon plus globale, ces démarches doivent être étendues au secteur de la formation initiale et continue des agriculteurs et des conseillers.

Une coordination renforcée entre l'amont et l'aval des filières et au sein des organisations interprofessionnelles, pour permettre les transitions

La diversification des productions et une articulation revisitée entre productions animales et végétales figurent parmi les leviers principaux de la durabilité, car elles permettent de réduire l'impact des productions sur les milieux et d'améliorer la résilience des systèmes de production.

Dans le secteur des grandes cultures par exemple, les rotations plus longues incluant des protéagineux sont préconisées : bien gérées, elles permettent une réduction des engrais minéraux et diminuent les pressions parasitaires. Par ailleurs, les protéagineux peuvent jouer un rôle clé dans le secteur de l'alimentation animale, en substitution aux importations. Mais cette transition ne pourra s'opérer que dans le cadre d'une concertation avec les organismes stockeurs, afin qu'ils investissent dans de nouvelles infrastructures et avec l'industrie d'aval pour permettre une valorisation économique de ces productions. Et si l'on veut développer la place des protéagineux en alimentation humaine, leur intérêt nutritionnel étant largement reconnu, l'implication des transformateurs est nécessaire, pour innover et faciliter l'adoption de ces produits par les consommateurs. Plus généralement, une éventuelle évolution de la matière première qui pourrait découler des changements de pratiques agricoles (taux de protéines pour les produits céréaliers par exemple), appelle une collaboration active avec les transformateurs pour en envisager les conséquences et concevoir des innovations process adaptées. Ceci doit également se traduire dans un rapprochement entre opérateurs de la R&D de ces deux domaines.

Les distributeurs comme les consommateurs, sont partie prenante de ces démarches : prenons simplement pour exemple le « zéro défaut visuel » dans le domaine des fruits et légumes, peu compatible avec la réduction des produits phytosanitaires. Là aussi, des évolutions en aval peuvent contribuer au développement de systèmes de production revisités en faveur d'une amélioration de toutes les performances.

Il est également indispensable de prendre en compte l'évolution des habitudes de consommation et notamment le développement des approvisionnements locaux (locavores, circuits courts) aux côtés de la grande distribution, assurant la vente de produits plus largement transformés. Mais l'alimentation de tous, avec des produits de qualité sanitaire, nutritionnelle et gustative, constitue un enjeu majeur qui doit rester la priorité première de la transition vers des agricultures à hautes performances.
Enfin, pour favoriser ces transitions, il faut également renforcer les solidarités au sein des organisations interprofessionnelles, par exemple pour permettre des coopérations entre régions et favoriser les démarches collectives de R&D, de promotion, ou d'information. Ceci est en particulier prégnant dans le domaine de la vigne et du vin ou encore des fruits et légumes.

Usage des terres, évolution des filières

Les évolutions des systèmes de production proposées dans ce rapport posent implicitement la question de la répartition des productions sur les territoires, et de la place respective des différentes filières. En voici quelques illustrations.

L'un des leviers prioritaires avancés par les filières animales concerne l'autonomie des élevages, en renforçant la part de l'herbe dans l'alimentation des ruminants, et plus généralement la part des légumineuses pour l'ensemble des productions animales ; par ailleurs, la valorisation des effluents d'élevage comme fertilisants constitue un levier efficace pour réduire l'usage des engrais minéraux dans les exploitations de grandes cultures. Ceci conduit donc à envisager le rapprochement entre production végétale et animale à l'échelle de l'exploitation ou à l'échelle territoriale, pouvant ainsi conduire à des

relocalisations. Loin de revenir à d'anciens modèles de polyculture - élevage, il s'agit d'inventer de nouveaux modes d'organisation entre productions animales et productions végétales pour d'une part, assurer la sécurité de l'approvisionnement alimentaire en réduisant la sensibilité à l'aléa, et d'autre part pour favoriser les transferts de fertilité via la valorisation des effluents. Ces nouveaux modes d'organisation doivent s'appuyer sur des connaissances largement renouvelées de ces couplages, mais aussi sur les possibilités existant aujourd'hui pour organiser de tels marchés et transferts entre agriculteurs opérant soit à proximité les uns des autres soit à une certaine distance.

Plus généralement, les démarches visant à valoriser au mieux les ressources naturelles locales ou territoriales - sol, climat…- pourraient aussi nécessiter une réflexion partagée sur les localisations optimales des productions en fonction de leurs exigences.

Et par ailleurs, l'introduction des protéagineux dans les rotations va nécessairement impacter les volumes des productions dominantes, céréales, oléagineux -il en est d'ailleurs de même pour toute démarche de diversification. Ceci souligne l'importance d'une réflexion couplant production et transformation (il n'y a pas de diversification possible sans valorisation des produits de récolte) et entre les différentes filières (comment les substitutions dans la production et la valorisation s'opèrent-elles

En prolongeant cette réflexion sur une échelle de temps plus large, les évolutions climatiques vont constituer à terme un élément déterminant. L'impact du changement climatique, évoqué tout particulièrement dans le cas de la vigne, conduit ainsi à poser la question de l'évolution de la répartition des productions sur le territoire et/ou de la nécessité de la nécessité de déployer de nouvelles techniques de production ou technologies de transformation.

Enfin, sans que cela soit abordé dans cette étude, la question des transitions alimentaires vers des systèmes reposant plus largement sur la consommation des protéines végétales est aujourd'hui en débat. Cette évolution aurait des conséquences sur l'ensemble des orientations productives et appelle également une réflexion collective inter-filière. Cette réflexion doit être envisagée dans un objectif de durabilité des systèmes alimentaires à l'échelle nationale mais aussi internationale. De même, les évolutions des modes de vie via la localisation des consommateurs, relation ville-campagne pourraient être des points d'attention et d'étude.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 3

SOMMAIRE 5

INTRODUCTION 7

CHAPITRE 1 FILIÈRES GRANDES CULTURES 11

CHAPITRE 1A Filières Grandes Cultures 12

Introduction 12

A - Céréales 13

A1 - Eléments généraux de contexte 13

A2 - Etat des lieux et enjeux pour demain 21

A2.1 - Les systèmes de production dans lesquels sont cultivées les céréales 21

A2.2 - Les systèmes de culture céréaliers 23

A2.3 - Diversité variétale exploitée 24

A2.4 - Un retour fréquent des céréales sur une même parcelle 25

A2.5 - La fertilisation minérale comme source d'azote dans le système de culture 28

A2.6 - Des systèmes céréaliers dépendants des produits phytosanitaires 29

A2.7 - Les systèmes de culture biologique qui suivent un même processus de spécialisation 29

A2.8 - Forces et faiblesses des systèmes céréaliers et de la filière céréales 30

A3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental 31

A3.1 - Limiter le besoin en intrant par l'utilisation de variétés résistantes ou valorisant mieux les intrants 32

A3.2 - Utiliser des outils de pilotage des interventions pour ajuster au mieux les apports 32

A3.3 - Valoriser les connaissances agronomiques 34

A3.4 - Substituer les intrants : la lutte biologique en substitution de la lutte chimique 35

A3.5 - Développer les conduites à bas niveau d'intrants ou intégrés 35

B - Oléagineux 36

B1 - Eléments généraux de contexte 36

B1.1 - Structuration de la filière et les oléagineux en quelques chiffres 36

B1.2 - L'évolution récente et les défis pour la filière oléagineuse 41

B2 - Etat des lieux et enjeux pour demain 44

B2.1 - Une spécialisation des régions de grandes cultures au bénéfice du colza dans de nombreuses régions et du tournesol dans des régions plus au sud 44
B2.2 - Des systèmes de cultures simplifiés qui nécessitent la réduction du travail du sol et le recours aux intrants 47
B2.3 - Un choix variétal étendu et diversifié mais encore peu propice à des modes de production économes en intrants 50
B2.4 - Bilan et enjeux : forces, faiblesses, opportunités, menaces 53
B3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental 54
B3.1 - Repenser les systèmes de culture : raisonner la diversification et repenser la position du colza dans la rotation 54
B3.2 - Associer les cultures avec des légumineuses en tant que plantes de services 58
B3.3 - Combiner des pratiques agricoles pour favoriser la régulation biologique : re-concevoir des itinéraires techniques économes en intrants 61
B3.4 - Concevoir des idéotypes variétaux adaptés aux nouveaux systèmes de culture et aux milieux 65
C - Protéagineux, autres légumineuses à graines et luzerne en grandes cultures 66
C1 - Eléments généraux de contexte 66
C1.1 - Diverses espèces de légumineuses positionnées sur différents débouchés 66
C1.2 - Des surfaces de protéagineux fortement influencées par les choix politiques 67
C1.3 - Une palette de quatre espèces principales de légumineuses à graines pour des adaptations territoriales 70
C1.4 - Des surfaces plus confidentielles en légumes secs, malgré des importations importantes .. 71
C1.5 - Des prairies temporaires à base de luzerne qui ont connu une forte réduction, aujourd'hui enrayée 71
C2 - Etat des lieux et enjeux pour demain 72
C2.1 - Les légumineuses introduites dans le système de production, permettent une entrée d'azote d'origine symbiotique issu de l'azote de l'air 72
C2.2 - Chez les légumineuses, des protéines sont majoritairement construites à partir de la ressource symbiotique utilisant l'azote de l'air 72
C2.3 - La ressource azotée symbiotique permet de réduire la consommation d'engrais azotés qui est une source d'importantes émissions de gaz à effet de serre (GES) 73
C2.4 - Les facteurs clés des dynamiques ayant régi le secteur des protéagineux jusqu'à présent se situent davantage au niveau de la production 74
C2.5 - Un potentiel en amont et aval de la filière et des clefs pour un développement 77
C2.6 - De nouveaux enjeux environnementaux et sociétaux 78
C2.7 - Un fort besoin de progrès biotechniques sur cette filière légumineuse encore jeune 79
C3 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental 81
C3.1 - Raisonner des systèmes doublement performants et définir des idéotypes adaptés 81
C3.2 - Des leviers au niveau de la parcelle pour de meilleures performances des protéagineux .. 86
D - Betterave 90
D1 - La filière betterave sucrière en France 91
D1.1 - Les opérateurs industriels 91
D1.2 - La production betteravière et sa localisation géographique 91
D2 - Le sucre en Europe et dans le Monde 93
D2.1 - La production et la consommation de sucre dans le monde 93
D2.2 - La betterave en Europe 94

D2.3 - Le Règlement sucre européen 94
D3 - Etat des lieux et enjeux pour demain 96
D3.1 - Augmentation des rendements et évolution des pratiques culturales 96
D3.2 – Augmentation de la durée de fonctionnement des usines et amélioration de la collecte des racines 97
D3.3 – Diversifier les utilisations de la betterave 98
D4 - Solutions biotechniques pour des systèmes plus performants sur le plan économique et environnemental 99
D4.1 - Amélioration génétique 99
D4.2 - Gestion de la fertilisation 99
D4.3 - Gestion des bioagresseurs 99
D4.4 - Agro-équipement 101
D4.5 - La valorisation des produits de récolte et des co-produits 102
E - Repenser les systèmes de production de grandes cultures, clé pour la durabilité 103
E1 - Leviers à l'échelle des systèmes de culture 103
E1.1 - S'appuyer sur les ressources génétiques et la sélection pour développer des systèmes de culture doublement performants 104
E1.2 - S'appuyer sur les complémentarités entre espèces pour réduire la dépendance aux engrais azotés, aux produits phytosanitaires et leurs impacts environnementaux négatifs . 106
E1.3 - S'appuyer sur les outils de pilotage pour améliorer la performance des intrants azotés .. 112
E2 - Leviers à l'échelle des exploitations 112
E3 - Leviers à l'échelle du territoire 113
E3.1 - S'appuyer sur la diversité génétique pour réguler les populations de bio-agresseurs 114
E3.2 - Mieux comprendre le fonctionnement des agroécosystèmes pour valoriser les services éco-systémiques dans des systèmes de culture doublements performants 114
E3.3 Développer l'autonomie protéique et favoriser le lien entre les productions animales et les productions végétales à l'échelle des territoires 115
E4 - Conclusion 116
F - Leviers organisationnels à l'échelle des filières et des acteurs 116
F1 - Du verrouillage au déverrouillage du système conventionnel : proposition d'un cadre d'analyse heuristique 117
F2 - Repérer des filières de niches favorisant la diversification 121
F2.1 - Niches de l'alimentation animale 121
F2.2 - Niches de l'alimentation humaine 122
F3 - De l'émergence à la structuration de nouveaux débouchés 125
F3.1 - Economie d'échelle et rendements croissants d'adoption 125
F3.2 - Compatibilités technologiques et standards productifs 127
F3.3 - L'état de la connaissance : un déterminant majeur pour la transition des systèmes 128
F3.4 - Les modalités de coordination dans les filières : de nouveaux dispositifs 132
F4 - Stimuler la coordination entre la recherche, le développement, la formation et les acteurs professionnels 133
F5 - Conclusion 136
G - Références Bibliographiques 137
G1 - Références bibliographiques Partie A « Céréales » 137
G2 - Références bibliographiques Partie B « Oléagineux » 139
G3 - Références bibliographiques Partie C « Protéagineux » 143
G4 - Références bibliographiques Partie D « Betterave » 147

G5 - Références bibliographiques Partie E « Repenser les systèmes de production de grandes cultures, clé pour la durabilité » 148
G6 - Références bibliographiques Partie F « Diversifier les systèmes de grandes cultures pour plus de durabilité : leviers à l'échelle des filières » 150
H - Annexe 155
H1 - Lexique 155
H2 - Références bibliographique du lexique 156

CHAPITRE 1B Synthèse 158
A - Eléments de contexte 158
B - Leviers pour des systèmes de production doublement performants sur les plans économique et environnemental 159
B1 - Leviers à l'échelle des systèmes de culture 159
B1.1 - Réduire le recours aux produits phytosanitaires en s'appuyant sur la diversité des cultures et la génétique 160
B1.2 - Améliorer l'efficience des intrants azotés et augmenter la ressource symbiotique de fixation de l'azote de l'air pour réduire la dépendance aux engrais azotés 160
B2 - Leviers à l'échelle du territoire 162
B3 - Leviers à l'échelle de la filière 163

CHAPITRE 2 FRUITS, LÉGUMES ET POMME DE TERRE DE CONSOMMATION 165

CHAPITRE 2A Fruits, Légumes et Pomme de terre de consommation 166
Introduction 166
A - Eléments du contexte au plan macroéconomique et social 166
A1 - Evolution du contexte macro-économique au cours de la dernière décennie 166
A1.1 - Fruits 167
A1.2 - Légumes 168
A1.3 - Pomme de terre 170
A1.4 - Economie des filières fruits, légumes et pomme de terre 170
A2 - Les modes de production 171
A2.1 - La production en Agriculture Biologique 171
A2.2 - Le mode de production de type conventionnel 172
A3 - Les modes de commercialisation 173
A4 - La consommation et la demande sociétale 174
A5 - Conclusion 175
B - Les risques environnementaux et les leviers d'action techniques 176
B1 - Les impacts environnementaux des systèmes de production en fruits, légumes et pomme de terre 176
B1.1 - Les produits phytopharmaceutiques 176
B1.2 - L'irrigation et la fertilisation 178
B1.3 - La biodiversité végétale 178
B1.4 - La consommation énergétique 178
B2 - Les leviers d'action techniques 179
B2.1 - L'utilisation de méthodes alternatives pour limiter l'usage des produits phytopharmaceutiques 179

B2.2 - La création et l'utilisation d'un matériel végétal adapté à de nouveaux contextes de production 185
B2.3 - La réduction des consommations d'eau d'irrigation et d'engrais 187
B2.4 - L'amélioration de la conduite des cultures 190
B3 - Conclusion 191
C - Identification des leviers organisationnels pour faciliter l'adoption des leviers techniques innovants 192
D - Conclusion 194
E - Références bibliographiques 194
F - Annexes 199

CHAPITRE 2B Synthèse 202
A - Eléments du contexte 202
A1 - Contexte macroéconomique et social en 2010 202
A2 - Analyse des risques environnementaux liés à la production 202
B - Leviers d'action 203
B1 - Faire évoluer le matériel végétal pour mieux répondre aux enjeux de ces filières 203
B2 - Optimiser les systèmes de cultures actuels et co-concevoir les systèmes du futur pour une agriculture plus durable 204
B3 - Adopter des démarches structurantes 205
C - En guise de conclusion 205

CHAPITRE 3 VIGNE ET PRODUITS DE LA VIGNE 207

CHAPITRE 3A Vigne et produits de la vigne 208
Introduction 208
A - Eléments du contexte au plan économique et social 208
A1 - Un poids socio-économique fort 208
A2 - Un poids historique, patrimonial et culturel important 211
A3 - Une filière présentant une très forte diversité autour d'un produit phare : le vin 211
A3.1 - Le matériel végétal 211
A3.2 - Les systèmes de production 212
A3.3 - Les produits 212
A3.4 - Les signes de qualité 213
A3.5 - Conditions pédoclimatiques et cépages emblématiques des différentes régions viticoles 213
A3.6 - Modèle socio-économique 213
A4 - Les choix des viticulteurs 214
A5 - Forces et faiblesses de la filière au niveau économique 214
A5.1 - Les faiblesses 214
A5.2 - Les forces 214
B - Enjeux environnementaux et de santé publique, leviers d'action techniques 215
B.1 - Une filière ayant un impact fort sur l'environnement 215
B1.1 - Une filière consommatrice de produits phytosanitaires et à empreinte énergétique forte 215
B1.2 - La production de vin rejette de nombreux effluents à fort impact environnemental 217
B1.3 - Une culture sensible à l'environnement et particulièrement exposée aux changements climatiques 217

B1.4 - Enjeux nutritionnels et de santé 217
B2 - Les leviers d'action techniques au niveau des exploitations viti-vinicoles 218
B2.1 - Rendre la culture de la vigne et l'élaboration du vin plus respectueuses de l'environnement 218
B2.2 - Augmenter la rentabilité des exploitations viti-vinicoles en réduisant les coûts de production 223
B2.3 - Anticiper l'adaptation au changement climatique 223
B2.4 - Améliorer la qualité des raisins et des vins et l'adapter aux évolutions des consommateurs 224
B2.5 - Réduire les risques de résidus et de mycotoxines par la recherche de substituts et de conditions plus contrôlées de vinification 224
B2.6 - Développer de nouveaux produits 224
B2.7 - Encourager le recours aux outils d'aide à la décision et analyses de cycles de vie 225
C - Les leviers d'action au niveau de la filière, de la Recherche-Formation-Développement et des politiques publiques 225
C1 - Au niveau de la filière 225
C1.1 -Adaptation au changement climatique 226
C1.2 - Gestion de l'eau 226
C1.3 - Image de la vigne et du vin 226
C2 - Au niveau de la Recherche-Formation-Développement 227
C3 - Leviers réglementaires, rôle des politiques publiques 227
D - Conclusion 228
E - Références bibliographiques 229

CHAPITRE 3B Synthèse 234
A - Eléments du contexte et enjeux 234
A1 - Contexte économique et social 234
A2 - Enjeux environnementaux et de santé publique 235
B - Leviers d'action au niveau des exploitations 235
B1 - Rendre la culture de la vigne et l'élaboration du vin plus respectueuses de l'environnement 235
B2 - Augmenter la rentabilité des exploitations en réduisant les coûts de production 236
B3 - Anticiper l'adaptation au changement climatique 236
B4 - Améliorer la qualité des raisins et des vins et l'adapter aux évolutions des consommateurs 236
B5 - Capitaliser la connaissance 236
C - Leviers d'action au niveau de la filière dans son ensemble 237
C1 - Image de la vigne et du vin 237
C2 - Organisation de la filière, renforcement de la coopération 237
D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 238
E - En guise de conclusion 238

CHAPITRE 4 FILIÈRE PORCINE 241

CHAPITRE 4A Filière Porcine 242
A - Contexte 242
A1 - Evolution de la production et de la consommation, contexte international 242
A2 - Les structures d'élevages 244
A3 - Les systèmes de production 245

A4 - L'intégration sur les territoires et dans les filières 247
B - Leviers d'actions au niveau de l'atelier 248
B1 - L'amélioration des performances 248
B2 - L'amélioration de l'alimentation 250
B2.1 - Mieux ajuster les apports de protéines pour réduire l'excrétion d'azote 250
B2.2 - Adapter l'alimentation pour réduire les émissions d'ammoniac 251
B2.3 - Influence de l'alimentation sur les émissions de gaz à effet de serre 251
B2.4 - Influence de l'alimentation sur l'excrétion de phosphore 252
B2.5 - Influence de l'alimentation sur l'excrétion de Cu et Zn 252
B2.6 - Le défi de l'alimentation de précision 253
B3 - L'amélioration du bâtiment d'élevage 253
B4 - Consommation d'énergie 254
B5 - Gestion des effluents au niveau de l'atelier et du stockage 254
B5.1 - Evacuation fréquente des lisiers 255
B5.2 - Lavage d'air et brumisation 255
B5.3 - L'élevage sur litière 255
B5.4 - Le stockage des effluents 256
C - Leviers d'actions au niveau de l'exploitation 256
C1 - Accroitre l'autonomie alimentaire des élevages 257
C2 - Optimiser la gestion des effluents 257
C2.1 - La valorisation agronomique des effluents 257
C2.2 - Le traitement des effluents pour réduire leur charge en N et P 258
C2.3 - Le traitement des effluents pour la production d'engrais ou d'amendements 259
C2.4 - La méthanisation 259
C2.5 - Comparaison des différentes stratégies de gestion des effluents 259
D - Leviers d'actions au niveau des filières et des territoires 260
D1 - Organisation des différents stades de production 261
D2 - Vers une plus grande diversification de la production 261
D3 - Mise en œuvre de solutions collectives de gestion des effluents 262
D3.1 - Plans d'épandage collectifs 262
D3.2 - Production d'engrais ou d'amendement organiques 262
D3.3 - Développement de la méthanisation 263
D4 - L'évaluation environnementale : un outil de progrès pour les filières 263
E - Conclusion : vers quels modèles d'exploitations porcines durables ? 264
E1 - La liaison au sol par la valorisation directe des effluents comme fertilisants 265
E2 - La spécialisation des élevages avec traitement des effluents et production d'engrais organiques. 265
E3 - Une production orientée vers des marchés spécifiques à plus forte valeur ajoutée et valorisant une image ou des caractéristiques particulières des produits ou des modes de production. 265
E4 - Vers une approche plus construite de la diversité 266
F - Références bibliographiques 266

CHAPITRE 4B Synthèse 271
A - Eléments de contexte 271
A1 - Pratiques d'élevage et systèmes de production 271
A2 - Intégration dans les filières et sur les territoires 272
B - Évaluation environnementale et leviers d'action 273

C - Vers quels modèles d'exploitations porcines durables ?....274
C1 - La liaison au sol par la valorisation directe des effluents comme fertilisants 274
C2 - La spécialisation des élevages avec traitement des effluents et production d'engrais organiques....274
C3 - Une production orientée vers des marchés spécifiques à plus forte valeur ajoutée et valorisant une image ou des caractéristiques particulières des produits ou des modes de production....275
D - En guise de conclusion....275

CHAPITRE 5 FILIÈRES AVICOLES....277

CHAPITRE 5A Filières avicoles....278
Introduction....278
A - Filière avicole de chair....278
A1 - Eléments de contexte....278
A2 - Leviers d'action au niveau des exploitations....283
A2.1 - Bâtiment avicole....283
A2.2 - Gestion des effluents....284
A2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal....285
A2.4 - Fabrication d'aliment à la ferme....286
A2.5 - Équarrissage....287
A3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière et des territoires....287
A3.1 - Triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation....287
A3.2 - Sécurité sanitaire des viandes de volailles....290
A3.3 - Gestion collective des effluents....291
A3.4 - Consommation de matières premières végétales produites localement....291
A4 - Favoriser les évolutions souhaitables aux niveaux éleveur, interprofessionnel, sociétal et des pouvoirs publics....291
A4.1 - Inciter les chefs d'exploitations agricoles à maintenir, développer ou créer un atelier avicole....291
A4.2 - Instaurer ou restaurer une concertation à différents niveaux de la filière et de son aval. 292
A4.3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat....293
B - Spécificités de la filière ponte....294
B1 - Eléments de contexte....294
B2 - Leviers d'action au niveau des exploitations....298
B2.1 - Bâtiment d'élevage....298
B2.2 - Gestion des effluents....299
B2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal....300
B2.4 - Fabrication d'aliment et valorisation de céréales à la ferme....300
B3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière....301
B3.1 - Conduite d'élevage....301
B3.2 - Génétique....302
B3.3 - Alimentation....303
B3.4 – Sécurité sanitaire des œufs et des ovoproduits....303
B3.5 - Gestion collective des effluents....304
B4 - Favoriser les évolutions souhaitables au niveau des éleveurs, de la filière et des pouvoirs publics....304

B4.1 - Inciter les éleveurs à poursuivre la diversification de la production 304
B4.2 - Renforcer l'amont et l'aval de la filière 304
B4.3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat 305
C - Spécificités de la filière foie gras 305
C1 - Eléments de contexte 305
C2 - Leviers d'action au niveau des exploitations 307
C2.1 - Bâtiment d'élevage 307
C2.2 - Gestion des effluents 307
C2.3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal 308
C2.4 - Fabrication d'aliment et valorisation de céréales à la ferme 308
C3 - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière 308
C3.1 - Conduite d'élevage 309
C3.2 - Génétique 309
C3.3 - Alimentation 309
C4 - Favoriser les évolutions souhaitables au niveau filière, sociétal, et des pouvoirs publics.....310
D - Conclusions et perspectives 311
D1 - Besoins de recherche concernant les filières avicoles 311
D2 - Conclusions 311
E - Références bibliographiques 312

CHAPITRE 5B Synthèse volailles de chair 317
A - Eléments de contexte 317
B - Leviers d'action au niveau des exploitations 318
B1 - Bâtiments 318
B2 - Gestion des effluents 319
B3 - Conduite d'élevage, santé et bien-être animal 319
B4 - Fabrication d'aliments à la ferme 319
B5 - Équarrissage 320
C - Marges de manœuvre et de progrès au niveau de la filière et des territoires 320
C1 - Triptyque conduite d'élevage, génétique et alimentation 320
C2 - Une filière intégrée mais pas optimisée 321
C3 - Gestion collective des effluents 321
D - Favoriser les évolutions souhaitables aux niveaux éleveur, interprofessionnel, sociétal et des pouvoirs publics 321
D1 - Inciter les chefs d'exploitations agricoles à maintenir, développer ou créer un atelier avicole.322
D2 - Instaurer ou restaurer une concertation à profit partagé entre les différents niveaux de la filière et entre la filière et la distribution 322
D3 - Rôle facilitateur et régalien de l'Etat 322
E - En guise de conclusion 323

CHAPITRE 6 FILIÈRES BOVINE ET OVINE ALLAITANTES 325

CHAPITRE 6A Filières bovine et ovine allaitantes 326
A - Contexte de l'élevage allaitant français, historique et état des lieux 326
A1 - Des éléments de contexte communs aux diverses productions allaitantes 326

A2 - Un contexte en plein changement 328
A3 - Des spécificités propres à l'élevage des bovins allaitants 330
A3.1 - Une évolution de la demande favorable à la production… 330
A3.2 - Mais qui nécessite de confronter le bilan de la production au bilan environnemental 331
A3.3 - Ce qui implique des adaptations des conditions d'élevage 331
A3.4 - Et la préservation de la robustesse des animaux 332
A4 - Des spécificités propres à l'élevage des ovins allaitants et ses productions 332
A4.1 - Une production qui s'effrite malgré une conjoncture favorable 333
A4.2 - Et des menaces qui continuent de peser sur l'avenir 333
B - Déterminants pour des systèmes d'élevage plus durables 336
B1 - Raisonner au mieux le système fourrager et les achats d'aliments 337
B1.1 - Adapter le chargement de la SFP 337
B1.2 - Favoriser et augmenter le pâturage 337
B1.3 - Introduction de légumineuses dans les prairies 339
B1.4 - Utilisation de sous-produits par l'élevage notamment pour la phase d'engraissement 339
B2 - Gagner en efficacité des animaux et des troupeaux pour améliorer leurs bilans économiques et environnementaux 339
B2.1 - Incidence majeure des questions sanitaires sur la productivité 339
B2.2 - Améliorer la productivité des femelles reproductrices 340
B2.3 - Améliorer l'efficacité des itinéraires de production de jeunes bovins et les diversifier 341
B3 - Moduler les éléments structuraux et s'adapter au contexte socio-économique 342
B3.1 - Le travail en élevage 342
B3.2 - Les charges de structure 342
B3.3 - La dimension structurelle des fermes 343
B3.4 - Un foncier adapté 345
B3.5 - Des filières qui « jouent le jeu » 345
B3.6 - Le poids des politiques publiques 345
B3.7 - L'impact structurel des régimes fiscaux 346
B3.8 - Les contraintes de la PAC sur la gestion des surfaces 346
B3.9 - Une corrélation positive intéressante entre certaines performances environnementales et résultats économiques 347
C - L'élevage allaitant : réflexions complémentaires sur les inflexions possibles, atouts, diversité des adaptations et conditions 348
C1 - Des performances intra système très variables qui révèlent des évolutions potentielles 348
C2 - Des solutions possibles 348
C3 - Diversité des adaptations et contraintes pour l'appui technique 349
C4 - Une spécificité (et atout ?) française : diversités des contextes et des races 349
D - Conclusions et perspectives 350
E - Références Bibliographiques 351
CHAPITRE 6B Synthèse 354
A - Eléments de contexte 354
B - Déterminants des systèmes d'élevage allaitant plus durables 355
B1 - Système fourrager et utilisation du pâturage 355
B2 - Gagner en efficacité au niveau des animaux et des troupeaux 355
B3 - Moduler les éléments structuraux et s'adapter au contexte socio-économique 356
C - Inflexions possibles, diversité des adaptations et conditions de l'élevage allaitant 357

D - En guise de conclusion.....357

CHAPITRE 7 FILIÈRES LAITIÈRES BOVINE, CAPRINE ET OVINE.....361

CHAPITRE 7A Filières laitières bovine, caprine et ovine.....362

A - Eléments de contexte.....363

A1 - L'importance économique des filières laitières.....363

A1.1 - Un rôle majeur de la filière laitière dans l'économie nationale et la gestion des territoires 363

A1.2 - Utilisation de la collecte laitière..... 364

A1.3 - Une consommation intérieure qui stagne mais une demande mondiale orientée à la hausse 365

A1.4 - Une industrie de la transformation hétérogène et montrant quelques fragilités 366

A2 - Les particularités de la filière bovine 367

A2.1 - Evolution du secteur laitier depuis l'application des quotas laitiers..... 367

A2.2 - Les grandes régions laitières françaises 369

A2.3 - Les grands types de systèmes laitiers 372

A2.4 - Des écarts importants de résultats économiques et de productivité du travail entre bassins laitiers..... 373

A2.5 - Des situations d'élevage contrastées vis-à-vis des enjeux environnementaux 374

A2.6 - Une production soumise à la volatilité des prix et des revenus depuis 2007 376

A2.7 - Un modèle social en reconstruction 377

A3 - Les particularités de la filière caprine 378

A3.1 - Evolution du secteur 378

A3.2 - Des bassins de production très diversifiés 379

A3.3 - Des systèmes de production très variés..... 380

A3.4 - Une grande diversité de systèmes alimentaires 382

A4 - Les particularités de la filière Ovine 383

A4.1 - Evolution du secteur au cours des 2 dernières décennies 383

A4.2 - Les trois bassins majeurs de production de fromages AOP 384

A4.3 - Des systèmes basés sur la valorisation des prairies et de surfaces pastorales 386

A4.4 - Une production soumise à une forte baisse des revenus 387

B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur 388

B1 - Rechercher plus d'autonomie et de sécurité dans l'alimentation des troupeaux 388

B1.1 - Les systèmes fourragers 389

B1.2 - Développement des légumineuses dans les rations pour ruminants laitiers..... 391

B2 - Améliorer l'efficacité de l'animal et du troupeau.....393

B2.1 - La cohérence des choix génétiques..... 393

B2.2 - Les pratiques d'alimentation et d'élevage 396

B2.3 - Réduire l'usage des hormones et traitements curatifs 397

B3 - Améliorer les conditions de travail et sa productivité.....400

B3.1 - Changer son organisation et ses pratiques pour réduire le travail 400

B3.2 - Investir pour réduire le travail..... 401

B3.3 - Intégrer les possibilités offertes par les innovations technologiques et organisationnelles, l'émergence de l'élevage de précision 402

B4 - Rechercher la double performance économique et environnementale 403

B4.1 - Options pour mieux utiliser l'azote et réduire les émissions du NO_3, de NH_3 et N_20..... 405

B4.2 - Options pour réduire les émissions de méthane. 406

B4.3 - Liens entre efficience économique et environnementale 407
B5 - Maîtriser les charges de structure 408
B6 - Mieux intégrer l'exploitation laitière dans la filière et au sein des territoires 409
B6.1 - Améliorer l'organisation territoriale des activités : de l'exploitation à l'échelle nationale....409
B6.2 - Adaptation de la capacité de production des élevages aux besoins des filières..... 410
C - Comment favoriser les évolutions jugées souhaitables ?.....410
C1 - Orienter les politiques publiques 410
C1.1 - Maintien d'une activité laitière sur le territoire 410
C1.2 - Le soutien à la prairie et l'enjeu de la restructuration des exploitations 411
C1.3 - L'encouragement à l'évolution des systèmes 412
C1.4 - L'adaptation des régimes fiscaux 413
C1.5 - La définition de cadre réglementaire pour raisonner les relations entre acteurs des filières et des territoires..... 413
C2 - Développer des stratégies de filières 414
C2.1 - L'enjeu de la sortie des quotas et de la contractualisation 414
C2.2 - Renforcer la compétitivité de la filière laitière en interne et à l'export 416
D - Conclusions.....417
E - Références bibliographiques 418

CHAPITRE 7B Synthèse 427
A - Eléments de contexte 427
B - Déterminants pour des systèmes laitiers plus compétitifs, performants sur le plan environnemental et renforçant l'attractivité du métier d'éleveur 429
B1 - Rechercher plus d'autonomie et de sécurité dans l'alimentation des troupeaux 429
B2 - Améliorer l'efficacité de l'animal et du troupeau.....430
B3 - Améliorer les conditions de travail 430
B4 - Mieux intégrer l'exploitation laitière dans la filière et au sein des territoires 431
C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 432
D - En guise de conclusion.....433

CHAPITRE 8 FILIÈRE ÉQUINE 435

CHAPITRE 8A Filière équine 436
A - Contexte 436
A1 - Une évolution importante, rapide et difficile de la filière et un statut agricole discuté de l'espèce.....436
A2 - Des éléments positifs.....438
A3 - Des faiblesses et des risques 441
B - Les marges de manœuvre et de progrès à l'échelle de l'exploitation et des établissements équestres pour améliorer la durabilité des systèmes d'élevages d'équidés et des modes de gestion des structures.....443
B1 - Système d'alimentation.....443
B1.1 - Accroître l'autonomie fourragère 443
B1.2 - Accroître la part du pâturage 444
B1.3 - Utiliser la complémentarité avec les ruminants..... 445

B1.4 - Promouvoir l'utilisation de fourrages conservés de qualité par les entreprises équestres et hippiques 446
B1.5 - Utiliser les sous-produits de cultures 446
B2 - Gestion de l'animal et du troupeau 446
B2.1 - Réduire l'usage des hormones et des antibiotiques lors de la mise à la reproduction 446
B2.2 - Raisonner les traitements antiparasitaires pour maitriser les phénomènes de résistance aux anthelminthiques 447
B2.3 - Améliorer l'adéquation offre / demande par la caractérisation du comportement des chevaux 447
B3 - Éléments structuraux des exploitations et différentes installations 448
B4 - Réduction des rejets et valorisation des effluents à l'échelle des exploitations et établissements équestres 448
C - Les marges de manœuvre et de progrès concernant les installations équestres insérés verticalement dans des filières et horizontalement dans des territoires 449
C1 - Caractérisation des produits 449
C2 - Diminution des coûts de production 449
C3 - Réduction de l'impact environnemental 450
C3.1 - Rejets d'effluents et de gaz polluants 450
C3.2 - Rejets de médicaments vétérinaires 450
C3.3 - Epidémio-surveillance et sociologie des pratiques de vermifugation à l'échelle de la filière 451
C4 - Insertion dans les territoires 451
C4.1 - Renforcer les liens avec le secteur agricole 451
C4.2 - Valoriser les atouts spécifiques de la présence d'équidés en zone périurbaine ou rurale 451
D - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 452
D1 - Professionnalisation de la filière 452
D2 - Besoins de recherche et de transfert 453
D3 - Représentation des intérêts de la filière 454
E - Conclusion 454
F - Références bibliographiques 454
CHAPITRE 8B Synthèse 458
A - Eléments de contexte 458
A1 - Des éléments positifs 458
A2 - Des faiblesses et des risques 459
B - Marges de manœuvre 459
B1 - Marges de manœuvre et de progrès à l'échelle de l'exploitation et des centres équestres pour améliorer la durabilité des systèmes d'élevages d'équidés et des modes de gestion des structures 459
B1.1 - Système d'alimentation 459
B1.2 - Gestion de l'animal et du troupeau 460
B1.3 - Éléments structuraux des exploitations 460
B2 - Marges de manœuvre et de progrès concernant les exploitations et les centres équestres insérées verticalement dans des filières et horizontalement dans des territoires 460
B2.1 - Commercialisation des produits 460
B2.2 - Diminution des coûts de production 460
B2.3 - Insertion dans les territoires 460
C - Comment favoriser les évolutions souhaitables ? 461

C1 - Besoins en recherche et développement 461
C2 - Besoins en formation, conseil et accompagnement 461
C3 - Organisation des acteurs et politiques publiques 461
D - En guise de conclusion 461

CONCLUSION 463

TABLE DES MATIÈRES 469

Les Études du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) sont des travaux de recherche commandés par le CGSP à un organisme extérieur. Elles n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du CGSP. L'objet de leur diffusion est de susciter le débat et d'appeler commentaires et critiques.

Directeur de la publication : Hervé Guyomard
Inra - 147, rue de l'Université - 75338 Paris cedex 07 - France

ISBN 13 : 978-2-7380-1341-5
Dépôt légal – Septembre 2013

Photo : © Fotolia

INRA
SCIENCE & IMPACT

147, rue de l'Université
75338 Paris Cedex 07
France

Tél. : + 33 1 42 75 90 00
www.inra.fr