



**MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

Direction de l'eau et biodiversité

Sous-direction de la protection et de la gestion des
ressources en eau

Bureau des ressources naturelles et de l'agriculture

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE**

Direction générale des politiques agricole,
agroalimentaire et du développement durable

Sous-direction de la biomasse et de l'environnement

Bureau des sols et de l'eau

ECOPHYTO R&D

VERS DES SYSTEMES DE CULTURE ÉCONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES

VOLET 1

TOME II : ANALYSE COMPARATIVE DE DIFFÉRENTS SYSTEMES EN GRANDES CULTURES
Janvier 2009



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE



**MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

Direction de l'eau
Sous-direction des milieux aquatiques et de la gestion
de l'eau
Bureau de la protection des ressources en eau et
agriculture

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE**

Direction générale des politiques agricole,
agroalimentaire et du développement durable
Sous-direction de la biomasse et de l'environnement

Bureau des sols et de l'eau

Le présent document constitue le tome II relatif aux grandes cultures d'une étude financée :
» par le Ministère de l'agriculture et de la pêche via le programme 215 – sous action 22,
» et par le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

AUTEURS ET EDITEURS DE CE TOME

Auteurs

Membres du groupe d'experts « Grandes Cultures » :

Nicolas Brunet (INRA Grignon Agronomie)

Philippe Debaeke (INRA Toulouse agronomie)

Marc Delos (SRPV)

Olivier Guérin (CA 17)

Laurence Guichard (INRA Grignon agronomie)

Loic Guindé (INRA Grignon économie)

Pierre Mischler (Agro-Transfert Ressources et Territoires)

Nicolas Munier-Jolain (INRA Dijon agronomie)

Bertrand Omon (CA Eure)

Bernard Rolland (INRA Rennes amélioration des plantes)

Philippe Viaux (Arvalis)

Antoine Villard (CA 71)

Le travail sur les données SCEES a été réalisé par Nathanaël Pingault (MAP-DGPAAT) et Thérèse Volay (INRA).

Ont contribué plus ponctuellement, par ordre alphabétique : Eric Baraton (CA79), Clément Bessettes (CA16), Patrick Boucheny (CA 79), Delphine Boutet (Arvalis), Benoît Carrouée (UNIP), Carine Catala (CA 86), Bertrand Chareyron (CA 26), Christophe David (ISARA), Vincent Faloya (INRA), Irène Félix (Arvalis), Claudine Ferrané (CA16), Francis Flénet (CETIOM), Philippe Huguet (CA 86), Sébastien Minette (CRA Poitou-Charentes), Muriel Morison (INRA), Thierry Quirin (CA86).

Ont également été consultés : Denis Burlaud (Lin2000), Michel Brochard (ITL), Arvalis et l'ITB (région Normandie et National).

Comité de rédaction

Laurence Guichard (INRA Grignon agronomie)

Isabelle Savini (INRA Paris, Expertise scientifique collective)

Responsables scientifiques

Stengel Pierre, Directeur scientifique ECONAT, INRA

Lapchin Laurent, Directeur scientifique adjoint ECONAT, INRA

Charles-Antoine Dedryver, coordinateur du volet 1, INRA

Coordination éditoriale

Volay Thérèse, IE, INRA Rennes, Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes

SOMMAIRE

1. Objectifs, données et méthodes	1
1.1. Les cultures étudiées et leur contribution à l'utilisation des pesticides	1
1.2. Le cadrage de l'étude	2
1.2.1. Les niveaux de rupture prédéfinis	2
1.2.2. Les données technico-économiques attendues	4
1.3. Les données mobilisées concernant les pratiques et leurs déterminants	5
1.3.1. Les données statistiques	5
1.3.2. Les expériences/observations/données de terrain	5
1.3.3. Les connaissances d'experts	6
1.4. La caractérisation des niveaux de référence	7
1.5.1. Les principales caractéristiques des variantes géographiques	10
1.5.2. Partition du territoire retenue par le groupe "Scénarios"	11
1.6.1. Pressions environnementales	11
1.6.2. Performances agronomiques	13
1.6.3. Performances économiques	14
1.6.4. Autres performances et contraintes	14
1.7.1. L'échelle "itinéraire technique" à la parcelle	15
1.7.2. L'échelle "système de culture"	15
1.7.3. Les échelles spatiales peu prises en compte	17
2. Performances des "niveaux de rupture" par culture – échelle de l'itinéraire technique	19
2.1. Céréales à paille	19
2.1.1. Toutes céréales à paille	19
2.1.2. Blé tendre	23
2.1.3. Blé dur	37
2.1.4. Orge de printemps et d'hiver	42
2.1.5. Triticale	49
2.2. Maïs et sorgho	49
2.2.1. Maïs	49
2.2.2. Sorgho	58
2.3. Oléagineux	60
2.3.1. Colza	60
2.3.2. Tournesol	73
2.3.3. Lin graine	80
2.4. Protéagineux	81
2.4.1. Pois de printemps	81
2.4.2. Féverole	89
2.5. Plantes sarclées	90
2.5.1. Pomme de terre	90
2.5.2. Betterave	98
2.6. Autres cultures	104
2.6.1. Chanvre	104
2.6.2. Luzerne	105
3. Performances des systèmes de culture	107
3.1. Systèmes sans modification des successions culturales	107
3.1.1. Identification des successions de cultures céréalières dominantes en agriculture "conventionnelle"	107
3.1.2. Caractérisation des performances des systèmes de culture conduits en itinéraires "actuels", 0, 1 et 2a	108
3.2. Passage à des systèmes de culture "intégrés" (niveau 2c) : systèmes avec modification des successions culturales	110
3.2.1. Propositions de systèmes de culture "intégrés" pour quelques régions françaises	110
3.2.2. Contraintes des systèmes 2c	116
3.3. Les systèmes de culture "biologiques" (niveau 3)	117
3.4. Quelques éléments pour une approche territoriale	121
4. Discussion et bilan	125
4.1. Contraintes et limites méthodologiques de l'étude	125
4.1.1. Les limites liées au cadrage de l'étude	125
4.1.2. Les limites liées aux méthodes mises en œuvre	126
4.2. Bilan	129
BIBLIOGRAPHIE	132
ANNEXES	135
RESUME	LXVIII
ABSTRACT	LXVIII

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1. Contribution moyenne des grandes cultures à la pression d'utilisation des pesticides	2
Tableau 2. Les niveaux de références retenus et les stratégies sur lesquelles ils se fondent	4
Tableau 3. Description des risques présentés par les bioagresseurs : fréquence et gravité des dégâts.....	6
Tableau 4. Les données du niveau "actuel"	7
Tableau 5. Les données du niveau 1 "raisonné"	8
Tableau 6. Les données des niveaux 2a et 2b "ITk intégré"	8
Tableau 7. Les données du niveau 2c "SdC intégré"	9
Tableau 8. Les données du niveau 3 "bio"	10
Tableau 9. Les indicateurs relatifs à l'environnement retenus et leurs modes de calcul.....	13
Tableau 10. Principaux bioagresseurs des céréales à paille et facteurs de sensibilité de la parcelle.....	20
Tableau 11. Blé tendre : rendement et pression phytosanitaire par zone et par classe d'IFT.....	25
Tableau 12. Blé tendre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	26
Tableau 13. Niveaux de résistance de quelques variétés testées dans le réseau "Blé rustique"	29
Tableau 14. Réseau Blé rustique : comparaison des performances des modes de conduite.....	30
Tableau 15. Blé tendre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 2c.....	32
Tableau 16. Rendements moyens (q/ha) par "région" du blé tendre conduit en AB Situation de 2001 et en année "normale".....	33
Tableau 17. Blé tendre : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	36
Tableau 18. Blé dur : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	41
Tableau 19. Orge : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	44
Tableau 20. Orge d'hiver : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	47
Tableau 21. Orge de printemps : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	48
Tableau 22. Maïs : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles	50
Tableau 23. Maïs : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	54
Tableau 24. Maïs (en sec) conduit en AB : rendements moyens (q/ha) par "région" Situation de 2001 par rapport à la "normale".....	57
Tableau 25. Maïs grain : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence.....	57
Tableau 26. Colza : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles.....	60
Tableau 27. Colza : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.....	65
Tableau 28. Moyenne par site des IFT et rendements des différents itinéraires techniques intégrés testés et écarts d'IFT et de rendement entre le témoin traité et les itinéraires techniques intégrés	69
Tableau 29. Résultats de parcelles de colza conduites en AB entre 2005 et 2007 en régions Centre et Ile de France	71
Tableau 30. Colza : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	72
Tableau 31. Tournesol : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles	74
Tableau 32. Tournesol : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	76
Tableau 33. Tournesol : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence.....	79
Tableau 34. Pois : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles	82
Tableau 35. Pois : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	84
Tableau 36. Pois : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence.....	88
Tableau 37. Pomme de terre : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles	90
Tableau 38. Pomme de terre : rendement et pression phytosanitaire par classe d'IFT	93
Tableau 39. Pomme de terre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1	93
Tableau 40. Sensibilité variétale au mildiou des 20 premières variétés multipliées en France en 2006.....	94
Tableau 41. Pomme de terre : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence.....	97
Tableau 42. Betterave : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles	98
Tableau 43. Betterave : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.....	101
Tableau 44. Betterave : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence	103
Tableau 45. Principales successions de grandes cultures dans les "grandes régions" françaises issues du groupe "Scénarios"	107
Tableau 46. Région Centre Poitou : performances des principales successions de grandes cultures	109
Tableau 47. Exemple de performances de systèmes de culture	113
Tableau 48. Région Poitou-Charentes : successions de cultures en niveau 2c et recours aux techniques alternatives	115
Tableau 49. Performances des prototypes de systèmes de culture en niveau 2 c pour la région Poitou-Charentes	115
Tableau 50. Part des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux en mode de production bio en France en 2006	119
Tableau 51. Estimation par expertise de la productivité de différentes cultures conduites en bio	120
Tableau 52. Performances des systèmes de culture en AB, pour 3 types de systèmes de production	120
Tableau 53. Synthèse par culture : écart moyen (en %), par rapport au niveau "intensif", de la mise en œuvre des 3 niveaux de rupture 1, 2a et 2c	129
Tableau 54. Variation des performances des différents modes de conduites des cultures (échelle ITK).....	130
Tableau 55. Variation des performances des différents modes de conduites des cultures (échelle SdC).....	131

Figure 1. Contribution moyenne à la pression d'utilisation des pesticides (herbicides et hors herbicides) et surfaces cultivées correspondant à l'assolement de ces cultures, en 2006	1
Figure 2. IFT tous pesticides sur les céréales en 2006	23
Figure 3. Zonage pour le blé tendre	23
Figure 4. Blé tendre : distribution de la pression de l'utilisation des pesticides	24
Figure 5. IFT des agriculteurs du réseau FARRE, blé tendre.....	27
Figure 6. Distribution régionale de l'IFT pour le blé dur en 2006.....	37
Figure 7. Zonage pour le blé dur	38
Figure 8. Zonage pour les céréales à paille	42
Figure 9. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en maïs en France en 2006.....	53
Figure 10. Maïs : variabilité interrégionale et interannuelle de IFT ^{tous produits}	53
Figure 11. Distribution de la pression phytosanitaire sur les oléagineux (IFT tous produits et insecticides) en 2006.....	62
Figure 12. Colza : variabilité interrégionale et interannuelle de l'IFT ^{tous produits}	63
Figure 13. Zonage pour le colza	63
Figure 14. IFT des agriculteurs du réseau FARRE, colza	66
Figure 15. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pois en 2006	83
Figure 16. Distribution régionale de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pois en 2006	83
Figure 17. Rendement potentiel du pois par région.....	83
Figure 18. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pomme de terre en 2006	92
Figure 19. Distribution régionale des IFT pomme de terre en 2006	92
Figure 20. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en betteraves en 2006.....	99
Figure 21. Représentation régionale de la pression phytosanitaire, parcelles de betteraves en 2006	100
Figure 22. Distribution annuelle des temps de travaux pour une exploitation fictive de 130 ha pratiquant un prototype de système agricole relevant de la Protection Intégrée contre la flore adventice en Bourgogne	117
Figure 23. Diversité des cultures en bio (année 2003).....	117
Encadré 1. Méthode de caractérisation de la pression potentielle de bioagresseurs	11
Encadré 2. La conduite des itinéraires techniques : principales règles de décision.....	29
Encadré 3. Les stratégies de protection du blé tendre contre les maladies : une analyse des données de l'enquête "Pratiques Culturelles" du SCEES en 2001 (Champeaux, 2007)	35
Encadré 4. Stratégies de désherbage sur tournesol en 2004-2006	75
Encadré 5. Le désherbinage, pour réduire les quantités d'herbicides à l'hectare (source Cetiom)	78
Encadré 6. Comparaison des coûts (en €/ha) de différentes modalités de désherbage en tournesol	78

INTRODUCTION

L'objectif de l'expertise menée par le groupe "Grandes cultures" est de mobiliser et synthétiser les références existantes sur les itinéraires techniques et systèmes de culture actuels et économes en pesticides, afin de caractériser ces derniers sur les plans environnementaux (intensité d'utilisation des pesticides notamment), agronomiques (niveau de production attendu) et économiques (marges permises).

Cette synthèse des connaissances et références techniques disponibles doit constituer une base de discussion pour l'orientation des politiques publiques. Elle permet d'identifier des lacunes justifiant le développement de nouveaux dispositifs de R&D, dans le cadre notamment du plan "Ecophyto 2018".

L'étude "Ecophyto R&D" comporte également, pour évaluer les potentialités de réduction de l'utilisation de pesticides en France, un travail de simulation à l'échelle "France entière" des effets de la mise en œuvre de "scénarios" combinant différentes stratégies de conduite des cultures. Cette utilisation des références impose de produire des données systématiques, complètes, c'est-à-dire de renseigner des tableaux (matrices) de références techniques et économiques nationales, tenant compte de variantes régionales (en termes de pression de bio-agresseurs et de potentialités notamment).

Le chapitre 1 présente les éléments de méthode : les niveaux de référence et de rupture retenus dans l'étude, les données mobilisées, les zonages géographiques utilisés, les indicateurs de performances calculés, et enfin les échelles de travail spatiales et temporelles concernées. Il s'agit de la déclinaison, pour le cas des grandes cultures, des orientations définies pour l'ensemble de l'étude "Ecophyto R&D" et présentées dans le tome I : rapport « Méthodologie générale ».

Le chapitre 2 examine, par culture puis par niveau de référence, les données disponibles et en propose une synthèse. Cette grille systématique est appliquée aux 9 cultures principales (blés tendre et dur, orge, maïs, colza, tournesol, pois, pomme de terre et betterave) pour lesquelles des données statistiques sur les pratiques culturales sont disponibles. Des informations plus succinctes sont également fournies pour quelques espèces complémentaires (triticale, féverole, lin, sorgho, chanvre et luzerne), que le groupe d'experts propose d'introduire dans les successions culturales pour concevoir des systèmes de culture "alternatifs", moins consommateurs de pesticides.

Le chapitre 3 traite de la question de la réduction de la dépendance aux pesticides à l'échelle du système de culture : les successions culturales les plus pratiquées actuellement, leurs performances, puis des systèmes de culture conçus pour réduire les risques phytosanitaires et l'usage de pesticides, par une baisse de pression de bio-agresseurs, en intégrant notamment la possibilité d'adapter les successions culturales.

Les tableaux complets de résultats, présentant par zone de production et par niveau de référence les performances agronomiques, environnementales et économiques des différentes cultures et systèmes de culture, figurent en annexe du document.

Enfin le chapitre 4 propose un bilan du travail, et notamment une discussion de ses limites et des conditions d'utilisation des résultats.

1. Objectifs, données et méthodes

1.1. Les cultures étudiées et leur contribution à l'utilisation des pesticides

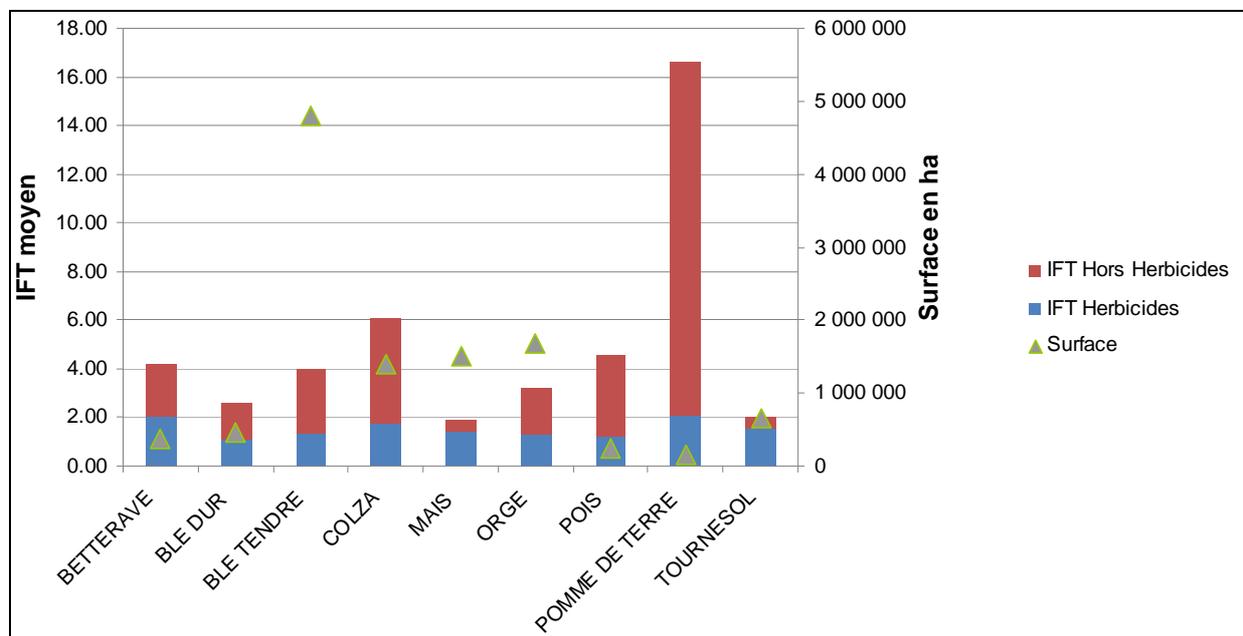
L'étude étant tributaire des données disponibles, elle porte sur 9 cultures enquêtées par le SCEES (cf. § 1.3.1) en 2006 (blés tendre et dur, orge, maïs, colza, tournesol, pois, pomme de terre et betterave), qui représentent près de 90% de la surface occupée par les grandes cultures françaises. La variable principale considérée pour caractériser le niveau de dépendance aux pesticides est l'IFT, indicateur de fréquence de traitement (dont le mode de calcul est rappelé dans la section 1.6.1).

Une première analyse de ces données SCEES 2006, basée sur les moyennes, fournit un état des lieux des pratiques actuelles. L'IFT moyen de la sole occupée par ces 9 cultures est de 3,9, ce qui représente une pression totale en phytosanitaires, développée sur les surfaces concernées, d'environ 43 800.10³ doses homologuées. Cette "pression totale développée" permet d'appréhender "l'empreinte" globale des grandes cultures en termes de recours aux pesticides. Elle est par la suite appelée EDP (Equivalent Doses Pleines).

La répartition globale (en EDP) par grande catégorie de produits est la suivante :

- Herbicides (H) : environ 40% du total,
- Fongicides (F) : environ 30% du total,
- Insecticides (I) : environ 15% du total,
- "Autres produits"¹ (A) : environ 10% du total.

Toutes les cultures ne "contribuent" pas à la même hauteur à la pression phytosanitaire : leur contribution dépend de leur IFT moyen et de la surface qu'elles occupent sur le territoire. La figure 1 et le tableau 1 résument ces quelques informations clés.



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

Figure 1. Contribution moyenne à la pression d'utilisation des pesticides (herbicides et hors herbicides) et surfaces cultivées correspondant à l'assolement de ces cultures, en 2006

¹ Sont considérés comme "autres", tous les produits qui ne sont ni herbicides, ni fongicides, ni insecticides : les régulateurs, les molluscicides et les nématicides notamment entrent dans ce champ.

Tableau 1. Contribution moyenne des grandes cultures à la pression d'utilisation des pesticides

Espèce	Surface occupée (ha)	IFT moyen, tous produits confondus	EDP* "charge phyto" totale	Part de la surface cultivée en "grandes cultures"	Part de l'EDP _(T) Total	Part de l'EDP _(H) Herbicides	Part de l'EDP _(F) Fongicides	Part de l'EDP _(I) Insecticides	Part de l'EDP _(A) Autres produits
Blé tendre	4 794 080	4,0	19 288 377	43%	44%	40,6%	52,1%	20,8%	64,1%
Colza	1 405 603	6,1	8 522 250	12%	19%	15,1%	10,4%	52,8%	11,8%
Orge	1 669 260	3,2	5 313 132	15%	12%	13,3%	14,0%	3,8%	14,9%
Maïs (Grain)	1 502 719	1,9	2 839 932	13%	6%	13,1%	0,0%	8,3%	1,6%
Pomme de terre	158 084	16,6	2 624 689	1%	6%	2,0%	13,7%	1,7%	2,8%
Betterave	379 080	4,2	1 587 908	3%	4%	4,8%	3,6%	3,5%	0,2%
Tournesol	644 828	2,1	1 327 707	6%	3%	6,2%	0,3%	1,5%	3,3%
Blé dur	452 655	2,6	1 197 269	4%	3%	3,1%	3,8%	1,0%	1,3%
Pois	239 731	4,6	1 098 088	2%	3%	1,8%	2,1%	6,7%	0,0%

Sources : IFT (Données SCEES 2006, France entière), les surfaces sont issues des données Agreste 2006.

* L'EDP (Equivalent Dose Pleine) est l'IFT exprimé sur la surface développée.

Ce tableau fournit quelques enseignements, de nature à identifier les priorités d'action pour la réduction d'utilisation de pesticides :

- en grandes cultures, 75% de l'utilisation des produits phytosanitaires (toutes catégories confondues) est le fait des céréales à paille (blé tendre et orge) et du colza, qui totalisent 70% de la surface ;
- l'ensemble des cultures présente le même niveau d'IFT moyen sur les herbicides ; la forte contribution du blé au total n'est que le reflet de sa surface. 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 ;
- 80% des fongicides sont appliqués sur 3 cultures qui totalisent 59% des surfaces : blé tendre surtout (à cause des surfaces emblavées), et dans une moindre mesure orge et pomme de terre. A noter que le 1% des surfaces en pomme de terre occasionne 14% des utilisations de fongicides ; en raison de la gestion du mildiou, la pomme de terre nécessite une couverture fongicide comparable à certaines cultures pérennes telles que la vigne ;
- le colza totalise à lui seul près de 53% des utilisations d'insecticides pour seulement 12% de la surface. Avec le blé tendre, c'est près de 75% des utilisations d'insecticides qui sont totalisées sur ces 2 cultures.

1.2. Le cadrage de l'étude

La convention d'étude a défini différents "niveaux de rupture" à étudier, qui correspondent chacun à une stratégie, c'est-à-dire à un mode de conduite des cultures et des successions plus ou moins économe en pesticides, mis en œuvre dans le cadre d'une combinaison logique et cohérente de choix techniques.

1.2.1. Les niveaux de rupture prédéfinis

Ces différents niveaux de rupture, applicables à l'ensemble des productions végétales, annuelles et pérennes (Cf. Tableau 4, Tome I Méthodologie générale), sont redéfinis ci-dessous, avec les termes retenus pour les qualifier dans le cas des grandes cultures et lever d'éventuelles ambiguïtés. Le terme de "niveau de référence" est proposé pour désigner l'ensemble des niveaux examinés : ceux correspondant aux pratiques actuelles et aux pratiques "intensives", et ceux représentant une "rupture", dans la stratégie de protection chimique, par rapport aux premiers.

Le premier niveau, qualifié de **niveau "actuel"** rend compte de l'état des pratiques actuelles, dans leur diversité de modes de conduite ; il est décrit par la moyenne (et l'écart-type) des pratiques sur l'ensemble des parcelles enquêtées. C'est en référence à cet "état des lieux" initial de la "ferme France", établi sur des données qui lui assure une bonne représentativité statistique, qu'il sera possible d'évaluer l'impact de différents scénarios, autant sur le plan des volumes de production que des IFT. Moyenne arithmétique de pratiques diverses, et donc inégalement susceptibles de faire l'objet d'une réduction de 50% de l'emploi des pesticides, ce "niveau actuel" ne peut en revanche représenter un "modèle" que l'on cherche à améliorer.

Le "modèle intensif", qu'il s'agit de faire évoluer, est représenté par le **niveau 0** de la convention. Le groupe a retenu de caractériser ce niveau dit "intensif", par la pratique moyenne sur les 30% de parcelles qui, pour une culture donnée, reçoivent le plus de pesticides (consommation mesurée par l'IFT).

Le **niveau 1**, qualifié de "raisonné", correspond à des pratiques théoriquement optimisées sur le plan des charges variables et des marges brutes, dans lesquelles tout recours superflu aux pesticides est évité pour partie par un raisonnement basé sur l'observation au champ et le respect de seuils d'intervention. Dans la réalité, ce niveau est essentiellement issu des conseils et préconisations des organismes de développement, intégrant ces notions de rentabilité marginale des interventions.

Les **niveaux 2a et 2b** correspondent à des stratégies répondant aux principes de la protection intégrée (c'est-à-dire intégrant des mesures agronomiques prophylactiques contribuant à la baisse de la pression des bioagresseurs), mais mises en œuvre dans le cadre d'un raisonnement annuel, à l'échelle de l'itinéraire technique ; ils sont donc qualifiés d'"itinéraire technique intégré". Le niveau 2a désigne la démarche appliquée à *une* culture, alors que le 2b correspond à l'application de la logique 2a à l'ensemble des cultures de la succession, sur les successions actuelles, c'est-à-dire sans prise en compte ni valorisation du "levier agronomique" permis par le choix de successions de cultures différentes.

Le **niveau 2c** introduit ces leviers agronomiques "rotationnels" non mobilisés aux niveaux précédents : le raisonnement des précédents culturaux et des successions de cultures, parce qu'il permet de mieux contrôler certains bioagresseurs, amène des marges de progrès supplémentaires. Ce niveau est qualifié de "système de culture intégré".

Le **niveau 3** désigne les pratiques mises en œuvre dans le cadre du respect du cahier des charges "agriculture biologique".

Enfin, le groupe avait souhaité ajouter un **niveau 4**, non initialement envisagé, correspondant à une stratégie "zéro pesticides", mais autorisant, à la différence de l'agriculture biologique, l'utilisation d'engrais de synthèse. Ce niveau 4 s'inscrit *a priori* dans une logique proche du bio pour les grandes cultures qui n'utilisent pas, à l'exception de la pomme de terre, de pesticides minéraux. Toutefois, l'ajout des engrais de synthèse pourrait induire d'importantes différences, une fertilisation azotée additionnelle pouvant modifier le système (niveau de production, pression de bio-agresseurs...). Le peu de données disponibles rendant ce niveau 4 difficile à documenter, il ne sera pas abordé.

Les 7 niveaux de référence retenus, dont 5 niveaux dits "de rupture", sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Les niveaux de références retenus et les stratégies sur lesquelles ils se fondent

Rupture	Qualificatif	Stratégie mise en œuvre	Sources de données ⁽¹⁾
Niveau actuel	Pratiques actuelles "moyennes"	Le niveau actuel représente la diversité des individus de la "ferme France"	Enquêtes "Pratiques culturelles" SCEES 2006 (moyennes et variabilités des pratiques)
Niveau 0	Pratiques "intensives"	Pas de stratégie de réduction des pesticides, logique d'"assurance"	Idem ; sous-population des 30% de parcelles ayant les pratiques les plus consommatrices de pesticides
Niveau 1	Agriculture « raisonnée »	Raisonnement de chaque intervention sur la base d'observations et déclenchement des traitements sur la base de seuils	Conseils Chambre et données du réseau Farre
Niveau 2a	Itinéraire technique économe en pesticides	Mise en œuvre sur une culture d'une stratégie s'appuyant sur une combinaison cohérente de méthodes de lutte agronomique non chimique et de moyens chimiques afin de limiter le recours aux pesticides	Réseaux expérimentaux
Niveau 2b	Niveau 2a sur l'ensemble des cultures de la succession	Application des principes du niveau 2a à toutes les cultures de la succession. Mais le choix des termes de la succession ne fait pas partie de la panoplie de mesures prophylactiques mises en œuvre.	
Niveau 2c	"système de culture intégré"	Chaque culture de la succession est conduite selon les principes du niveau 2a et le choix des termes de la succession fait partie de la panoplie de mesures prophylactiques	Expertise, réseaux de fermes (Bourgogne, Eure, Picardie)
Niveau 3	Agriculture biologique	Stratégie répondant au cahier des charges de l'agriculture biologique	Arvalis, GRAB

⁽¹⁾ pour plus de détails, voir la section 1.4.

1.2.2. Les données technico-économiques attendues

L'étude "Ecophyto" comporte un exercice de simulation pour évaluer les conséquences prévisibles de la réduction de l'utilisation de pesticides en France, selon différents scénarios de conduites des cultures plus économes en pesticides. Ces simulations doivent être réalisées par le groupe 'Scénarios', à partir des données produites par les groupes de travail "Productions". Les références produites par ces groupes doivent être adaptées à cette utilisation des données. Les informations devront ainsi être synthétisées dans des matrices de références technico-économiques nationales, tenant compte de variantes régionales (en termes de pression de bio-agresseurs et de potentialités notamment).

Une telle sortie opérationnelle pose un certain nombre de questions en amont, autant sur le plan des données mobilisables pour instruire la question que sur celui de l'échelle de travail à adopter : renseigner cette matrice "France entière" est une gageure pour des agronomes formés à l'analyse et à la prise en compte de la diversité... L'obligation de renseigner "toutes les cases" de la matrice, malgré des données lacunaires, le "grain" auquel sont traitées les données présentées (jamais assez fin pour être représentatif de la diversité existante, mais toujours trop fin par rapport au temps, aux moyens, et aux données disponibles pour organiser l'expertise...) ont été perçus comme une contrainte forte par le groupe. Les limites inhérentes à ce travail seront discutées dans le chapitre 4.

Au final, les résultats sont présentés sous forme de tableaux récapitulants, par grande zone de production et par niveau de référence, les performances agronomiques, environnementales et économiques des différentes cultures et des systèmes de culture, pour chacun des niveaux de référence. Les matrices complètes constituent l'Annexe B ; des versions plus synthétiques de ces tableaux figurent dans le texte principal du rapport.

1.3. Les données mobilisées concernant les pratiques et leurs déterminants

1.3.1. Les données statistiques

Les enquêtes "Pratiques culturales" du SCEES

En 1994, 2001 et 2006, les services statistiques du MAP (SCEES) ont réalisé des enquêtes nationales sur les pratiques culturales à l'échelle parcellaire. Les parcelles enquêtées (plusieurs milliers) sont issues d'un tirage aléatoire systématique à partir des points d'observation du réseau Teruti de suivi de l'utilisation des sols, ce qui assure leur représentativité statistique. En 2006, l'enquête sur les 9 cultures étudiées (cf. 1.1) a référencé les pratiques de 14 525 parcelles. Les variables enregistrées couvrent l'ensemble de l'itinéraire technique de l'année (mode d'implantation de la culture, protection phytosanitaire, gestion de la fertilisation, rendement...).

Le groupe a utilisé les données 2006 pour renseigner le niveau "actuel" et le niveau 0 des pratiques. Des informations complémentaires, issues de l'exploitation de ces 3 enquêtes, sont également valorisées.

Les données de rendement

Le SCEES produit régulièrement des données sur les rendements annuels moyens par culture, aux échelles nationale et régionale. Une chronique de ces "rendements moyens régionaux" (Agreste) sur les 12 dernières années a été utilisée pour renseigner de façon indirecte les potentialités de rendement des différentes cultures et participer à différencier des zones de production sur ce critère (voir section 1.5).

En revanche, on ne dispose pas de données statistiques par mode de production, notamment pour l'agriculture biologique ; dans certains cas, des compilations de données ont été fournies par des opérateurs des filières pour approcher cette question.

1.3.2. Les expériences/observations/données de terrain

Les dispositifs expérimentaux

Un inventaire des données mobilisables a été réalisé, enrichi du travail mené dans le cadre du Volet 2 de l'étude, dédié aux dispositifs expérimentaux (Cf Tome VIII), et portant plus spécifiquement sur les déclinaisons du niveau de rupture 2. Le constat, déjà établi lors de l'expertise scientifique collective "Pesticides" (INRA-Cemagref, 2005), et conforté récemment par une étude réalisée pour le Conseil Scientifique commun INRA-Arvalis (non encore publiée), se confirme : si les dispositifs et les données ne manquent pas, ces dernières sont très disparates, et resteront difficilement exploitables pour une synthèse à l'échelle nationale tant qu'elles ne seront pas coordonnées dans un même réseau d'acquisition.

Ainsi, certaines données ont été jugées trop anciennes et peu pertinentes, ou trop locales, voire difficilement mobilisables et synthétisables dans le cadre de l'exercice. De plus, les cultures occupant de faibles surfaces sont mal couvertes par ces essais agronomiques de réduction d'intrants.

Les sources retenues sont présentées dans la section 1.4, par niveau de référence.

Les expériences des agriculteurs

Des expériences de mise en œuvre d'itinéraires techniques, voire de systèmes de culture, économes notamment en pesticides existent déjà en France. Elles peuvent paraître confidentielles, par le nombre d'agriculteurs impliqués et les surfaces concernées ou par la connaissance non exhaustive que l'on en a... En revanche, elles présentent l'intérêt de fournir des résultats d'application de stratégies économes, à l'échelle de l'exploitation, avec ses atouts et ses contraintes, et dans une plus grande diversité de conditions pédoclimatiques. Ces expériences ont un caractère exemplaire et apportent un éclairage aux références expérimentales. Elles témoignent des possibilités et des difficultés rencontrées par les agriculteurs. En cela, elles présentent un caractère générique qui n'est pas handicapé par le nombre d'exploitations. Quelques unes

de ces expériences, comme celles par exemple de fermes en Picardie ou en Bourgogne, sont présentées dans l'Annexe A ; certaines données sont reprises dans le texte du chapitre 2.

1.3.3. Les connaissances d'experts

La connaissance des bioagresseurs des grandes cultures

Un travail d'inventaire et de caractérisation des bioagresseurs des cultures est en cours d'élaboration / validation dans le cadre de la production d'un "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques, volet santé des végétaux" - dont la rédaction principale et la coordination sont assurées par Marc Delos. Les tableaux présentant les "principaux" bioagresseurs de chaque culture et les facteurs déterminant la sensibilité de la culture, figurant dans le chapitre 2 du présent rapport, ont été élaborés à partir de ce document.

Sont retenus comme bioagresseurs "principaux" ceux qui, compte tenu de leurs caractéristiques en termes d'occurrence (probabilité du risque) et de magnitude de la perte occasionnée, représentent un risque élevé. Ces éléments sur la fréquence et la gravité sont caractérisés dans les tableaux par la légende suivante :

Tableau 3. Description des risques présentés par les bioagresseurs : fréquence et gravité des dégâts

Fréquence moyenne sur une période de 3 campagnes <i>Probabilité du risque</i>	Nuisibilité potentielle diminution de la quantité récoltée, de la qualité, voire d'effet indirect sur la santé des riverains. <i>Magnitude du risque</i>	Evolution de la fréquence en tendance sur le moyen terme
<p>0 anecdotique ou historique</p> <p>* moins d'un quart du territoire ou dégâts rares</p> <p>** environ la moitié du territoire ou dégâts variables</p> <p>*** tout le territoire ou dégâts fréquents</p>	<p>* moins d'un quart du rendement potentiel</p> <p>** maximum moitié du rendement potentiel</p> <p>*** supérieur à la moitié du rendement</p> <p>**** sécurité sanitaire de l'aliment ou impact santé publique</p>	<p>↘ en baisse</p> <p>→ stable</p> <p>↗ en hausse</p>

La note pondère l'effet annuel des fluctuations climatiques. Travail réalisé fin 2006.

Seuls les bioagresseurs dont la somme des notes « probabilité » et « magnitude » est au moins égale à 5 étoiles, ou à 4 étoiles mais avec une évolution identifiée à la hausse, sont listés dans les tableaux qui présentent les bioagresseurs par culture ou famille de cultures, ainsi que la nature des dégâts occasionnés, les caractéristiques des parcelles sensibles, les principales stratégies de lutte et mesures prophylactiques disponibles et connues.

L'expertise en cours de formalisation dans le cadre de divers groupes de travail

Le groupe "Grandes cultures" s'est appuyé sur des bilans d'expériences et des expertises techniques réalisées sur le sujet. Il a particulièrement mobilisé les trois initiatives suivantes, toutes encore en cours :

- Le projet ADAR "Systèmes de culture innovants". Ce projet a fédéré l'INRA, trois instituts techniques, Agro-Transfert Picardie et des Chambres d'agriculture pour étudier dans le domaine des cultures arables les systèmes de culture capables de répondre aux enjeux de développement durable, et en particulier à l'objectif de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Dans le cadre de ce projet, les partenaires ont imaginé des systèmes de culture originaux (en proposant d'autres combinaisons de cultures et de techniques culturales autant qu'en introduisant des techniques culturales nouvelles), puis ont évalué la capacité de ces systèmes à répondre aux enjeux prioritaires dans différentes régions.
- Le RMT "Systèmes de culture innovants" poursuit et renforce le travail initié dans le projet ADAR, avec 3 objectifs : (i) rendre opérationnelles ces méthodes de conception/évaluation à dire d'experts, (ii) tester les systèmes de culture les plus prometteurs dans le cadre d'un réseau expérimental, (iii) développer un réseau de compétences pour le conseil et l'accompagnement des agriculteurs motivés par la reconception de leurs systèmes.

- Le groupe de travail "STEPhy" (pour "Stratégies de protection des cultures économes en produits phytosanitaires") : ce sous-groupe du Corpen (Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement) a pour mission d'élaborer, à dire d'experts, un guide pratique pour la conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. La réalisation de ce travail s'appuie en particulier sur deux comités d'experts, qui ont été constitués pour l'occasion. Un premier guide dédié aux systèmes de grandes cultures et deux jeux de fiches des solutions agronomiques limitant le recours aux produits phytosanitaires en grandes cultures sont attendus pour fin 2008.

L'« expertise » du groupe d'experts

Aux sources de données identifiées précédemment s'ajoutent les dires d'"experts" des participants du groupe "Grandes Cultures", ainsi que de diverses personnes "ressources" sollicitées plus ponctuellement : conseillers techniques des services déconcentrés du ministère de l'agriculture et des Chambres d'Agriculture, ingénieurs des Instituts Techniques, d'Agro-Transfert ou d'organismes de recherche tels que l'INRA... Les connaissances mobilisées sont par essence non formalisées et ont dû être construites et consolidées dans le temps de cette "expertise". Elles sont d'origines diverses : observations répétées de terrain auprès d'agriculteurs ou lors d'expérimentations, hypothèses agronomiques, discussions/confrontation avec des pairs... L'utilisation de ce type de données peut prêter à la critique, en comparaison de résultats acquis sur des essais à répétitions multiples. Cependant, ces résultats ont été largement discutés et débattus au sein du groupe de travail, pour assurer une légitimité aux propositions faites.

Le groupe avait retenu le principe de mentionner dans le rapport la diversité des points de vue si la discussion ne permettait pas de parvenir à un consensus ; de fait, l'obtention d'une position commune a toujours été possible.

1.4. La caractérisation des niveaux de référence

. Le niveau "actuel"

Tableau 4. Les données du niveau "actuel"

Origine des données	Cultures concernées	Zones géographiques	Années	"Volume" de données
Enquêtes "Pratiques culturales" du SCEES	Blé T et D, orge, colza, pois, tournesol, betterave, PdT, maïs	France entière	2006	25 000 parcelles en 2006, dont 3 500 en BT
Réseau CA 71	Diverses grandes cultures	71	2000 et 2005	42 exploitations (5 000 ha)
Enquêtes biennales CETIOM	Colza et tournesol	France entière	depuis 10 ans	1500 parcelles en tournesol et 2000 en colza
Enquêtes annuelles ITB	Betterave	Régions de production	depuis 15 ans	500 exploitations, 1500 parcelles

Dans l'étude, le niveau "actuel" est caractérisé à partir des données du SCEES uniquement (enquête "Pratiques culturales" 2006). Les résultats obtenus sont confrontés à ceux des enquêtes des instituts techniques afin de vérifier la cohérence des valeurs retenues.

. Le niveau 0 "intensif"

Afin d'approcher la diversité des pratiques d'utilisation de phytosanitaires au sein des données SCEES, 3 classes croissantes d'utilisation de pesticides ont été distinguées : une classe qualifiée d'"économe" correspondant aux 30% de parcelles ayant les plus faibles IFT, une classe "consommateur" correspondant aux 30% de parcelles ayant les plus forts IFT et une classe "intermédiaire" comprise entre les deux précédentes. Le niveau 0 "intensif" est donc caractérisé pour chaque culture par les données moyennes (et leur variabilité) des 30% des parcelles les plus consommatrices de pesticides.

. Le niveau 1 "raisonné"

Tableau 5. Les données du niveau 1 "raisonné"

Origine des données	Cultures concernées	Zones géographiques	Années	"Volume" de données
Enregistrements agriculteurs FARRE	Diverses grandes cultures	France entière	2005-2007	340 parcelles auprès de 20 agriculteurs
Agro-Transfert Ressources et Territoires	Diverses grandes cultures	Picardie	2002	8 fermes
Enquêtes annuelles ITB	Betterave	Régions de production	depuis 15 ans	500 exploitations, 1500 parcelles
Expé Montans (Arvalis)	Blé, Tournesol, Orge H, Lupin P	81	1992-98	1 essai

Le niveau 1 peut être décrit comme un niveau d'intensification des pratiques dont le raisonnement se limite de manière tactique à l'itinéraire technique et au déclenchement des traitements en fonction de dépassement de seuils. Or, il n'est pas possible de disposer de données réelles permettant de caractériser l'application de cette logique de conduite, de façon tactique (en fonction de l'état du milieu au moment de la décision) ni de façon pluriannuelle (pour estimer la variabilité des pratiques que ce raisonnement systématique engendre en fonction des années climatiques). Les conseils les plus largement diffusés à ce jour par les Chambres d'Agriculture sont ceux qui se rapprochent le plus de cette stratégie. Pour renseigner ce niveau, ils sont donc mobilisés, analysés sur plusieurs régions différentes.

On notera qu'il n'existe paradoxalement pas de données facilement mobilisables sur les pratiques de l'agriculture "raisonnée", alors que l'un des éléments de son référentiel est justement l'enregistrement des traitements réalisés dans chaque parcelle de l'exploitation. Le groupe a donc tenté de collecter des données par une enquête adressée à une quarantaine d'agriculteurs adhérents du réseau FARRE. L'analyse des pratiques de la vingtaine d'agriculteurs qui se sont prêtés au jeu est présentée en Annexe A1 ; certaines données sont également citées dans l'examen du niveau 1 de quelques cultures.

. Les niveaux 2a et 2b "itinéraires techniques intégrés"

C'est pour ces niveaux de rupture que les données sont les plus nombreuses et les plus anciennes, notamment pour le blé tendre et le colza. Les données mobilisables sur les autres cultures sont beaucoup plus ponctuelles, ce qui rend leur extrapolation plus délicate.

Tableau 6. Les données des niveaux 2a et 2b "ITk intégré"

Origine des données	Cultures concernées	Zones géographiques	Années	"Volume" de données
Réseau "Blé rustique"	Blé tendre	toute France sauf Sud-est	2000-2002	32 sites x années
		Ouest, Centre, Poitou-Charentes	2003-2007	Plus de 100 sites x années
Réseau INRA CETIOM	Colza	Nord, Ouest, Centre	2004-2007	41 sites x années (dont 9 en données papier)
Agrotransfert ressources et territoires	Diverses grandes cultures	Picardie	2004-2007	8 fermes
FNGEDA du Cher	Blé tendre	Champagne berrichonne	2006-2009	2 sites sur 3 ans
Expé INRA La Cage	Colza, Blé, Pois	Versailles	depuis 1999	1 expé, 2 répétitions, blé tous les ans
Divers expés Arvalis : Roclincourt (62) 1991-1994 : pois-blé-orge Sees (61) 1991-1995 : pois-blé-orge Rots (14) 1991-1998 : Pois-blé-blé Montans (81) 1992-1998 : blé-tournesol-orge H-lupin P Vrigny (61) 1993-1995 : Pois-blé-orge Etoile (26) 1994-1999 : tournesol-blé-maïs irri St Exupéry (69) 1995-2002 : colza-blé-tournesol-blé St Exupéry (69) 1995-? : maïs La Ferté-Vidame (exploitation 28) 1991-1996 : blé, escourgeon et colza				

Il faut noter l'existence d'un ensemble d'essais Arvalis, peu mobilisé faute de règles de décision précises et orientées vers la réduction de l'utilisation de pesticides. Ces essais datent de l'époque où une "réduction des coûts" d'intrants (pesticides ou non) était recherchée, mais sans mise en place de mesures de prophylaxie en amont (cf. étude INRA-Arvalis déjà citée).

Des essais faisant appel au désherbage mécanique de façon ponctuelle, annuelle, ont également été écartés. L'absence de suivi pluriannuel du même site ne permet pas, en effet, de vérifier que la pratique n'induit pas d'évolution défavorable du stock semencier et/ou du type de flore adventice, et donc qu'elle est durable du point de vue agronomique. Aussi, l'option "désherbage mécanique" est-elle traitée principalement au niveau 2c (échelle système de culture). Une information plus qualitative pourra toutefois être donnée à ce niveau 2a pour les 4 cultures sur lesquelles le désherbage mécanique est déjà une pratique "courante" : maïs, tournesol, betterave et colza.

. Le niveau 2c "système de culture intégré"

Cette échelle du système de culture intégrant des éléments de moyen à long terme dans le raisonnement, et mobilisant l'ensemble des moyens de lutte agronomique disponibles est la plus pauvre en termes de références expérimentales. Pour renseigner ce niveau de rupture, l'expertise agronomique des membres du groupe est sollicitée, ainsi que les réflexions en cours dans le cadre des projets ADAR et RMT "Systèmes de culture innovants" et du groupe Corpen "STEPHY".

Tableau 7. Les données du niveau 2c "SdC intégré"

Origine des données	Cultures concernées	Zones géographiques	Années	"Volume" de données
Expé INRA "PIC Adventices"	Différentes successions à base de céréales, colza, tournesol, soja, betterave, féverole	Dijon	depuis 2000	1 essai en station
Réseau fermes CA 27	Diverses grandes cultures	Eure	2003-07	15 exploitations
Agrotransfert ressources et territoires	Diverses grandes cultures	Picardie	depuis 2007	8 fermes
Ferme Boigneville (Arvalis)	Pois – Blé dur – Colza – Blé et pois – Blé tendre – Orge P - Blé	91	depuis 1989	1 essai ; tous les termes de la rotation présents
Arvalis	Betterave / Blé tendre / Pois / Blé tendre / Lin	14 (plaine de Caen)	1989-96	1 essai ; tous les termes de la rotation présents

L'expérience des agriculteurs de l'Eure ou de Picardie, par exemple, est trop récente (2006/2007) pour fournir des références sur ce niveau de rupture. Leurs résultats à l'échelle "exploitation" (présentés en annexe A) pourront toutefois être cités. Ces exemples illustrent la mise en œuvre à l'échelle de l'exploitation par des agriculteurs, de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires, basés sur un recours accru aux mesures prophylactiques sur lesquels se base la protection intégrée (Chapitres 2 et 3).

Remarque : Bien que la mise en œuvre de ce niveau relève du système de culture (Chapitre 3), les performances attendues de ce niveau 2c sont examinées et présentées dès le Chapitre 2 (voir section 1.7.2.2. approche systèmes de culture) afin de fournir au lecteur une vision globale des performances de l'ensemble des niveaux de rupture.

. Le niveau 3 "agriculture biologique"

Pour renseigner ce niveau, le groupe s'est appuyé sur diverses sources et ressources :

- les travaux du CasDAR RotAB en cours, dont l'une des actions consiste en un travail d'inventaire des successions de cultures chez les céréaliers bio ;
- les données statistiques sur les rendements, les assolements et les surfaces en bio publiées en particulier par l'Agence bio ou l'ONIGC ;
- enfin, concernant les pratiques et les rendements, ont été mobilisés des enregistrements de parcelles sous contrats en Rhône-Alpes, quelques résultats d'expérimentations, ainsi que l'expertise d'acteurs du CasDAR RotAB.

Tableau 8. Les données du niveau 3 "bio"

Origine des données	Cultures concernées	Zones géographiques	Années	"Volume" de données
Expé INRA La Cage	Colza, blé, pois, luzerne	Versailles	depuis 1999	1 expé, 2 répétitions
Enregistrements coop Rhône-Alpes	Blé tendre	Rhône-Alpes	2002 à 2007	
Expé Montans (Arvalis)	Blé-Tournesol-Orge H-Lupin P	81	1992-98	1 essai
Villarceaux (Arvalis)	Luzerne / Luzerne / Blé / Triticale / Féverole / Blé / Mélange céréale + légumineuse / Blé	95	depuis 2003	1 essai ; tous les termes de la rotation présents ; pas de répétition
Etoile (Arvalis)	Soja, blé d'hiver sous-ensemencé de luzerne, luzerne porte-graines, colza, maïs grain	26	depuis 1999 ; fin de la 2 ^e rotation 2009	1 essai ; tous les termes de la rotation présents ; pas de répétition

1.5. Les grands zonages pédoclimatiques retenus

L'objectif de proposer, au niveau national, une matrice des résultats techniques des principales grandes cultures sous différents modes de conduite, pose la question de la résolution spatiale à laquelle les résultats sont fournis. Décrire des variantes "régionales" (au sens territorial) est indispensable pour prendre en compte une certaine variabilité dans les performances agronomiques, et accroître la pertinence des résultats en termes de description des situations et de mobilisation dans le cadre de construction de scénarios.

Cette question n'est pas simple à instruire : les informations ne sont souvent disponibles qu'à l'échelle des régions administratives, alors que la variabilité des milieux et des potentialités peut être aussi importante au sein d'une région qu'entre régions... Pour limiter l'explosion combinatoire du nombre de cas (9 cultures x 8 niveaux de référence x 22 régions), un nombre limité de zones de production est proposé par culture.

1.5.1. Les principales caractéristiques des variantes géographiques

Les variantes régionales retenues reposent sur plusieurs types d'informations :

- un niveau de potentialités, traduisant des caractéristiques de milieu, et renseigné à partir des données "rendements moyens régionaux" de la statistique agricole (Agreste). Pour chaque culture et chaque région, le meilleur rendement moyen sur la chronique 1996-2007 est retenu comme descripteur des potentialités de la région. Ce 1^{er} type de zonage est emprunté aux sélectionneurs qui utilisent cette notion de fertilité des milieux comme critères de différenciation ;
- la valeur moyenne de l'IFT en niveau actuel, ainsi que sa répartition en 3 classes séparées par les déciles 3 et 7 ;
- une pression potentielle de bioagresseurs définie par une note de maladie régionale globale fournie par la Protection des végétaux (Encadré 1). Cette donnée est employée comme une variable illustrative de la relation pression de phytosanitaire - rendement ; elle ne sert donc pas de base de construction aux zonages.

Selon cette approche des variantes régionales, certaines cultures seront décrites pour 3 ou 4 zones, compte tenu de la variabilité interrégionale repérée (cas des céréales à paille, par exemple), d'autres ne nécessiteront pas de différenciation de zones, la variabilité entre régions étant très faible (cas du tournesol). Chaque zone sera en outre caractérisée par les principaux bioagresseurs rencontrés sur les cultures étudiées.

Encadré 1. Méthode de caractérisation de la pression potentielle de bioagresseurs

La pression potentielle de bioagresseurs est définie par une note de maladie régionale globale fournie par les services de la Protection des végétaux. Cette note rend compte d'une pression parasitaire observée dans une région donnée par le référent de la Protection des végétaux. Elle est basée sur les observations du réseau de biosurveillance, des analyses de laboratoire et sur les retours d'informations des autres acteurs de l'agriculture.

Elle reflète l'effet du climat de l'année sur un contexte agronomique donné (lui-même principalement déterminé par les types de sensibilité variétale correspondant aux principaux cultivars semés ainsi que par la date de semis) pour une année donnée (ici 2006).

L'interaction entre la pression pesticide et la sensibilité des différents bioagresseurs ne doit théoriquement pas intervenir dans l'appréciation, toutefois les observations rendant compte d'une dynamique parasitaire globale sont influencées par l'efficacité des pratiques phytosanitaires. Par exemple la généralisation des strobilurines contre *Microdochium nivale* a conduit, de 2000 à 2006, à l'absence de la maladie sur les épis, avec un retour à partir de 2007 suite à la résistance du champignon à ces fongicides. Les interactions pressions de pesticides/bioagresseurs sont déterminantes dans le paysage parasitaire d'une campagne, décrit par la note.

Il est important de souligner qu'au sein d'une région des différences de pression parasites importantes sont observées, liées aux pratiques des agriculteurs, notamment les rotations mises en œuvre, mais aussi au type de sol. Par exemple, concernant la septoriose, principale maladie du blé, des différences très significatives sont observées entre les sols filtrants et les sols se ressuyant plus difficilement ; la note globale régionale intègre normalement la proportion de ces différents sols dans la région.

1.5.2. Partition du territoire retenue par le groupe "Scénarios"

Le projet de réaliser des simulations de scénarios à l'échelle "France" à partir des références produites pour l'ensemble des productions étudiées rend nécessaire une partition commune à toutes les cultures. Le groupe "Scénarios" a ainsi défini un découpage du territoire français en 8 zones, à partir des régions distinguées dans l'analyse des différentes productions des groupes d'experts.

Ce zonage est donc repris par le groupe "Grandes cultures" (les zones sont notées de A à H dans ce rapport) dans le chapitre 3, pour l'analyse des performances des différents systèmes de culture selon les niveaux de rupture retenus.

1.6. Les indicateurs de performances retenus

Les indicateurs de performances retenus par le groupe "Grandes cultures" sont issus de la liste proposée par le groupe "Méthodes". Les modes de calcul et paramétrages de ces indicateurs sont inspirés d'un outil de calcul multicritères conçu dans le cadre du projet ADAR "Systèmes de culture innovants".

1.6.1. Pressions environnementales

L'indicateur central utilisé est l'indicateur de fréquence de traitement (IFT²) et ses différentes déclinaisons : tous produits et par catégorie de produits phytosanitaires. C'est un indicateur de pression basé sur les pratiques, qui permet de mesurer l'intensité du recours aux pesticides sur une culture ou une succession de cultures. Ce n'est en aucun cas un indicateur de pression polluante puisque son calcul n'intègre pas les caractéristiques des produits utilisés (toxicité, rémanence, etc.).

L'IFT comptabilise le nombre de doses homologuées (DH) appliquées sur un hectare pendant une campagne culturale (somme de doses "normalisées", tous produits confondus). La dose homologuée est définie comme la dose efficace d'application d'un produit sur une culture et pour un organisme cible (un bioagresseur)

² Gravesen L, 2003. The Treatment Frequency Index: an indicator for pesticide use and dependency as well as overall load on the environment. Pure conference 2003. 28-30.

Champeaux C., 2006. Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures : évolution de l'indicateur de fréquence de traitements au travers des enquêtes "pratiques culturales" du SCEES entre 1994 et 2001, INRA, rapport d'étude commanditée par le MAP (DGFAR), 100 pages.

donnés. Elle est une référence propre à chaque produit pour un usage sur une culture et est accessible en ligne sur le site du ministère de l'agriculture (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>). Dans cette étude, le paramétrage "DH" simplifié, établi par le ministère en charge de l'agriculture pour les MAE phyto (Dose Homologuée minimum retenue en cas de choix de doses) (référence 2007 – soumis à évolution en fonction de la réglementation), a été utilisé.

L'IFT d'une parcelle est égal à la somme des quantités normalisées de produits pour tous les traitements (T) réalisés sur la parcelle³, soit :

$$IFT_{parcelle} = \sum_T \left[\frac{DA_T}{DH_T} \times PP_T \right]$$

avec : DA : dose de produit commercial réellement appliquée par hectare

DH : dose homologuée par hectare du produit commercial

PP : proportion de la parcelle traitée

L'IFT est calculé de façons annuelle (à l'échelle de l'itinéraire technique) et pluriannuelle (à l'échelle du système de culture).

Cet indicateur ne prend pas en compte les traitements de semences, les adjuvants ou mouillants, limites qu'il conviendra d'intégrer dans les différentes propositions.

Aucun indicateur d'impact environnemental ne sera proposé sur le volet "pesticides", par manque d'outil pertinent⁴ et utilisable dans le temps imparti à l'étude. Les autres volets environnementaux, en particulier les volets "azote" et "énergie", seront renseignés afin de vérifier que les propositions ne conduisent pas à des phénomènes de substitution avec dégradation parallèle du bilan azote ou du coût énergétique. Mais les indicateurs retenus seront simples et s'appuieront plutôt sur des raisonnements de type bilan, avec toutes les limites que présentent ces indicateurs. La liste des indicateurs retenus ainsi que leur mode de calcul sont présentés dans le tableau 9.

³ L'IFT ne tient compte que des produits phytosanitaires appliqués au champ : le traitement des semences ou les traitements des produits récoltés, non disponibles au niveau des enquêtes du SCEES, ne sont pour l'instant pas pris en compte dans le calcul.

⁴ A terme, on peut cependant imaginer utiliser les outils développés dans le projet Footprint pour assurer cette évaluation

Tableau 9. Les indicateurs relatifs à l'environnement retenus et leurs modes de calcul

Volet	Indicateur	Mode de calcul	Sources paramétrage
Pesticides	IFT	$IFT_{parcelle} = \sum_T \left[\frac{DA_T}{DH_T} \times PP_T \right]$ <p>DA_T : dose de produit commercial réellement appliquée par hectare pour le traitement T DH_T : dose homologuée par hectare du produit commercial pour le traitement T PP_T : proportion de la parcelle traitée lors du traitement T</p>	DH : Ministère de l'Agriculture
Azote	Bilan Bascule (kg N/ha/an)	<p>Bilan = $[\sum_{i=1-n} (\text{Apports d'azote} - \text{exportations d'azote})] / n$</p> <p>"Apports d'azote" : quantité globale d'azote apportée sur la parcelle. "Exportations d'azote" : quantité globale d'azote exportée par les productions, obtenue par la somme pour toutes les cultures de (rendement moyen par culture x coef. d'exportation/culture) n : nombre d'années considérées pour le bilan</p>	Coef. exportation : tables comifer 2006
Energie	Coût énergétique (GJ/ha/an)	<p>Coût NRJ = $[\sum_{i=1-n} (E_{mach} + E_{fert} + E_{pest})] / n$</p> <p>E_{mach} = Consommation en énergie directe par le machinisme E_{fert} = Consommation en énergie indirecte utilisée pour la fabrication des fertilisants E_{pest} = Consommation en énergie indirecte utilisée pour la fabrication des pesticides n : nombre d'années considérées pour le bilan</p>	Coût NRJ machinisme : Ademe Coût NRJ de l'azote : Ademe Coût NRJ de la fertilisation PKS et phytos : PWC 1999-2002
	Bilan énergétique (en GJ /ha/an)	<p>Bilan NRJ = $[\sum_{i=1-n} [CAL_i - \text{coût NRJ}_i]] / n$</p> <p>CAL_i = Pouvoir calorifique des produits et sous-produits une année i Coût NRJ_i = coût énergétique à la production une année i n : nombre d'années considérées pour le bilan</p>	Pouvoir calorifique des cultures : Ademe
	Efficience énergétique (%)	<p>Efficience NRJ = $[\sum_{i=1-n} [CAL_i / \text{coût NRJ}_i]] / n$</p> <p>CAL_i = Pouvoir calorifique des produits et sous-produits une année i Coût NRJ_i = coût énergétique à la production une année i n : nombre d'années considérées pour le bilan</p>	

Source : ADAR "Systèmes de culture innovants"

1.6.2. Performances agronomiques

En grandes cultures, l'indicateur de performance agronomique retenu est le rendement de la culture - qui sera exprimé en q/ha aux normes d'humidité ou en tonnes de matière sèche selon les productions. Il sera proposé des valeurs moyennes par zone géographique retenue pour le niveau actuel, ainsi que les moyennes de rendement correspondant aux 3 catégories d'utilisation de pesticides (échantillon découpé en 3 classes). Les valeurs retenues pour les niveaux de rupture seront exprimées en perte par rapport à ces valeurs "référence", en % ou en valeur absolue selon les variables.

Concernant les indicateurs de qualité de récolte, aucun indicateur ne sera renseigné. La qualité sanitaire (contamination par des mycotoxines) des céréales a été rarement analysée dans les essais et ne pourra pas donner lieu à renseignement. La lutte contre les fusarioses est, elle, essentiellement agronomique dans les systèmes actuels, et seulement partiellement chimique ; cette carence en données ne devrait donc pas être préjudiciable.

1.6.3. Performances économiques

Les principaux indicateurs économiques retenus sont les charges opérationnelles (engrais/phytos/semences), les charges de mécanisation, le produit brut et les marges brute et directe. Cette dernière intègre les charges de mécanisation et de main d'œuvre. Des indicateurs complémentaires sont également proposés : coût de production et efficacité économique. Ils sont calculés comme suit :

$$\text{Marge Brute (€/ha)} = [\sum_{i=1-n} \text{PB}_i - \text{CO}_i] / n$$

$$\text{Marge Directe (€/ha)} = [\sum_{i=1-n} \text{PB}_i - \text{CO}_i - \text{CMMO}_i] / n$$

avec : PB = Produit Brut = Quantité de production x Prix du marché

CO= Charges opérationnelles (semences, phytosanitaires, fertilisants)

CMMO = Charges de mécanisation et main d'œuvre

n = Durée de la rotation en années ; i = 1 année

$$\text{Coût de production (€/q)} = [\sum_{i=1-n} \text{CO} / \text{rendement}] / n$$

avec : CO= Charges opérationnelles (semences, phytosanitaires, fertilisants)

n = Durée de la rotation en années ; i = 1 année

$$\text{Efficacité économique (\%)} = [\sum_{i=1-n} \text{PB} / (\text{CO} + \text{CMMO}) * 100] / n$$

avec : PB = Produit Brut = Quantité de production x Prix du marché

CO= Charges opérationnelles (semences, phytosanitaires, fertilisants)

CMMO = Charges de mécanisation et main d'œuvre

n = Durée de la rotation en années ; i = 1 année

Le paramétrage utilisé est celui de l'outil de calcul ADAR (voir annexe B5) : les charges de mécanisation et main d'œuvre (prix /ha traction et MO comprise) sont issues du barème FNCuma entraide ; les charges engrais sont issues de l'index des prix 2005-2006 ; le prix des produits correspond à l'année 2006 (Arvalis).

Un paramétrage spécifique à Ecophyto R&D, prenant en compte les caractéristiques de description des itinéraires, a été développé pour les charges phytosanitaires. Il permet de proposer un coût en fonction de l'IFT total sur la culture et de sa ventilation dans les différents postes (désherbage, fongicides...). Ce paramétrage s'appuie sur le calcul du coût d'une unité d'IFT par espèce et catégorie de produit phytosanitaire. Il est issu d'un travail d'expertise à partir de données parcelles "agriculteurs" et de prix "agriculteur" (issus des suivis d'agriculteurs en "groupes marges"), sélectionnées pour correspondre à un niveau de rupture intégrant "intensif" et "raisonné". La valeur moyenne obtenue par espèce et catégorie de produit est ensuite utilisée dans le calcul des charges pour tous les niveaux de rupture.

De la même façon, un "parc matériel type" Ecophyto a été décrit, assorti de son paramétrage propre (débit de chantier, coût énergie). Ainsi les outils "Ecophyto" proposés permettent de remplir les fonctions suivantes : labour (1 matériel), travail superficiel (1 matériel), pulvérisation (1 matériel), épandage d'engrais minéral (1 matériel), épandage d'engrais organique (1 matériel), hersage (1 matériel), binage (1 matériel), semis (3 matériels selon cultures), récolte (5 matériels selon cultures).

Les limites propres à ces choix sont discutées dans le chapitre 4.

1.6.4. Autres performances et contraintes

Certaines caractéristiques ou conséquences des modes de conduite sont difficiles à renseigner sur le plan quantitatif. C'est le cas de la plus ou moins grande "souplesse d'organisation" du travail permise par les différentes stratégies. Ce point, qui touche en particulier la souplesse dans les périodes d'intervention (réactivité d'intervention dont doit faire preuve l'agriculteur au moment où il détecte un problème), est difficile à quantifier, mais peut être caractérisé sur la base de témoignages d'agriculteurs. Nous renseignerons ce type de critères de façon qualitative auprès de différentes sources (témoignages, dires d'experts, etc.).

Le temps de travail et surtout la répartition du volume de travail sur une campagne sont également à prendre en compte. En effet, la problématique des limites de la réduction des pesticides est très liée à celle de l'organisation du temps de travail quand il y a des conflits de chantiers.

Concernant le temps de travail, deux indicateurs seront calculés :

- le nombre de passages, qui comptabilise l'ensemble des passages (pulvérisation, épandage, travail du sol) quel que soit l'outil utilisé. Il permet d'apprécier une intensité d'interventions sur la parcelle.
- le temps de travail (heures/ha/an), qui est calculé à partir de ce nombre de passages, compte tenu du type d'intervention effectuée. Le temps affecté à chaque type d'opération (pulvérisation, labour, travail superficiel...) est exprimé en heures/ha (barème CUMA / Entraide).

Ces indicateurs globaux de temps de travail ne permettent pas d'en approcher la répartition. Ils ne permettent donc pas de renseigner précisément la prise de risque pour l'agriculteur, variable suivant les stratégies retenues. Ils ne renseignent pas non plus les éventuels gains de temps consacrés à la préparation du pulvérisateur, ni de son nettoyage, dans l'hypothèse d'une réduction d'usage des pesticides. Cet aspect des conséquences sur l'organisation du travail sera illustré en s'appuyant sur des travaux de simulation déjà réalisés sur les systèmes intégrés (voir section 3.2.2).

1.7. Les deux échelles de travail : l'itinéraire technique et le système de culture

1.7.1. L'échelle "itinéraire technique" à la parcelle

Le groupe "Grandes cultures" a centré sa réflexion sur les matrices de références techniques de différents modes de conduite à l'échelle "parcelle". Ces données seront présentées dans un cadre annuel, celui de l'itinéraire technique⁵ décliné par culture, qui fait l'objet du chapitre 2 de ce document. Elles seront ensuite agrégées, pour qualifier l'échelle "systèmes de culture" (Chapitre 3). Cette approche pluriannuelle de la parcelle permet de mobiliser un plus grand nombre de leviers agronomiques pour réduire le recours aux pesticides. En particulier, le levier "choix des cultures et ordre de succession" n'est pas activé dans une approche centrée sur la culture une année, où la succession dans laquelle elle s'insère est envisagée comme une contrainte (au sens qui limite la liberté de l'acteur) et non comme un espace des possibles. A l'échelle "système de culture", ce levier ouvre des possibilités alternatives notamment en matière de stratégies de maîtrise des adventices.

1.7.2. L'échelle "système de culture"

Le système de culture est défini comme "*l'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*" (Sebillotte, 1990). Pour simplifier, cela revient à l'assimiler à des successions de plusieurs cultures dans le cadre d'un schéma cyclique ("rotation") combinées aux modes de conduite mis en œuvre sur les cultures de la succession.

Les niveaux de rupture peuvent alors être déclinés de la façon suivante :

- les niveaux 0, 1 et 2a de la convention correspondent, à l'échelle "systèmes de culture", à la mise en œuvre de ces différents modes de conduite sur les successions de cultures dominantes actuelles ;
- le niveau 2c rompt par construction avec ces successions actuelles, puisqu'il joue sur le choix des cultures (éventuellement des nouvelles, peu cultivées) et leur ordre de succession ;
- enfin le niveau 3 correspond à la mise en œuvre de conduites en agriculture biologique sur les successions dominantes actuelles de céréaliers.

⁵ L'itinéraire technique est défini comme "une combinaison logique et ordonnée des techniques mises en œuvre sur une parcelle agricole en vue d'en obtenir une production" (Sebillotte, 1974, 1978). Ce concept met donc l'accent sur la cohérence et les interactions entre toutes les interventions techniques ; il disqualifie de fait les modifications techniques ponctuelles, envisagées sans évaluation de leurs impacts éventuels sur les états du milieu et du peuplement végétal.

1.7.2.1. Successions de cultures dominantes

Décliner les différents niveaux de rupture sur des successions types nécessite d'identifier les successions de cultures dominantes, dans les différentes régions de production. Or les successions de cultures ne font pas l'objet de statistiques particulières au niveau français. Tout au plus peut-on disposer de données chiffrées, pour une culture, sur ses précédents les plus fréquents par une analyse des données Pratiques culturelles du SCEES. Si des travaux de recherche plus approfondis ont été menés par des équipes⁶, pour identifier les principales successions de cultures d'une région, l'application de ces méthodes se révèle inenvisageable dans le cadre d'Ecophyto R&D.

Il ne s'agit pas d'être exhaustif sur la diversité des successions prises en compte, mais d'identifier les quelques successions qui, malgré l'abandon de la logique de rotations régulières, semblent revenir le plus fréquemment dans les différentes régions françaises. Ce travail a donc été réalisé en mobilisant d'une part l'expertise régionale des participants au groupe, d'autre part les données concernant l'assolement des régions (données du RGA 2000, éventuellement réactualisées de façon qualitative). Cette confrontation permet de s'assurer que les principales successions retenues sont bien compatibles avec l'assolement régional.

Le groupe a également sollicité l'ITAB, et le réseau CasDAR RotAB qu'il anime, pour renseigner les successions dominantes mises en œuvre chez les céréaliers en agriculture biologique.

1.7.2.2. Approche "systèmes de culture"

Les approches "systèmes de culture" pour les niveaux 0, 1, 2a et 3 ne posent pas de problèmes particuliers : elles sont une application "arithmétique" des différents modes de conduite définis par culture sur toutes les productions de la succession de cultures pratiquée.

Des questions de méthode se posent davantage pour le niveau 2c "systèmes de culture intégrés" pour lequel on ne dispose pas directement des successions de cultures auxquelles il renvoie : le développement de ce type de système est aujourd'hui, en France, trop limité pour fournir des données statistiques comparables à celles mobilisées pour les autres niveaux de rupture. Autrement dit, ces systèmes de culture sont encore à concevoir et à imaginer, ce qui justifie le recours quasi exclusif à l'expertise pour renseigner ce niveau.

Renseigner ce niveau soulève donc des questions de méthode qui ont été traitées de deux manières, qui seront présentées dans ce rapport.

Méthode 1 : le prototypage à dire d'experts

La méthode utilisée s'inspire largement de celle développée par le groupe ADAR "Bioagresseurs". Elle consiste à proposer, par expertise, des systèmes de culture économes en pesticides dans le cadre d'une réflexion collective menée hors de toute contrainte technique, économique, ou socio-économique préalable. L'évaluation multicritère des systèmes proposés permet ensuite d'en mesurer les conséquences, en termes techniques et socio-économiques pour l'agriculteur (temps de travail, besoin d'acquisition de nouveau matériel...), et en termes économiques pour la filière.

Les systèmes de culture proposés sont définis par :

- les stratégies de maîtrise mobilisées (aux échelles du système de culture, de la campagne agricole et de l'ajustement tactique) ;
- les enchaînements ordonnés de règles de décision en cohérence avec les stratégies décrites.

⁶ L'unité INRA SAD de Mirecourt, en particulier, utilise des algorithmes de calcul basés sur les modèles de Markov cachés, pour identifier les principales successions de cultures caractérisées sous la forme de triplets voire quadruplets de cultures successives à partir de données de type Terruti. Des applications ont été menées notamment sur le bassin de la Seine.

En pratique, et afin de favoriser des systèmes très "en rupture" par rapport aux systèmes actuels, les experts partent de la description de systèmes connus en agriculture biologique⁷. L'hypothèse sous-jacente est que ces systèmes en AB sont ceux qui, compte tenu de l'interdiction des pesticides de synthèse, utilisent l'ensemble des leviers agronomiques. Les experts identifient les risques principaux de défaut de maîtrise des bioagresseurs dans ces systèmes (et milieux), puis imaginent/proposent de nouveaux systèmes incorporant tous les éléments stratégiques et techniques de maîtrise des bioagresseurs envisageables, dont le recours aux pesticides, limité aux situations à risque élevé de pertes de rendement liées aux bioagresseurs.

Cette méthode de travail étant assez "chronophage", elle n'est mise en œuvre dans ce rapport que pour le cas Poitou-Charentes, qui doit être considéré comme l'illustration d'une approche qui, si elle doit être développée pour d'autres régions, devra être organisée et très accompagnée.

Méthode 2 : la programmation linéaire

Dans cette seconde approche, le niveau 2c est décrit pour chaque culture par expertise à l'échelle des itinéraires techniques. Cette description ne fait donc pas appel, comme dans la méthode précédente, à une identification précise des précédents et de leurs modes de conduite. Pour autant, ce niveau est décrit sous certaines "conditions agronomiques" spécifiées : des successions répondant aux principes de la Protection Intégrée (PI) en termes de délais de retour des cultures, de diversité de la succession, de précédents "interdits" (pas de "blé de blé", par exemple)... Il s'agit donc d'itinéraires techniques qui vont au-delà du 2a pour la plupart des cultures. Pour renseigner cette matrice, les experts ne se fixent aucune contrainte technique du moment que la solution existe (par exemple, le désherbage est utilisé comme option, même s'il requiert l'acquisition d'un matériel spécifique). En revanche, on ne met pas en œuvre des choix variétaux qui correspondent hypothétiquement à des idéotypes d'intérêt pour la PI, s'ils ne sont pas actuellement disponibles.

Dans cette approche, on s'autorise également des cultures jusqu'à présent non mobilisées, sans considérer aucune contrainte liée par exemple à l'organisation des filières ou de matériels / équipement nécessaires. La nécessité de trouver un débouché est considérée comme l'une des conséquences des propositions de Ecophyto, qu'il est important de caractériser.

Ces données techniques ainsi que les "filtres agronomiques" évoqués seront traités par le groupe « Scénarios » comme des données d'entrée d'un modèle économique d'optimisation sous contraintes par programmation linéaire. Son utilisation permet d'estimer les conséquences en matière d'assolement des différentes stratégies techniques proposées (modification du rapport de marges conduisant à des substitutions de cultures) et de proposer des combinaisons d'assolements répondant à différents objectifs.

Cette méthode présente 2 intérêts majeurs : (i) limiter le risque de choix arbitraire par les experts en matière de succession culturale ; (ii) permettre, par une collaboration entre économistes et agronomes, de proposer des options plus ouvertes en termes de diversité de systèmes de culture, pour un investissement moindre.

1.7.3. Les échelles spatiales peu prises en compte

L'ensemble des leviers disponibles n'est pas mobilisé dans ces réflexions, annuelles ou pluriannuelles. Une autre échelle spatiale, celle du **territoire** (au sens de la parcelle intégrée dans son environnement proche, avec les bordures de champs, ou plus éloigné, intégrant les autres parcelles et leur agencement spatial) apporte de nouvelles possibilités, en permettant de valoriser les régulations biologiques existant sur un grand espace et de mobiliser les "services écologiques" rendus par un territoire. A cette échelle, qui correspond à un niveau de complexité supérieur, les connaissances sont encore lacunaires et peu opérationnelles. Le groupe a

⁷ Nous avons privilégié la description préalable de ces systèmes AB car les caractéristiques en sont rapidement accessibles ; mais les experts pourraient décrire de la même façon des systèmes s'interdisant l'usage de pesticides de synthèse (pas forcément biologiques). C'est la méthode utilisée dans le projet ADAR.

donc explicitement exclu de ses propositions de rupture la prise en compte de ces régulations possibles ; ces "services" seront toutefois abordés dans la section 3.4, comme des pistes supplémentaires à ne pas négliger.

Enfin l'échelle de l'**exploitation**, capitale puisqu'elle est le lieu de la décision et de la cohérence entre les différentes décisions techniques prises, est peu traitée. Or c'est à ce niveau qu'émergent des questions de faisabilité des modes de conduite proposés, et notamment :

- une faisabilité technique au sens temps et organisation du travail. Est-ce que l'ensemble de la sole de blé tendre d'une exploitation peut être conduite de façon économe (répondant au niveau 2a), sachant que l'itinéraire repose sur des semis nettement retardés, qui font donc courir le risque, certaines années ou pour certains milieux, de ne plus du tout pouvoir semer.
- une faisabilité plus agronomique : ne pas intégrer la dimension exploitation revient à ne pas s'assurer de la cohérence de l'assolement d'une exploitation, conséquence du choix des successions de culture. Or l'assolement d'une exploitation n'est jamais (sauf cas très exceptionnel) le résultat annuel de la mise en œuvre d'une seule succession de cultures. La combinaison/concomitance de différentes successions impose à l'exploitant le respect de certaines "règles agronomiques" et en conditionne la faisabilité.

2. Performances des "niveaux de rupture" par culture – échelle de l'itinéraire technique

Cette partie présente les principaux résultats issus de l'application de la méthode définie dans le chapitre 1, par culture puis par niveau de rupture. A l'issue de l'examen de chaque culture, un tableau synthétique récapitule, par niveau de rupture, les réductions d'IFT possibles, les postes phytosanitaires concernés ainsi que les principales contraintes et répercussions sur les autres performances de la culture ; la matrice complète des données, qui seront ensuite mobilisées par le groupe "Scénarios", figure en Annexe B.

2.1. Céréales à paille

Les 3 espèces enquêtées par le SCEES sont le Blé tendre, le Blé dur et l'Orge, qui représentent ensemble plus de 90% des céréales à paille cultivées en France. C'est pour le blé tendre que les données sont les plus nombreuses ; les sections consacrées au blé dur et à l'orge s'y réfèrent en s'appuyant sur les similitudes et les différences entre ces cultures. Est également abordé, mais de façon succincte, le triticale, espèce réputée plus "rustique", qui sera intégrée dans les successions culturales proposées pour le niveau 2c (chapitre 3).

2.1.1. Toutes céréales à paille

2.1.1.1. Les principaux bioagresseurs

Le tableau suivant liste les bioagresseurs des céréales à paille qualifiés de "principaux" en raison de leur fréquence d'occurrence et/ou de l'ampleur des pertes qu'ils occasionnent en France (voir section 1.3.3.). Les principaux facteurs de variation de la pression de ces bioagresseurs sont répartis en 3 catégories : les facteurs liés au milieu (sols et climat), sur lesquels aucune intervention n'est possible ; les facteurs liés aux caractéristiques du peuplement, parmi lesquels sont distingués les "leviers" actionnables à partir du niveau 2a et les facteurs liés à l'historique parcellaire, dont la gestion n'est envisageable qu'à partir du niveau 2c.

Tableau 10. Principaux bioagresseurs des céréales à paille et facteurs de sensibilité de la parcelle

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Viroses								
Virus des mosaïques (blé et orge)	2 et 4 pour partie SO	**	***	↗	Sols humides dans le cas de la mosaïque du blé (type limons) et drainant dans le cas de la mosaïque jaune de l'orge (type groie)	Choix variétal	Très forte héritabilité parcellaire	Liée à la pression de céréales sensibles dans l'assolement
Maladies								
Septorioses des feuilles (blé, triticale ; exceptionnellement seigle)	Toutes zones	***	***	↗	sols limoneux et pluie et humidité en phase de montaison	Choix variétal (mais érosion de la résistance dans le temps) Semis précoces Semis denses dans une moindre mesure	Héritabilité parcelle mais non obligatoire	Blés durs moins sensibles en France
Rouille brune (blé et triticale) Rouille naine (orge)	RB blé : 2 et 4 surtout	***	***	↗	Sols argilocalcaires T° hivernales et pluies printanières peuvent être respectivement limitantes selon zone (températures douces et pluies régulières)	Choix variétal (sensibilité à caractère évolutif d'une année à l'autre et d'une région à l'autre). Semis précoces	Absence d'héritabilité parcelle	Approche régionale indispensable
Rouille jaune (blé, triticale ; exceptionnellement orge)	Zone "traditionnelle" Bordure Manche. Mais possibilité dans d'autres régions	**	***	↗	Hivers doux	Choix variétal déterminant (sensibilité à caractère évolutif d'une année à l'autre et d'une région à l'autre). Semis précoces	Absence d'héritabilité parcelle	Approche régionale indispensable. Lors d'épidémies majeures et précoces, des épidémies secondaires peuvent être observées sur les variétés considérées comme résistantes
Piétin-verse (blé et triticale surtout)	Toutes zones	**	**(*)	→	Sols limoneux et sols hydromorphes	Choix variétal Semis précoces Fertilisation et densité importantes	Très forte héritabilité parcelle (précédent et ante-précédent céréales à paille)	Blé et triticale sont les céréales les + sensibles, les autres sont plus rarement attaquées
Fusarioses (blé- triticale- orge) – Dégâts sur épis – production de DON et ZEA	Toutes zones	**	**** + sanitaire	↗	Pluies à la floraison Pluies préparatrices à l'épiaison	Choix variétal Semis tardifs (en cas de printemps faiblement pluvieux)	Très forte héritabilité parcelle (non labour, précédent maïs grain, sorgho et de façon secondaire maïs ensilage et céréales à pailles)	L'environnement de la parcelle doit être intégré à la prévision du risque (cas des parcelles < 10 ha)
Oïdium (blé, orge, seigle, triticale, avoine)	Toutes zones	***	**	↗	T° douces et hygrométrie élevée / pluies faibles Sols filtrants ou légers	Choix variétal Fertilisation ou reliquat N important Culture dense et peu aérée	Pas d'héritabilité parcelle	
Piétin échaudage (blé > orge > triticale)	Toutes zones	*(*)	***	→	Sols soufflés et pailles mal enfouies Sols légers et aérés Hiver peu pluvieux	Semis précoces Densités importantes	Très forte héritabilité parcelle (précédent céréales à pailles hors avoine, jachère)	

Source : "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques"

Principaux bioagresseurs des céréales à paille et facteurs de sensibilité de la parcelle (suite)

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies suite								
Helminthosporiose teres (orge) Complexe avec taches brunes et ramulariose	Toutes zones	***	***	→	T° douces et hygrométrie élevée / pluies	Semis précoce. Choix variétal	Forte Héritabilité parcelle mais non obligatoire	
Fusarioses productrices de mycotoxines T2 –HT2 (orge de printemps exclusivement)	Nord et est France (1, 3, et 2 est)	**	**** Sanitaire seulement	↗			Héritabilité parcelle (précédent céréales à pailles)	Interaction avec le DON (forte teneur Don => faible T2 HT2)
Rhynchosporiose (orge, seigle, triticales)	Toutes zones	**	***	→	Sols froids et humides type limons battants	Date semis (Orge P semée à l'automne) (pas de gènes de tolérance à la rhyncho de l'OP) Choix variétal	Héritabilité parcelle mais non obligatoire	OP esquive la rhyncho quand on la sème au P (février)
Ergot (seigle, triticales, blé et rarement orge)	Toutes zones	*	**** Sanitaire principalement	→		Non labour Semences de ferme Variétés hybrides (épillets à ouverture prolongée) Echec de désherbage anti-graminées (présence de vulpins notamment).	Forte héritabilité parcellaire	En débat : impact des jachères ou des bandes enherbées composées de graminées non contrôlées avant floraison
Ravageurs								
Pucerons à l'automne vecteurs de la jaunisse nanifiante des céréales (toutes céréales à paille)	Toutes zones	***	***	→	Automne doux pour les contaminations initiales, voire hiver doux pour les multiplications en parcelles	Semis précoce Il existe des résistances variétales non mises en œuvre en France	Pas d'héritabilité parcelle cependant risques dans les parcelles à précédent céréales avec repousses non détruites, ou précédent maïs sans labour ou parcelles dans zone maïsicole	Le maïs est l'hôte relais majeur
Puceron printemps (blé)	Toutes zones	**	**	→		Semis précoce pour les attaques à partir des feuilles. Alimentation de la plante excédentaire en azote	Absence d'héritabilité parcelle	
Cicadelles vectrices du virus du nanisme du blé (blé)	Toutes zones (Zone traditionnelle = centre, et est liée aux semis précoces)	**	***	→	Sols argilo-calcaires, se réchauffant bien	Semis précoces	Pas d'héritabilité parcelle	
Flore adventice								
Espèces annuelles à germination automnale. Vivaces	Toutes zones	***	***	→		Semis précoces Nombreuses espèces favorisées par l'absence de labour Port des feuilles dressé, semis à écartement large	Très forte héritabilité parcellaire : adventices favorisées par les successions de cultures d'hiver peu diversifiées	Gestion des parcelles avec des herbicides totaux (favorise espèces « invasives »)

Les maladies transmises par la semence (caries pour le blé, Helminthosporiose gramineum pour l'orge, charbons pour toutes les céréales) ne sont pas abordées, considérant qu'il s'agit de problèmes gérés par les traitements appliqués sur la semence.

Sur le blé, on recense principalement 5 maladies (septoriose, rouille brune et rouille jaune, piétin-verse et fusariose) qui sont traitées (le piétin échaudage, n'a pas de méthode de lutte chimique en culture), trois ravageurs (le puceron vecteur de la JNO, les cicadelles vectrices du nanisme du blé et le puceron de printemps) et des virus transmis par *Polymyxa graminis* (mosaïques). D'autres ravageurs potentiellement importants, dont les mouches au semis, la mouche grise, la mouche jaune, ne sont pas traités, les dégâts étant plus ponctuels et gérés par le traitement appliqué sur la semence sauf pour la mouche jaune. L'ergot, mentionné dans le tableau, est un cas un peu particulier : c'est une maladie anecdotique en France, mais qui affecte la sécurité sanitaire de l'aliment et peut donc avoir des conséquences graves en matière de santé publique.

Sur orge, on recense 4 maladies principales (le complexe helminthosporiose teres - taches brunes - ramulariose, la rhynchosporiose, l'oïdium et la rouille naine) et accessoirement sur orge de printemps uniquement, un complexe de fusariose responsable de la production de mycotoxines ; un ravageur (le puceron vecteur de la JNO) et des virus transmis par *Polymyxa graminis* (mosaïques).

La lutte chimique actuelle ne permet pas de contrôler de manière efficace l'ensemble de ces bioagresseurs. Si oïdium, rouilles et septoriose sont gérés efficacement, le contrôle chimique n'est que partiel sur piétin-verse et fusarioses (60% d'efficacité).

La pression de ces différents bioagresseurs n'est pas uniforme selon les situations culturales. Elle dépend très fortement du climat, des précédents culturaux pour les bioagresseurs à forte héritabilité parcellaire. Mais elle dépend aussi beaucoup d'éléments de conduite au premier titre desquels on trouve fréquemment le travail du sol (labour vs non retournement), la date de semis, la densité de semis et le choix variétal (résistance génétique), résistance qui peut évoluer dans le temps pour une même variété et qui ne couvre jamais l'ensemble des pathogènes. Le choix variétal est particulièrement efficace sur piétin-verse et rouilles, partiellement efficace sur fusariose et septoriose, mais totalement inefficace sur piétin échaudage et pucerons d'automne (sauf nouvelles variétés d'orge d'hiver, qui restent encore peu utilisées). Enfin, la date de semis, et en particulier l'abandon de semis précoces, est un levier efficace pour réduire le risque de maladies, mauvaises herbes et insectes à l'exception de la mouche grise, favorisée, et des fusarioses et de l'oïdium, non affectés.

2.1.1.2. Les traitements phytosanitaires

Les céréales représentent 59% de la contribution à l'EDP grandes cultures en France, dont 44% par le blé tendre et 12% par l'orge.

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)

Le blé tendre représente la plus grande surface cultivée en céréales mais aussi la plus consommatrice de pesticides par hectare cultivé au sein des céréales à paille. Le principal poste de traitement pour cette culture est constitué par les fongicides, ce qui est cohérent avec le fait que les maladies sont les bioagresseurs majeurs du blé. C'est également ce poste qui explique la plus grande part de la variabilité de l'IFT_{tous produits} observée sur céréales (Figure 2). La maîtrise de ce type de traitement constitue donc un levier important dans la diminution des IFT sur céréales.

Les IFT des deux autres céréales enquêtées sont plus faibles : celui du blé dur en raison de sa localisation géographique dans le sud de la France où l'utilisation des fongicides est plus faible ; celui de l'orge en raison d'une utilisation de régulateurs et d'une protection fongicide moins importante que sur blé.

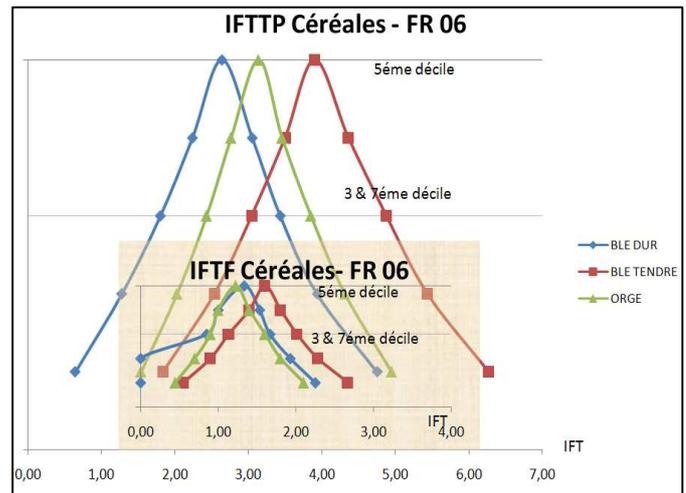


Figure 2. IFT tous pesticides sur les céréales en 2006

2.1.2. Blé tendre

2.1.2.1. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

Le découpage de la France en quatre zones de production permet d'appréhender une certaine variabilité de potentialités, de pratiques et de pression sanitaire (Figure 3). Ce zonage, qui regroupe des régions administratives, ne délimite pas des situations agronomiques homogènes mais permet de caractériser des grandes tendances à l'aide des données disponibles pour l'échelle nationale (cf. 1.5.1).

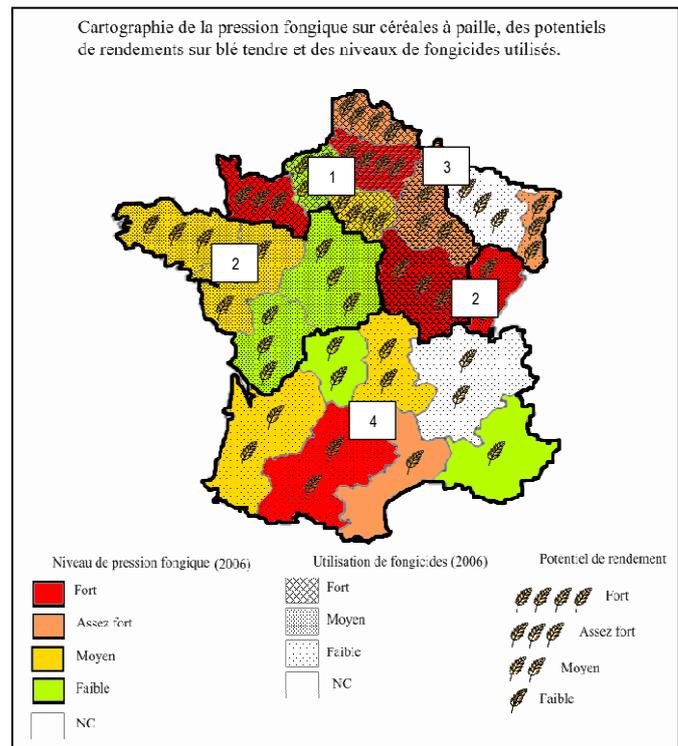
La zone 1 regroupe les régions à fort potentiel de production (essentiellement situées au nord de la France), et avec une forte utilisation de pesticides.

La zone 2 rassemble les régions à potentiel de production moyen et à utilisation moyenne de pesticides, qui sont principalement localisées dans l'Ouest.

La zone 3 regroupe les régions à potentiel de production moyen et à utilisation moyenne de pesticides, soit des régions de l'Est de la France. Elle est dissociée de la zone 2 car la pression parasitaire y est plus forte.

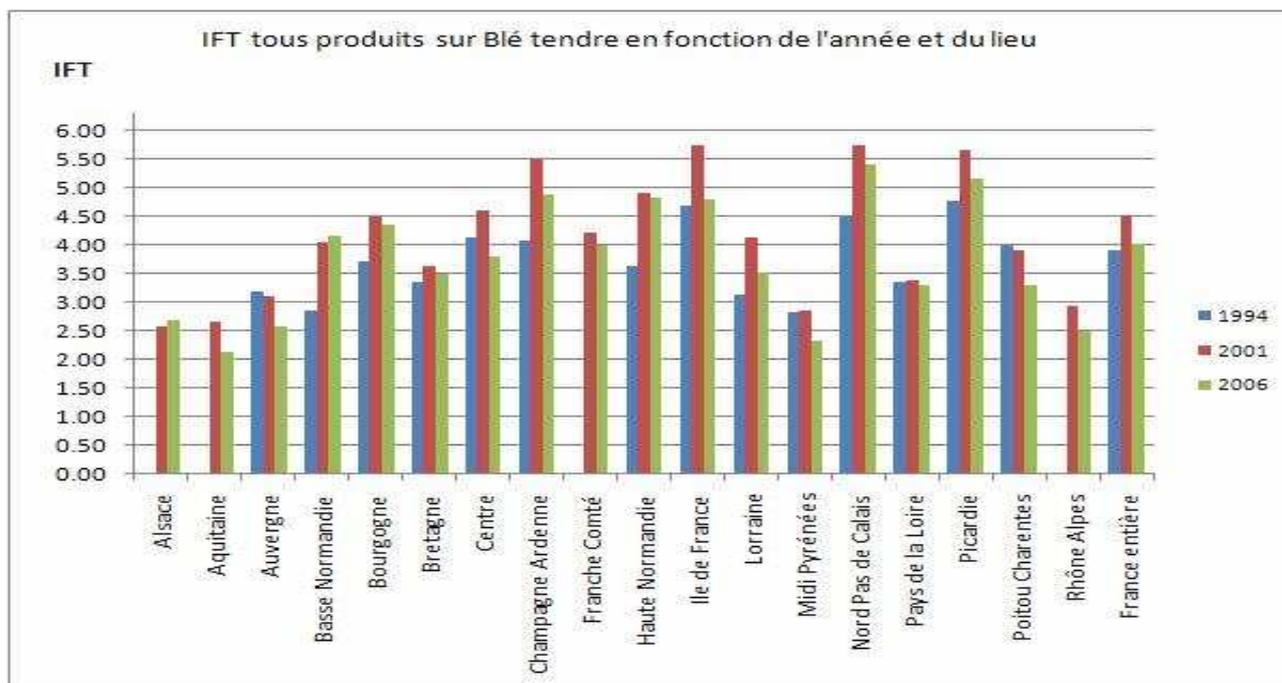
La zone 4 regroupe les régions à faibles potentiels et faible utilisation de phytosanitaires, qui correspondent à la moitié sud de la France.

La figure 3 permet de constater l'importance du facteur potentialité de rendement dans le niveau d'utilisation des traitements phytosanitaires : en 2006, le niveau d'utilisation des fongicides est davantage corrélé au potentiel de rendement (qui définit une espérance de gain pour l'agriculteur) qu'à la pression de maladies cette année-là.



Sources : Niveau de pression fongique fourni par expertise du service de protection des végétaux ; utilisation des fongicides d'après l'enquête SCEES 2006 ; potentiel de rendement d'après des données AGRESTE

Figure 3. Zonage pour le blé tendre



Sources : données SCEES 2006

Figure 4. Blé tendre : distribution de la pression de l'utilisation des pesticides

La figure 4 précise la variabilité régionale des conduites moyennes sur blé en France, au cours des 3 campagnes d'enquêtes : 1994, 2001 et 2006.

Le zonage géographique retenu pour le blé en France est donc le suivant.

Zone	Régions concernées	IFTTP 2006	IFTF 2006	Rendement potentiel	Pression fongique 2006
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	> 4	> 1,5	> 80 q/ha	globalement forte
2	Bretagne, Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes	environ 3,5	environ 1,5	> 70 q/ha	faible à moyenne
3	Alsace, Lorraine	environ 3	environ 1	> 70 q/ha	plutôt forte
4	Auvergne, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi Pyrénées, PACA, Rhône-Alpes	environ 2,5	environ 1	< 70 q/ha	de faible à forte

Afin d'approcher la diversité des pratiques d'utilisation de phytosanitaires au sein de ces zones, 3 classes croissantes d'utilisation de pesticides ont été distinguées : une classe qualifiée d'"économe" correspondant aux 30% de parcelles ayant les plus faibles IFT, une classe "consommateur" correspondant aux 30% de parcelles ayant les plus forts IFT et une classe "intermédiaire" comprise entre les deux précédentes.

Ces données (tableau 11) montrent une relation croissante entre IFT et rendement moyen, mais aussi un fort écart-type de rendement (souvent supérieur à 10q/ha) au sein d'une même classe d'IFT. Cet écart, qui signifie que les rendements sont très variables pour des pressions d'utilisation de pesticides proches, traduit une diversité de potentialités et/ou des combinaisons techniques et/ou de maîtrise technique de l'utilisation des produits qui aboutissent à des niveaux d'IFT similaires pour des niveaux de rendement différents. Il convient également de souligner que l'écart de rendement moyen est plus important entre les classes "économe" et "intermédiaire" qu'entre les classes "intermédiaire" et "consommateur", et ceci pour une augmentation équivalente ou supérieure des IFT dans le second cas.

Tableau 11. Blé tendre : rendement et pression phytosanitaire par zone et par classe d'IFT

Zone	Classe d'IFT	Nombre de parcelles	IFT total		Rendement (q/ha)	
			moyenne	écart type	moyenne	écart type
1	ECONOME	388	3.0	0.9	73.6	15.5
	INTERMEDIAIRE	515	4.8	0.6	78.3	11.4
	CONSOMMATEUR	375	6.8	1.1	81.4	11.4
2	ECONOME	400	2.0	0.7	62.6	13.4
	INTERMEDIAIRE	515	3.5	0.5	68.6	10.6
	CONSOMMATEUR	380	5.2	1.1	72.8	10.8
3	ECONOME	121	1.7	0.7	64.2	10.7
	INTERMEDIAIRE	151	3.4	0.5	70.5	7.9
	CONSOMMATEUR	113	5.1	1.1	73.4	7.6
4	ECONOME	283	0.9	0.6	53.4	13.3
	INTERMEDIAIRE	355	2.3	0.4	62.7	12.2
	CONSOMMATEUR	263	3.9	0.8	65.2	12.8

Calculs sur les données SCEES 2006

De plus, cet écart-type n'est pas diminué lors du passage d'un niveau d'utilisation "intermédiaire" à "consommateur" : l'hypothèse classique que l'augmentation des intrants phytosanitaires permettrait de "sécuriser" le rendement n'est donc pas confirmée ici. La classe "économe" présente généralement un écart-type de rendement plus élevé, qui traduit, entre autres, le fait que cette classe regroupe des types d'agriculture très différents (niveaux 1 et 2 avec une faible intensification, mais aussi 3 ou 4 sans utilisation de pesticides) ; il peut également refléter des problèmes de moins grande maîtrise technique ou de cohérence dans ces itinéraires économes.

En résumé, le niveau "actuel" et le niveau 0 du blé tendre peuvent être caractérisés par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau "actuel" (pratiques actuelles moyennes)		Niveau 0 (pratiques actuelles intensives)	
		Rendement moyen (q/ha) [écart-type]	IFT moyen [écart-type]	Rendement moyen (q/ha) [écart-type]	IFT moyen [écart-type]
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord - Pas de Calais, Picardie	77,8 [12,6]	4,9 [0,8]	81,4 [11,4]	6,8 [1,1]
2	Bretagne, Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes	68.1 [11,5]	3,5 [0,7]	72,8 [10,8]	5,2 [1,1]
3	Alsace, Lorraine	69.5 [8,7]	3,4 [0,7]	73,4 [7,6]	5,1 [1,1]
4	Auvergne, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi Pyrénées, PACA, Rhône-Alpes	60.6 [12,7]	2.4 [0,6]	65,2 [12,8]	3,9 [0,4]

Sources : SCEES 2006

2.1.2.2. Caractérisation du niveau 1

Les principes et outils disponibles

Les techniques de lutte et d'évitement mobilisées lors du passage au niveau de rupture 1 portent en particulier sur le raisonnement des interventions chimiques. Le recours à une meilleure caractérisation du risque sur la base de critères agronomiques complétée par des observations au champ permet, à même situation culturale, de déclencher ou non des traitements en fonction du franchissement de seuils de risque. L'impact du climat est pris en compte avec la modélisation épidémiologique, directement ou via des avertissements agricoles. La caractérisation du risque maladie par maladie permet d'adapter le choix et la dose des fongicides utilisés en intégrant les risques de fréquence d'utilisation d'un même produit et/ou du sous dosage sur les phénomènes de résistance (cas des résistances quantitatives). Le traitement de semences, obligatoirement préventif, est mis en œuvre en considérant l'exposition aux risques de la parcelle. Le tableau suivant présente les principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.

Tableau 12. Blé tendre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Principaux bioagresseurs	Raisonnement des techniques de lutte - Niveau 1
Viroses	
Virus de la mosaïque	Aucun raisonnement possible
Maladies	
Septoriose des feuilles	Lutte raisonnée : Observations - Modélisation. Interventions signalées par les A.A (seuils). Nuisibilité du stade "2 noeuds" jusqu'à fin remplissage.
Rouille brune	Lutte raisonnée : Observations - Modélisation. Interventions signalées par les A.A. (seuil théorique). Nuisibilité du stade "2 noeuds" jusqu'à fin floraison. Choix du produit (et dose) adapté au complexe parasitaire.
Rouille jaune	Lutte raisonnée : Observations - Modélisation. Interventions signalées par les A.A. (seuil théorique). Nuisibilité potentielle pour une présence du stade "épi 1 cm", voire avant les années exceptionnelles dans le sud (fin tallage), jusqu'à fin floraison pour les variétés sensibles et jusqu'à gonflement pour les variétés dont la résistance s'installe en phase de montaison, les plus nombreuses (la plupart des variétés deviennent résistantes aux races présentes en France à partir de la fin montaison). Choix du produit (et dose) adapté au complexe parasitaire.
Piétin -verse	Lutte raisonnée : Observations – Modélisation et grilles de risque – PCR et Elisa. Interventions signalées par les A.A (seuils et variétés résistantes) autour du stade 1-2 noeuds. Choix de produit (et dose) adapté au complexe parasitaire.
Fusarioses – Dégâts sur épis	Lutte raisonnée : Observations-Modélisation. Interventions signalées par les A.A. Choix de produit (et dose) adapté en privilégiant la lutte contre les champignons du groupe <i>roseum</i> (<i>F. graminearum</i> et <i>culmorum</i> notamment). Ne pas appliquer de spécialité à base de strobilurines seules à partir de l'épiaison si un risque de développement de fusariose du groupe <i>roseum</i> existe.
Oïdium	Lutte raisonnée : Interventions selon seuils (50% des plantes atteintes). Signalées par les A.A. Risque dégâts économiques maximum sur blé entre les stades "épi 1 cm" (30) et "2 noeuds" (32).
Piétin-échaudage	Lutte raisonnée : Traitement de semences impératif dans les parcelles à risques (monoculture blé) en alternant les substances actives.
Ravageurs	
Pucerons à l'automne vecteurs de la jaunisse nanifiante des céréales	Lutte raisonnée : Intervention en préventif avec un traitement de semences adapté à base de néonicotinoïde, sur les semis précoces uniquement, ou par un traitement en végétation en présence de pucerons au-delà du seuil. Attaques possibles d'octobre à janvier fonction du climat de la zone et de l'année (cas exceptionnel des hivers doux de l'ouest et du sud de la France) avec risque de contamination jusqu'à redressement. Interventions signalées par les A.A (NB : le seuil d'intervention ne peut être mis en œuvre que rarement par l'agriculteur lui-même). Les traitements de semences peuvent voir leur efficacité diminuer si une forte pluie suit le semis ou la levée ou si la levée intervient en conditions trop sèches (biodisponibilité du traitement). Le standard de protection requiert 1 traitement mais deux voire trois traitements peuvent être nécessaires sur semis précoces les années exceptionnelles.
Pucerons printemps	Lutte raisonnée : Intervention d'épiaison au stade laitex-pâteux si 50 % des épis porteurs d'au moins un puceron vivant. Utiliser des insecticides autorisés au cours des périodes d'exudation de miellat par les pucerons.
Cicadelles vectrices du virus du nanisme du blé	Lutte raisonnée : Intervention en préventif avec un traitement de semences adapté, sur les semis précoces uniquement, ou par un traitement en végétation en présence de cicadelles dès la levée, à renouveler dès les nouvelles captures. Interventions signalées par les A.A.. Correspond généralement à des périodes chaudes et sèches, en octobre voire début novembre, exceptionnellement en mars sur reprise d'activité.
Flore adventice	
Toutes espèces	Aucun élément de lutte différenciant le niveau 1 du niveau « actuel ». L'adaptation du seuil d'intervention n'est pas efficace pour réduire l'usage d'herbicide à moyen terme.

NB : La mise en œuvre de ces techniques tient compte des caractéristiques agronomiques de la parcelle

AA = Avertissements Agricoles

Les mises en œuvre

Les itinéraires issus de la mise en œuvre de ces stratégies répondent couramment au vocable de "raisonné". Ne disposant pas de données statistiques pour en renseigner les performances, le groupe a qualifié ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, enrichis d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs. Etant donnée la logique sur laquelle ce niveau s'appuie (une optimisation des charges via un raisonnement des interventions sur la base d'observation ou de suivi des Avertissements Agricoles), les rendements moyens retenus par zone pour le blé tendre sont très légèrement inférieurs à ceux du niveau 0. Cette perte (de 1 à 2 q en moyenne) traduit juste que cette optimisation, qui nécessite une plus grande attention "quotidienne", peut présenter des risques occasionnels d'échecs ; ces risques restent d'ampleur limitée sur blé tendre. Les économies de traitements phytosanitaires

sont également très limitées : l'IFT moyen proposé pour le niveau 1 est égal, voire légèrement supérieur à l'IFT national moyen (Niveau de référence « actuel »), tout en étant inférieur aux IFT du niveau 0 (pratiques actuelles intensives) dans toutes les zones considérées.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du blé tendre en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute-Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	81	4,9
2	Bretagne, Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes	71	4,1
3	Alsace, Lorraine	72	3,6
4	Auvergne, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi Pyrénées, PACA, Rhône-Alpes	64	2,5

Ces itinéraires raisonnés sont souvent utilisés comme "référence" dans des essais de comparaison de conduites. C'est le cas par exemple dans le réseau "Blé rustique" (cf. infra, l'ITK2 des essais), où ces itinéraires présentent, sur 4 ans et 100 parcelles, un rendement moyen de près de 85 q/ha (de 78 à 90 q/ha selon les années) et un IFT de l'ordre de 3,7 (de 3,1 à 4,2 selon les années).

Enfin, les données fournies par la vingtaine d'agriculteurs FARRE qui a répondu à notre enquête (Figure 5 et Annexe A1) confirment que la mise en œuvre d'une "protection raisonnée" sur blé tendre s'accompagne d'une variabilité des traitements et des IFT importante, liée aux adaptations des traitements en fonction des années et des parcelles. Le rendement et l'IFT moyens obtenus sur 144 parcelles entre 2005 et 2007 sont respectivement de 76 q/ha et 4,3.

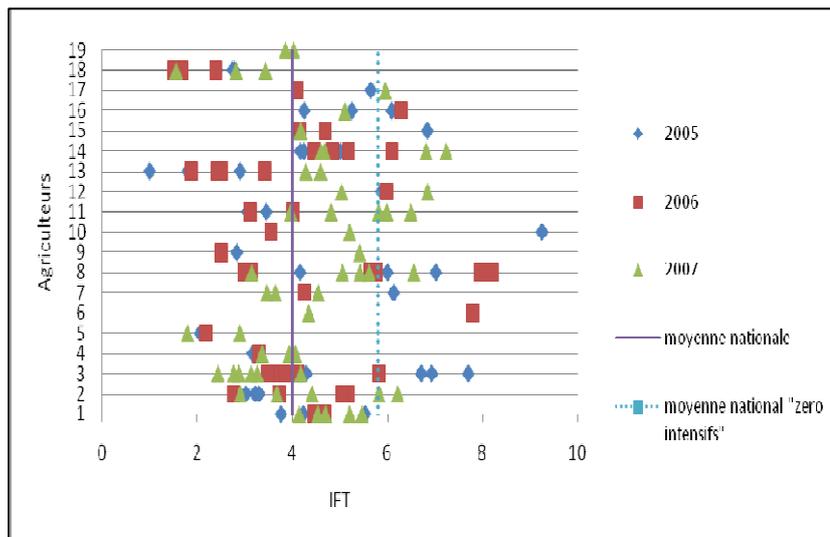


Figure 5. IFT des agriculteurs du réseau FARRE, blé tendre

Ces données corroborent les valeurs proposées pour le niveau 1. Sur blé tendre, ce raisonnement permet une diminution de l'utilisation des pesticides en moyenne par rapport au niveau 0 tout en restant dans des niveaux de rendement très comparables à ceux proposés pour le niveau 0.

2.1.2.3. Caractérisation du niveau 2a

Les principes

Ce niveau se distingue du précédent par l'application de principes de gestion agronomique qui marquent une vraie "rupture" dans les pratiques et les références/repères mobilisés. Il ne s'agit pas d'améliorer encore le raisonnement mis en œuvre au niveau de l'utilisation des seuils et OAD, mais bien de modifier de façon plus

ou moins profonde les caractéristiques du peuplement afin de réduire les risques de développement des bioagresseurs et de diminuer leurs conséquences sur la production et la qualité.

Sur blé tendre, ces principes s'appuient en particulier sur :

- des semis retardés d'au moins 15 jours par rapport aux pratiques "courantes" ;
- un choix de variétés multi-résistantes ("rustiques") ou l'utilisation de mélanges variétaux. On pourrait aussi tenir compte à l'avenir de la nécessité de la diversité des génétiques à l'échelle territoriale ;
- la diminution de la densité de semis (-30 à -40% par rapport à la dose recommandée en niveau 1) et de la dose d'azote par suppression de l'apport tallage (en cohérence avec un objectif de rendement un peu inférieur) ;
- la destruction et l'enfouissement des repousses ou résidus de cultures hôtes des pathogènes.
- l'augmentation du nombre de passages d'outils de travail du sol superficiel pendant l'interculture, visant à faire germer les semences adventices non dormantes en surface, et à détruire les plantules levées.
- La mise en œuvre du désherbage mécanique (à l'aide d'une herse étrille ou d'une houe rotative, ce qui nécessite l'acquisition de ce matériel spécifique pour la majorité des exploitations agricoles qui n'en dispose pas). Cependant cette technique n'est pas raisonnablement envisageable tous les ans, car elle exige des conditions climatiques sèches au bon moment (de 1 à 3 feuilles minimum du blé selon le type d'outil, mais avec des adventices encore au stade cotylédons-plantule). Ces conditions ne sont pas rencontrées tous les ans.

La mise en œuvre de l'ensemble de ces principes permet d'installer un couvert moins favorable au développement des principales maladies affectant le blé tendre (couvert aéré et peu luxuriant), dont l'efficacité est renforcée par le caractère multi-résistant de la variété. Les risques de verse sont aussi très largement diminués. Enfin, le décalage des semis permet dans la plupart des cas l'esquive des pucerons vecteurs de la JNO, et la réduction du potentiel de levée des adventices, surtout si des passages de travail du sol superficiel ont favorisé la germination des semences pendant l'interculture par effet faux-semis.

La combinaison des techniques proposées à l'échelle de l'itinéraire technique contribuant à la maîtrise de la flore adventice (faux-semis, retard de date de semis, désherbage mécanique quand c'est possible) doit permettre de diminuer l'usage d'herbicide, à un niveau difficile à quantifier, car il n'y a quasi pas de référence disponible (la majorité des essais à l'échelle de l'itinéraire technique ne considèrent pas les impacts sur la flore adventice et le désherbage en raison de la dimension pluri-annuelle de la gestion de ces bioagresseurs). A cette échelle, la dépendance aux herbicides reste plus élevée qu'au niveau 2c qui bénéficie des effets des adaptations de rotations pour assurer la maîtrise à long terme des infestations. Les valeurs d'IFT-herbicide proposées dans les matrices ont été définies par consensus des experts du groupe de travail.

Les résultats du réseau "blé rustique"

C'est sur le blé tendre d'hiver que les références en matière de modes de conduite économes sont les plus anciennes. Initiées par Meynard en 1985, des expérimentations sur la conduite d'itinéraires techniques économes en pesticides et en azote (dits "bas intrants") se sont structurées autour d'un réseau multilocal et pluriannuel - réseau conduit de 2000 à 2002 par l'INRA dans le cadre d'un contrat de branche avec les sélectionneurs du GIE Club5, puis poursuivi de manière informelle en partenariat avec les Chambres d'Agriculture et Arvalis. Ce réseau expérimental permet d'évaluer l'intérêt de variétés rustiques conduites avec des itinéraires techniques à niveaux d'intrants réduits, en comparant un itinéraire de référence ("raisonné") à un itinéraire à intrants réduits ("intégré") sur plusieurs variétés.

Une synthèse des résultats acquis entre 2003 et 2006 a fait l'objet d'un article récent⁸. Les résultats présentés ici sont basés sur ceux de cette synthèse, enrichis des données 2007 et recentrés sur les 2 stratégies correspondant au niveau 1 "raisonné" et au niveau 2a "ITK intégré" de la présente étude.

La stratégie retenue pour le niveau "raisonné" combine un choix de variétés à haut potentiel de rendement (type Orvantis, Tableau 14) et un itinéraire basé sur les recommandations locales (d'Arvalis-Institut du Végétal et/ou des Chambres d'Agriculture). Cet itinéraire vise l'obtention d'un rendement élevé (objectif calé sur le deuxième quintile des rendements les meilleurs), l'utilisation des intrants étant fonction de règles de décisions (Encadré 2).

Pour le niveau "intégré", la stratégie combine un choix de variétés caractérisées par leur résistance aux maladies (type Caphorn) et un itinéraire visant une réduction cohérente des intrants (hors herbicides, non travaillés à l'échelle de l'itinéraire technique), permise par la mise en place de mesures prophylactiques agronomiques (date/densité de semis notamment). Ainsi, la réduction de la densité de semis d'environ 40% par rapport aux conseils de référence a pour conséquence directe des risques de verse limités, des consommations d'azote inférieures et une réduction des risques de maladies. Une baisse modérée de rendement est acceptée pour ce type de conduite.

Tableau 13. Niveaux de résistance de quelques variétés testées dans le réseau "Blé rustique"

Variété	Année d'inscription	Note de résistance aux maladies ^a						Note de résistance à la verse ^a
		Septoriose ^b	Rouille brune	Rouille jaune	Piétin verse	Oïdium	Fusariose de l'épi	
Apache	1998	4	5	8	2	5	7	8
Caphorn	2001	5	8	8	3	6	3	6
Orvantis	2000	3	3	5	2	5	3,5	4,5

a : de 1 (très sensible) à 9 (résistante) ; b : due à *Mycosphaerella graminicola*

Sources : Zhang (2005) pour les notes de résistance à la septoriose ; CTPS, Arvalis-Institut du végétal pour les autres notes de résistance.

Encadré 2. La conduite des itinéraires techniques : principales règles de décision

Elles s'appuient sur les travaux précédemment effectués sur les conduites à bas niveau d'intrant : Meynard et al, 1985, 1991 ; Loyce et al., 2002a, 2002b ; Rolland et al, 2003. Le premier réseau comptait 4 itinéraires, du plus intensif ITK1 à l'extensif ITK4. Les règles de décisions pour l'installation et le traitement des cultures sont les suivantes :

- Les densités sont calées sur les recommandations locales Arvalis et Chambres d'Agriculture pour l'ITK 2 et réduites de 40% par rapport à ces recommandations pour l'ITK 3.
- La fertilisation azotée est estimée (méthode des bilans ou méthode de la CAU pour les sols caillouteux) pour un objectif de rendement correspondant au deuxième quintile des rendements les meilleurs. Elle est répartie en 3 apports, aux stades mi-tallage, "épi 1 cm" et gonflement. Pour l'ITK 3, l'apport d'azote est diminué de 30 kg par rapport à l'ITK2 et le premier apport est supprimé. Le déclenchement des traitements au tallage et au stade épi 1cm peut être effectué à l'aide d'une bande "double densité" (déclenchement adapté à chaque ITK).
- La protection fongique comporte 2 ou 3 traitements en ITK 2, selon les risques de maladies identifiés à partir d'observations et de modèles épidémiologiques de prévision. La protection pourra exceptionnellement descendre jusqu'à un seul traitement en cas de contexte et de climat très défavorables aux maladies. Pour l'ITK3, un seul traitement est réalisé, voire aucun si les risques d'apparition des maladies sont très faibles. Le traitement unique de l'ITK3, pour une variété multirésistante (témoin Caphorn) en conditions peu favorables pour les maladies (semis clair, moins d'azote), est réalisé au stade dernière feuille déployée. Les doses utilisées en ITK3 sont comprises entre 0,5 et 0,7 fois la dose homologuée en conditions standards.
- Le régulateur de croissance est utilisé en stratégie d'assurance pour l'ITK2 (absence de régulation en risque très faible) et aucun régulateur n'est appliqué en ITK3.

⁸ Bouchard et al., 2008, "Associer des itinéraires techniques de niveaux d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique", *Courrier de l'environnement* n°55.

Tableau 14. Réseau Blé rustique : comparaison des performances des modes de conduite "raisonnée" (niveau 1) et "intégrée" (niveau 2) entre 2004 et 2007

		Nombre d'essais	Rendement (q/ha)	Variabilité du rendement (écart-type)	Marge €/ ha		IFT moyen (tous produits)	Réduction IFT	Réduction rendement
					à 10 €/qt	à 18 €/qt			
2004	Niveau 1 - Orvantis	12	90,4	17,4	466	1190	4	1,3	11%
	Niveau 2 - Caphorn		80,7	16,4	489	1135	2,7		
2005	Niveau 1 - Orvantis	30	85,3	12,6	477	1159	3,6	1,3	7%
	Niveau 2 - Caphorn		79	10,7	530	1162	2,3		
2006	Niveau 1 - Orvantis	26	85,4	14	501	1184	3,1	1,2	6%
	Niveau 2 - Caphorn		79,9	12,7	556	1195	1,9		
2007	Niveau 1 - Orvantis	32	77,9	9,6	390	1013	4,2	1,6	9%
	Niveau 2 - Caphorn		71,2	10,9	425	995	2,6		
Moyenne	Niveau 1 - Orvantis	100	84,8	-	459	1137	3,7	1,4	9%
	Niveau 2 - Caphorn		77,7	-	500	1122	2,4		

NB : les taux de protéines des blés ont été pris en compte dans le calcul des marges.

L'analyse des **résultats** montre que le passage d'une stratégie "raisonnée" à une stratégie "ITk intégré" s'accompagne (Tableau 14) :

- . d'une diminution du recours aux intrants phytosanitaires

La diminution d'utilisation des pesticides varie de 1,2 à 1,6 point d'IFT en fonction des années. Globalement sur la période 2004-2007, la diminution moyenne de l'IFT sur le réseau est de 1,4 points. La diminution la plus importante (1,6 points d'IFT) est observée en 2007, année présentant une importante pression de maladie qui renforçait l'intérêt du choix d'une variété plus "rustique".

- . d'une diminution du niveau de rendement

Cette diminution varie de 6 à 11% en moyenne selon les années sur le réseau entre 2004 et 2007. Globalement sur l'ensemble de la période 2004-2007, le réseau enregistre une perte de rendement moyenne de 9% lors du passage du niveau "raisonné" au niveau "intégré". Cette diminution s'inscrit complètement dans les objectifs initiaux de la conduite intégrée, basée sur l'acceptation d'une perte de rendement acceptable compensée par l'économie réalisée sur les intrants.

- . d'une augmentation de la marge brute dans un contexte de prix de vente du blé faible

Dans un contexte de prix bas (ex : 100 €/t, prix moyen payé à l'agriculteur entre 2003 et 2006), le mode de conduite "intégré" permet de dégager systématiquement une marge brute supérieure au mode "raisonné". Cette différence est comprise entre 23 et 55 € selon les années, pour une moyenne de 41€/ha sur la période d'étude.

Lorsque le prix du blé augmente, les charges économisées en passant au niveau "intégré" ne permettent plus de compenser la baisse de rendement, et la marge brute de ce mode de conduite est relativement moins intéressante. Ainsi au prix de 180 €/t, le passage du niveau "raisonné" à "intégré" entraîne une variation de la marge brute comprise entre -55 et +11€/ha selon les années, pour une moyenne de -15 €/ha. Dans le même temps, par le seul effet "prix du produit", la marge du blé passe de 459 à 1137 €/ha en conduite "raisonnée" et de 500 à 1122 €/ha en conduite "intégrée".

Bouchard et al. (2008) ont montré que sur ce réseau, entre 2003 et 2006, le niveau 1 "raisonné" devient aussi performant économiquement que le niveau 2a "intégré" pour un prix du blé compris entre 140 et 250 €/t (en fonction des années et des couples variété x itinéraire technique).

Les règles de décision des itinéraires techniques (Encadré 2) ont été définies de la même manière pour l'ensemble des régions. Cependant, des adaptations peuvent être mises en œuvre pour améliorer les performances de la conduite "intégrée" :

- Dans les régions de l'ouest, en zone 2, à pluviométrie très régulière durant la montaison (ouest de la Bretagne), une intervention fongicide supplémentaire à mi-dose en courant de montaison permet d'améliorer les résultats ;
- Dans l'est de la France, en zone 3, où les sommes de températures reçues en hiver sont plus faibles que sur la bordure maritime et limitent les capacités de tallage, une piste d'amélioration est une réduction plus modérée de la densité de semis, de 20% (au lieu de 40% dans les autres régions) ;
- Dans les petites terres à cailloux à faible fourniture en azote (toutes les zones sont concernées), le maintien d'un apport d'azote au tallage, retardé à la fin du tallage, piloté avec une bande double densité, permet de maintenir une densité d'épis/m² compatible avec la conservation d'un potentiel intéressant tout en réduisant la pression des maladies et le risque de verse.

Les enseignements des expériences d'agriculteurs

Des expériences de mise en œuvre d'itinéraires techniques économes (notamment en pesticides) existent déjà en France. Même si elles restent plutôt confidentielles ramenées au nombre d'agriculteurs impliqués et aux surfaces concernées, il est intéressant d'en présenter quelques unes de manière à illustrer le propos. Deux expériences de ce type sont présentées en annexe, l'une en Picardie (auprès de 8 agriculteurs depuis 2002), l'autre en Bourgogne (4 agriculteurs depuis 2003).

Les principaux résultats obtenus sur blé tendre (à l'échelle de l'exploitation) sont les suivants :

- En Bourgogne, l'IFT blé tendre varie de 2,5 à 2,7 sur les 4 exploitations du réseau (à comparer avec un IFT moyen en 2006 de 4,4 pour la région Bourgogne) pour un rendement inférieur de 5% en moyenne à la "référence raisonnée". C'est le résultat de la suppression du régulateur et de l'équivalent d'un fongicide.
- En Picardie, les valeurs sont un peu supérieures, avec des IFT de 2.9 en 2006 à 3.7 en 2007 pour la moyenne du groupe, pour des rendements respectivement de 76 et 67 qx/ha. La variabilité entre ces deux années est liée au contexte climatique et de pression maladie, adventices, insectes et verse. Cette baisse d'IFT par rapport au niveau "raisonné" est là aussi expliquée par une très forte réduction d'usage des fongicides et régulateurs de croissance et dans une moindre mesure les insecticides et herbicides, grâce au retard de date de semis.

En résumé, le niveau 2a "ITK intégré" du blé tendre en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendements et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2a "ITK intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord - Pas de Calais, Picardie	73	2,6
2	Bretagne, Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes	65	2,4
3	Alsace, Lorraine	65	1,9
4	Auvergne, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées, PACA, Rhône-Alpes	58	2,2

2.1.2.4. Caractérisation du niveau 2c

Les principes

A ce niveau (échelle "système de culture"), l'ensemble des leviers agronomiques disponibles est mobilisé afin d'une part de créer à l'échelle annuelle un état du peuplement très peu favorable au développement des bioagresseurs (cf. niveau 2a), et d'autre part de diminuer le "réservoir" de bioagresseurs (stock de semences d'adventices en diversifiant la rotation, inoculum de maladies en diversifiant les cultures dans l'espace et le temps...) présent sur la parcelle et indirectement sur les parcelles avoisinantes. Tous les éléments de la gestion agronomique de la flore adventice sont envisagés à cette échelle, ce qui peut permettre une baisse de l'usage d'herbicides plus importante qu'en 2a. La diversité de cultures peut être obtenue en reconsidérant les successions de cultures, avec une progression des cultures autres que le blé, notamment des oléo-protéagineux et de la betterave, dans la rotation.

Les principes mobilisés sont ceux qui relèvent de la protection/production intégrée. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant, issu des travaux (en cours) du groupe STEPhy du Corpen.

Tableau 15. Blé tendre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 2c

Principes	Effet sur :
Diversifier familles et espèces dans la rotation – vérifier les délais de retour – associations d'espèces	Maladies, ravageurs, adventices, fertilité chimique du sol
Introduire au moins une légumineuse dans la rotation	Azote, énergie
Planter au moins une année sur 3 une culture à grain(e)s qui restitue les pailles	Fertilité chimique et structurale du sol
Planter au moins une année sur 3 une culture de printemps (interculture longue)	Adventices
Faire suivre les légumineuses par des cultures d'hiver exigeantes en azote ou à défaut par une culture intermédiaire	Azote, énergie
Alterner les cultures exigeantes en P et K avec des cultures peu exigeantes	Fertilité chimique du sol

La plus grande diversité des rotations, le respect de délais de retour importants entre cultures hôtes du même pathogène tellurique, le recours au labour pour enfouir les stocks de semences d'adventices et d'inoculum (fusarioses, piétin-verse, helminthosporiose)... sont autant d'éléments qui ont non seulement une action sur les bioagresseurs pour contribuer à limiter le recours aux pesticides, mais également des effets positifs sur la fertilité physique et chimique du sol.

A l'échelle 2c du système de culture, les moyens agronomiques de lutte contre les adventices peuvent être envisagés pour à la fois réduire l'usage d'herbicides et maintenir à un niveau faible le potentiel d'infestation à long terme. Ces moyens reposent sur la diversification de la rotation permettant de diversifier les dates de semis, le retard de date de semis d'au moins 3 semaines en blé ou triticale, du choix de variétés compétitives (mais pas forcément les plus productives), la réalisation de faux-semis pendant l'interculture (passages nombreux d'outils superficiels), et le désherbage mécanique. La combinaison de ces techniques tend à réduire le rendement (jusqu'à -20% selon les résultats d'essais sur la Protection Intégrée contre les adventices, qui maximisent l'utilisation de ces leviers). Dans le même temps, les blés en systèmes 2c ne sont jamais des "2^e blés", ils ne sont donc pas affectés par la perte moyenne de rendement de 10% observée sur les 2^e blés dans les systèmes intensifs (et même 2a). Pour ces raisons, les performances agronomiques (rendement) du blé tendre conduit dans un système 2c ont été considérées comme équivalentes à celles d'un blé conduit en 2a (9% en moyenne, avec une variabilité allant de 5 à 20%).

Les mises en œuvre

Des expériences de mises en œuvre de ces stratégies à l'échelle du système de culture restent relativement rares. Les experts ont mobilisé et valorisé l'expérience acquise sur quelques expérimentations systèmes de culture (SdC) de longue durée (PIC adventices à l'INRA de Dijon, ferme expérimentale d'Arvalis à Boigneville), et des résultats de mises en œuvre plus récentes de ces stratégies chez des agriculteurs. Des réseaux

d'expérimentations se mettent en place dans le cadre du RMT "Systèmes de culture innovants", mais ces essais sont trop récents pour fournir des résultats chiffrés. En revanche, l'expertise des participants mobilisée dans le cadre du travail de prototypage de systèmes de culture à dire d'experts (projet ADAR « systèmes de culture innovants ») a été valorisée.

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" du blé tendre peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendements et d'IFT.

Zone	Régions	Niveau 2c "SdC intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord - Pas de Calais, Picardie	73	2,1
2	Bretagne, Centre, Franche-Comté, Pays de Loire, Poitou-Charentes	65	2
3	Alsace, Lorraine	65	1,7
4	Auvergne, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées, PACA, Rhône-Alpes	58	1,7

2.1.2.5. Caractérisation du niveau 3

Le blé tendre représente 36% des surfaces céréalières en mode de production biologique (Agence bio 2006).

Les principaux facteurs limitants de la production du blé tendre (et des céréales à paille de façon générale) en agriculture biologique sont la gestion des adventices et la fertilisation azotée. Ces facteurs sont par ailleurs assez communs à l'ensemble de la production en agriculture biologique. Les écarts de rendement entre agriculture biologique et système conventionnel, variables suivant les cultures, traduisent la plus ou moins grande "maîtrise" de ces facteurs selon les espèces.

Le blé tendre (les céréales à paille d'hiver de façon générale) sont ainsi difficiles à désherber et souvent carencées en azote. Le facteur azote peut être en partie corrigé par des apports d'azote organique au printemps ; l'efficacité de ces apports est cependant très dépendante de l'année et du milieu, ainsi que des produits utilisés et des techniques d'application. L'enherbement est très dépendant du climat : un printemps très humide entraînera un développement d'adventices qui peut compromettre le rendement.

S'il n'existe pas vraiment de données statistiques sur les performances du blé tendre conduit dans des systèmes biologiques, des données plus ponctuelles sont néanmoins disponibles. Ainsi, l'ONIGC rapporte des rendements "France" en blé tendre bio de 33 q/ha en 2005-06 et 30 q en 2006-07 et d'autres opérateurs fournissent des données régionales (Tableau 16 et annexe A5).

**Tableau 16. Rendements moyens (q/ha) par "région" du blé tendre conduit en AB
Situation de 2001 et en année "normale"**

	Charente	Vendée	Nord Rhône-Alpes	Bourgogne	Alpes du Sud	Eure	Bretagne	Région Centre	France entière
Année normale	35	34	35	30	25	47	-	30	35
2001	25	27	29	20	20	31	-	27	20-25

Source : Unigrains / ITCF, d'après opérateurs et presse spécialisée

S'appuyant sur les données disponibles et l'expertise, le groupe propose, comme valeur moyenne, généralisable France entière, des rendements en conduite biologique compris entre 40 et 50% de ceux observés en conduite conventionnelle. L'analyse des données issues de la collecte de coopératives en Rhône-Alpes (plus de 500 contrats entre 2004 et 2007) confirment cette valeur.

La **variabilité** des rendements entre grandes régions est assez mal connue, mais elle peut être considérée comme peu différente de celle observée en conventionnel. Au niveau des microrégions les rendements sont en revanche beaucoup plus sensibles à la fertilité des milieux, compte tenu d'une complémentarité déficitaire en bio. La variabilité interannuelle est relativement faible sur blé tendre (voir, en annexe A5 : Exemple d'évolution des rendements en grandes cultures AB de 2002 à 2006 dans l'Eure).

Du fait de la relative autonomie de ce mode de production, la caractérisation des rendements et des pratiques en production biologique est très dépendante des systèmes de production qui en sont à l'origine (disponibilité en amendements organiques locale, degré d'intensification de la conduite...). En d'autres termes, il n'est pas possible de dissocier la culture de son système de culture. Aussi, la description des blés en conduite biologique est-elle renvoyée au chapitre 3 "Systèmes de culture".

2.1.2.7. Bilan / synthèse

Discussion / interprétation de la diversité des pratiques actuelles

Un travail de typologie des grands modes de conduite a été mené sur la culture de blé (Champeaux, 2007), à partir d'analyses multivariées des données de l'enquête "Pratiques culturales" du SCEES 2001 (Encadré 3). L'objectif était d'étudier l'adéquation entre les pratiques agronomiques et l'utilisation de pesticides. Cette analyse a notamment mis en évidence l'existence de marges de progrès (en termes de réduction de l'utilisation de fongicides) "facilement" atteignables pour 46% des parcelles de l'échantillon. Ces parcelles font en effet l'objet d'une double protection, agronomique et chimique : des mesures prophylactiques sont mises en œuvre sans que les réductions d'intrants phytosanitaires qu'elles devraient permettre soient réalisées.

Un travail plus approfondi sur cette question est en cours en 2008 dans le cadre du programme MEEDDAT "Pesticides"⁹. Cette réflexion, engagée en particulier sur blé (mais également sur colza et betterave), est d'autant plus importante que cette céréale contribue à plus de 50% à l'utilisation des fongicides en grandes cultures.

Caractérisation des performances techniques du blé tendre selon les niveaux de rupture

Le tableau 17 propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du blé tendre. C'est une version simplifiée de la matrice complète qui figure en annexe B.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insèrent l'espèce considérée (voir les chapitres 1 "méthode" et 3 "systèmes").

Les principaux enseignements sur blé tendre sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 28% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 "intensif". Cette réduction touche surtout les fongicides et les insecticides dans une moindre mesure. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc pas négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de près de 5% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006).
- Le **niveau 2a** permet d'aller beaucoup plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 56% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 45 à 62% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 10% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont toujours les fongicides et les insecticides qui sont concernés par la réduction. La marge brute peut être considérée comme très comparable à celle obtenue en intensif (amélioration moyenne de 2.5%).

⁹ Le projet, intitulé "Caractérisation des pratiques de protection des cultures et de leur évolution : méthodologie de diagnostic et propositions visant à améliorer l'impact environnemental des systèmes de culture et d'élevage", est conduit sur la période juin 2007 - juin 2010.

Encadré 3. Les stratégies de protection du blé tendre contre les maladies : une analyse des données de l'enquête "Pratiques Culturelles" du SCEES en 2001 (Champeaux, 2007)

Sans entrer précisément dans le détail de la méthode et des résultats (voir Champeaux, 2007), le tableau suivant fournit de manière synthétique les enseignements tirés de l'analyse des pratiques de protection contre les maladies. Les parcelles de l'échantillon y sont classées selon 2 axes :

- un axe, vertical, de recours décroissant à des méthodes de lutte agronomique permettant de s'affranchir des problèmes liés aux maladies : plus on descend sur l'axe et plus les situations correspondent à des pressions de maladies potentiellement importantes ;
- un axe, horizontal, de recours croissant aux fongicides (mesuré par l'IFT) : plus on avance sur l'axe et plus les situations correspondent à des parcelles où le recours aux fongicides est important.

**Tableau de contingence PLC * PLA
pour les stratégies de lutte contre les maladies**

Recours croissant aux fongicides ⇔ IFT croissant →

	PLC_M0	PLC_M1	PLC_M2	PLC_M3	SOMME
PLA_M1	16.3% Rendement faible (63%)	46%	Pression «maladies» régionale : faible (32%) à moyenne (64%) Rendement : moyen (41%) à fort (49%)		
PLA_M2					
PLA_M3					
PLA_M4	7.6% Rendement faible (70%)		30.1%		14.8%
PLA_M5					6.3%
PLA_M6					16.6%
SOMME	9.4%	14.5%	27.9%	48.2%	

PLC = Profils de Lutte Chimique
PLA = Profils de Lutte Agronomique

On identifie ainsi deux catégories de parcelles :

- Les parcelles possédant des combinaisons qui paraissent "logiques" de pratiques chimiques et agronomiques :
 - 6,3% des parcelles associent de manière cohérente des pratiques agronomiques propices a priori à une faible pression "maladies" locale avec des pratiques de lutte chimique peu consommatrices de fongicides. Ces parcelles sont également associées dans 2/3 des cas à un rendement logiquement faible (fertilisation azotée plutôt faible, pas ou peu de traitements fongicides).
 - 30,1% des parcelles de l'échantillon ont des logiques à l'opposé des précédentes : des pratiques agronomiques favorables à la présence de maladies sont mises en œuvre, conduisant "logiquement" à traiter beaucoup.
- Les parcelles possédant des combinaisons qui semblent "incohérentes" de pratiques chimiques et agronomiques :
 - sur une minorité de parcelles (7,6%), malgré une combinaison des pratiques agronomiques favorable à une sensibilité accrue aux maladies, l'agriculteur n'a que faiblement recours aux fongicides. Une pression maladie régionale faible aurait pu justifier cet emploi limité d'intrants chimiques ; or les parcelles de ce cadran se répartissent équitablement dans les différentes modalités de pression "maladies" régionale. Elles présentent donc une stratégie de protection contre les maladies plutôt atypique.
 - 46% des parcelles, conduites de manière à limiter leur sensibilité vis-à-vis des maladies, sont pourtant fortement traitées aux fongicides, bien que la pression "maladies" régionale soit faible à moyenne. Là encore, l'association entre techniques de lutte agronomique et chimique semble incohérente. On note toutefois un niveau de rendement moyen à fort, qui pourrait éventuellement justifier un tel emploi de fongicides ; on peut en effet penser qu'il s'agit de parcelles à fort potentiel sur lesquelles il faut "assurer" un niveau de rendement élevé.

Les leviers d'actions pour une diminution de la pression phytosanitaire concernent les parcelles à fort recours aux fongicides, c'est-à-dire plus de trois quarts des parcelles de l'échantillon ; on note par ailleurs que ces parcelles appartiennent à la fois aux cas cohérents et incohérents de combinaisons de moyens agronomiques et chimiques.

- pour les 46% des parcelles à fort recours aux fongicides, malgré une faible pression sanitaire a priori, les marges de manœuvre semblent "faciles" à mettre en œuvre, dans la mesure où l'agriculteur conduit déjà la culture d'une manière qui limite la pression "maladies" locale. L'emploi des fongicides pourrait sans doute être réduit sans aucune autre modification de l'itinéraire technique.
- Pour les 30% de parcelles combinant fort recours aux fongicides et pratiques agronomiques favorables à une forte pression parasitaire, diminuer la pression phytosanitaire semble plus difficile à mettre en œuvre, dans la mesure où il s'agit de modifier l'ensemble du mode de conduite, afin de rendre la parcelle moins sensible aux attaques de maladies. A cette condition, l'emploi de fongicides pourrait alors être diminué, sous réserve toutefois que la pression "maladies" régionale ne soit pas trop élevée.

Tableau 17. Blé tendre : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en œuvre</i>		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)	Retard semis, diminution densité, choix variétal et N réduit	Idem ITK + fréquence blé + désherbage méca
ZONE 1 Basse-Normandie Bourgogne Champagne-Ardenne Haute-Normandie Ile de France Nord Pas de Calais Picardie	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	77,8 (12,6) 96%	81,4 (11,4) 100%	81 100%	73 90%	73 90%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	4,9 (0,8) 72%	6,8 (1,1) 100%	4,9 72%	2,6 38%	2,1 31%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides et insecticides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	13,2 95%	13,9 100%	13,1 94%	12,6 90%	12,4 89%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	3,2 92%	3,5 100%	3,1 88%	3,0 85%	2,7 77%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	589 102%	580 100%	628 108%	616 106%	631 109%
	ZONE 2 Bretagne Centre Franche-Comté Pays de Loire Poitou-Charentes	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	68,1 (11,5) 94%	72,8 (10,8) 100%	71 98%	65 89%
IFT global <i>En % du niveau 0</i>		3,5 (0,7) 69%	5,2 (1,1) 100%	4,1 79%	2,4 46%	2 38%
Principal poste de gain /IFT				Fongicides et insecticides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>		12,0 94%	12,9 100%	12,7 99%	11,9 93%	12,0 93%
Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>		2,9 91%	3,2 100%	3,1 96%	3,1 95%	3,1 95%
Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>		516 98%	525 100%	539 103%	541 103%	555 106%
ZONE 3 Alsace Lorraine		Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	69,5 (8,7) 95%	73,4 (7,6) 100%	72 98%	65 89%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	3,4 (0,7) 70%	5,1 (1,1) 100%	3,6 72%	1,9 38%	1,7 34%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides et insecticides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	12,3 94%	13 100%	12,8 98%	11,8 91%	11,7 90%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	2,9 92%	3,2 100%	3,0 93%	2,9 92%	2,8 88%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	540 100%	542 100%	557 103%	554 102%	561 103%
	ZONE 4 Auvergne Aquitaine Languedoc-Roussillon Limousin Midi Pyrénées PACA Rhône-Alpes	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	60,6 (12,7) 93%	65,2 (12,2) 100%	64 98%	58 89%
IFT global <i>En % du niveau 0</i>		2,4 (0,6) 58%	3,9 (0,4) 100%	2,5 63%	2,2 55%	1,7 43%
Principal poste de gain /IFT				Fongicides et insecticides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>		11,6 93%	12,4 100%	12,1 98%	11,4 92%	11,6 94%
Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>		2,7 92%	2,9 100%	2,7 93%	2,9 100%	2,9 102%
Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>		469 100%	471 100%	494 105%	466 99%	484 103%

- Le **niveau 2c** permet de rajouter à ces réductions celle (modérée) des herbicides. Avec ce mode de conduite, l'utilisation des pesticides sur blé tendre est diminuée de 63% en moyenne (de 57 à 69% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite, pour la culture du blé, est très comparable à celle estimée en niveau 1 (un peu plus de 5% d'amélioration par rapport à l'intensif). En revanche, la marge dégagée à l'échelle de la succession culturale risque d'être affectée par l'introduction dans la rotation de culture potentiellement à plus faible rentabilité.
- Le temps de travail consacré à la culture est globalement réduit par rapport à l'intensif sur toutes les conduites alternatives proposées (par réduction du nombre de passages), de l'ordre de 7% pour les niveaux 1 et 2a et 9,5% pour le niveau 2c, avec des différences entre zones selon l'intensité du recours au désherbage mécanique.

La consommation d'énergie (en GJ/ha) s'en trouve également réduite par rapport à l'intensif sur les niveaux 2a et 2c (de l'ordre de 8 à 10%), pour une efficacité énergétique assez comparable.

2.1.3. Blé dur

2.1.3.1. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

Le blé dur occupe une surface restreinte en France ; avec un IFT moyen peu élevé (2,6), correspondant aux pratiques normales sur blé dans la zone de production, essentiellement le sud de la France, il contribue donc faiblement à l'usage des phytosanitaires en France (3% de l'EDP).

La production française est assez concentrée, 4 régions (enquêtées par le SCEES) totalisent 80% des surfaces : Midi-Pyrénées, Centre, Languedoc-Roussillon et PACA (Agreste, 2007). Poitou-Charentes et Pays de Loire comptent respectivement 10 et 7% des surfaces ; ces régions ont été analysées à dire d'experts.

La figure 6 présente la variabilité des IFT (tous produits confondus et fongicides) entre les régions productrices et au sein de ces régions. Cette variabilité est très forte, avec 2 régions à IFT important (moy>3) : Centre et Midi-Pyrénées. La région PACA présente à l'inverse les plus faibles IFT (moyenne<1). Enfin, Languedoc-Roussillon est intermédiaire avec un IFT moyen autour de 2.

Cette dernière région apparaît plus hétérogène que les autres sur la conduite des fongicides : l'IFT_{fongicide} y est très variable, traduisant une utilisation très diverse en fonction des parcelles.

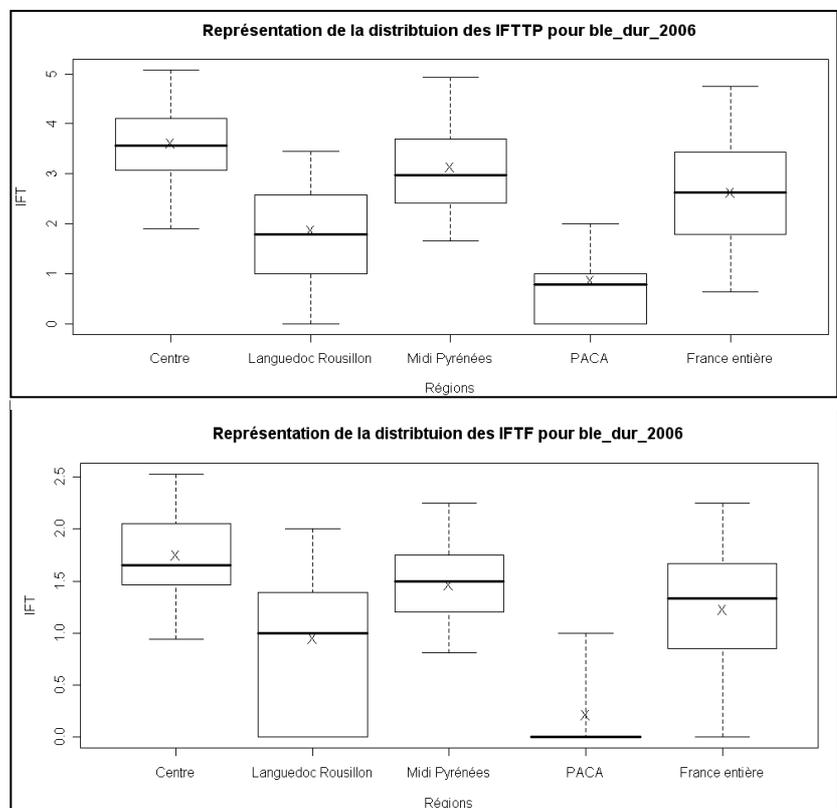


Figure 6. Distribution régionale de l'IFT pour le blé dur en 2006

La figure 7 met en relation potentialités de rendement du blé dur, pression de maladies en 2006 et IFT_{fongicide} 2006.

Comme pour le blé tendre, l'utilisation des fongicides en 2006 n'est pas corrélée à la pression fongique. Le niveau de potentialités semble influencer plus fortement sur l'utilisation de fongicide : les deux régions à fort rendement font partie de la classe à fort IFT, malgré des niveaux différents de risques fongiques en 2006.

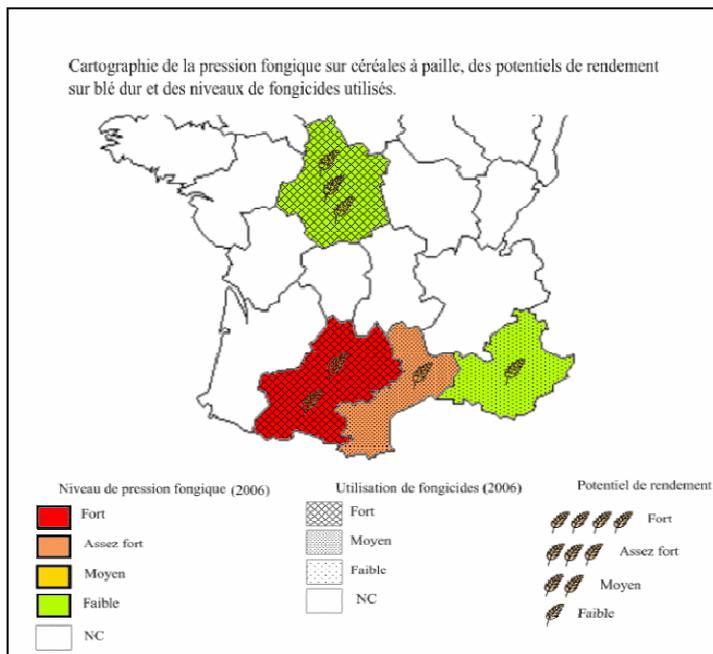


Figure 7. Zonage pour le blé dur

Le zonage proposé pour la culture de blé dur en France est le suivant.

Classe	Régions concernées	IFTTP 2006	IFTF 2006	Rendement potentiel
Consommation faible	PACA	1	< 0,5	40 q/ha
Consommation moyenne	Languedoc-Roussillon	2	1	40 q/ha
Consommation élevée	Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	environ 3	environ 1,5	> 55 q/ha

En résumé, les conduites du blé dur, en France, en niveau "actuel" et niveau zéro peuvent être caractérisées par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau "actuel" pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 pratiques actuelles intensives	
		Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]
1	PACA	28.5 [13]	0.9 [0.3]	35.7 [17.9]	2.1 [0.9]
2	Languedoc-Roussillon	36.7 [12.1]	1.9 [0.5]	45.3 [8.8]	3.4 [0.8]
3	Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	55 [11.5]	3.3 [0.6]	57 [12.5]	4.9 [0.9]

Sources : SCEES 2006

2.1.3.2. Caractérisation du niveau 1

Les bioagresseurs du blé dur sont les mêmes que ceux du blé tendre, mais des sensibilités ou adaptations des souches peuvent exister notamment pour les septorioses (tritici) plus agressives sur blé tendre que sur blé dur en France. Compte tenu de cette similitude, le raisonnement des interventions chimiques qui caractérise ce niveau 1 est identique à celui décrit pour le blé tendre (voir tableau 12 et section correspondante).

Comme pour le blé tendre, en l'absence de données statistiques sur les performances de ces stratégies "raisonnées", ce niveau 1 a été qualifié à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, et d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs. Les rendements moyens retenus sont là encore très légèrement inférieurs (de 1 à 2 q en moyenne) à ceux du niveau 0, pour tenir compte des risques occasionnels d'échecs de cette stratégie, risques qui restent d'ampleur limitée sur blé dur.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du blé dur en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	PACA	35	1,7
2	Languedoc-Roussillon	44	2
3	Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	55	3,4

2.1.3.3. Caractérisation du niveau 2a

Principes

Comme pour le blé tendre, les principes applicables s'appuient en particulier sur :

- des semis retardés d'au moins 15 jours par rapport aux pratiques "courantes",
- un choix de variétés multi-résistantes quand elles sont disponibles ("rustiques"), en tenant compte de la diversité des génétiques à l'échelle territoriale,
- la diminution de la densité de semis et de la dose d'azote (associée à un objectif de rendement un peu inférieur),
- la destruction et l'enfouissement des repousses ou résidus de cultures hôtes du pathogène.
- l'augmentation du nombre de passages d'outils de travail du sol superficiel pendant l'interculture.
- le désherbage mécanique.

L'application de l'ensemble de ces principes permet d'installer un couvert aéré et peu luxuriant, peu favorable au développement des principales maladies affectant le blé dur, dont l'efficacité est renforcée par le caractère multi-résistant de la variété retenue. Les risques de verse sont aussi largement diminués. Enfin, le décalage des semis permet dans la plupart des cas l'esquive des pucerons vecteurs de la JNO, et des stratégies de gestion des mauvaises herbes utilisant les faux-semis. Des techniques de désherbage mécanique (herse étrille, houe) sont également mises en œuvre à ce niveau 2a, malgré des efficacités moyennes. En raison des conditions météo plus favorables dans les régions de production du blé dur, ce désherbage mécanique peut être mis en œuvre tous les ans, contrairement au cas du blé tendre.

Mises en œuvre

Le groupe n'ayant pas connaissance de dispositifs expérimentaux sur blé dur en conduite intégrée, la caractérisation du niveau 2a proposée s'appuie sur l'expertise de ses membres, élargie à celle de personnes "ressources" sur cette culture. Les hypothèses fortes mobilisées sont celles d'une grande similitude de comportement entre le blé tendre et le blé dur.

En résumé, le niveau 2a "ITk intégré" du blé dur en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2a "ITk intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	PACA	31.8	1.4
2	Languedoc-Roussillon	40	1.6
3	Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	50	2.7

2.1.3.4. Caractérisation du niveau 2c

Principes

A ce niveau, il s'agit de diminuer le "réservoir" de bioagresseurs présent sur la parcelle et indirectement sur les parcelles proches, en diversifiant la rotation et/ou les cultures dans l'espace. Cette diversité de cultures peut être obtenue en augmentant la part des espèces autres que le blé dur dans la rotation et en évitant la succession de deux blés durs (en moyenne, 42% des parcelles blé dur de l'échantillon SCEES 2006 ont un précédent blé (tendre ou dur), et cette proportion est plus forte en PACA et Languedoc Roussillon. La diversification concomitante des périodes de semis s'accompagne d'une moins grande spécialisation de la flore adventice, ce qui la rend plus facile à gérer.

Mises en œuvre

Plus encore que pour le blé tendre, les expériences de mise en œuvre de ces stratégies à l'échelle du système de culture restent rares ; les experts ont mobilisé et valorisé l'expérience acquise sur quelques expérimentations "systèmes de culture" de longue durée (ferme expérimentale d'Arvalis à Boigneville), ainsi que le travail de prototypage à dire d'experts de systèmes de culture engagé dans le cadre du projet ADAR "Systèmes de culture innovants".

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" du blé dur en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2c "SdC intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	PACA	31.8	1.2
2	Languedoc-Roussillon	40	1.4
3	Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	50	2.5

2.1.3.5. Caractérisation du niveau 3

Le blé dur ne représente qu'à peine 3% des surfaces cultivées en céréales bio (données Agence bio 2006). Cette très faible surface s'accompagne d'une absence totale de données statistiques en termes de rendement et de pratiques. Néanmoins, le blé dur présente les mêmes caractéristiques que le blé tendre en conduite biologique : céréale à paille d'hiver, il est souvent carencé en azote et difficile à désherber.

Comme pour le blé tendre, en l'absence de données statistiques sur lesquelles fonder une évaluation des pertes de rendement liées au passage à la conduite AB, une estimation est proposée à partir des données disponibles et d'expertise : les rendements du blé dur en conduite AB sont compris entre 40 et 50% des rendements obtenus en conventionnel. Les pratiques et les rendements seront par contre moins source de variété dans la mesure où cette culture va trouver sa place surtout dans des systèmes céréaliers extensifs d'exploitations mixtes du sud de la France (voir Chapitre 3) et se trouve préférentiellement cultivée derrière un précédent paille laissant peu d'azote (pour des soucis de qualité).

Nous renvoyons la description des blés durs en conduite biologique à la partie 3 "systèmes de culture".

2.1.3.7. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète présentée en annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du blé dur.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insère l'espèce considérée (voir Chapitres 1 et 3).

Tableau 18. Blé dur : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
Principes de mise en œuvre		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)	Retard semis, diminution densité, choix variétal et N réduit, désherbage méca	Idem ITK + fréquence blé dur + désherbage méca
ZONE 1 PACA	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	28,5 (13) 80%	35,7 (17,9) 100%	35 98%	31,8 89%	31,8 89%
	IFT global En % du niveau 0	0,9 (0,3) 41%	2,1 (0,9) 100%	1,7 77%	1,4 64%	1,2 55%
	Principal poste de gain /IFT			herbicides	Insecticides et fongicides	Idem + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	10,8 89%	12,1 100%	11,7 96%	11,4 94%	11,3 93%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	2,6 93%	2,8 100%	2,5 90%	2,9 104%	2,7 98%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	203 83%	243 100%	251 103%	221 91%	227 93%
ZONE 2 Languedoc-Roussillon	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	36,7 (12,1) 81%	45,3 (8,8) 100%	44 97%	40 88%	40 88%
	IFT global En % du niveau 0	1,9 (0,5) 55%	3,4 (0,8) 100%	2 61%	1,6 48%	1,4 42%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	12,2 88%	13,8 100%	13,4 97%	13,1 95%	12,8 92%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	2,7 91%	2,9 100%	2,7 92%	3,1 105%	2,8 95%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	260 84%	309 100%	339 110%	302 98%	308 100%
ZONE 3 Centre, Midi-Pyrénées, Pays de Loire, Poitou-Charentes	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	55 (11,5) 96%	57 (12,5) 100%	55 96%	50 88%	50 88%
	IFT global En % du niveau 0	3,3 (0,6) 67%	4,9 (0,9) 100%	3,4 69%	2,7 55%	2,5 51%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides	Fongicides et insecticides	Idem + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	14,0 97%	14,5 100%	14,0 97%	13,2 91%	12,9 89%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	2,9 92%	3,2 100%	2,9 91%	3,0 93%	2,8 87%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	442 104%	426 100%	447 105%	410 96%	416 98%

Les principaux enseignements sur blé dur sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 31% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 "intensif". Comme sur blé tendre, cette réduction touche surtout les fongicides et les insecticides dans une moindre mesure. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc pas négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de 6% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006).
- Le **niveau 2a** permet d'aller plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 44% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 36 à 52% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 12% en moyenne. La marge brute est dégradée par rapport à celle obtenue en intensif (réduction moyenne de 5%). A ce niveau de rupture, ce sont toujours les fongicides et les insecticides qui sont concernés par la réduction.

▪ Le **niveau 2c** permet de rajouter à ces réductions celle (modérée) des herbicides. Avec ce mode de conduite, l'utilisation des pesticides sur blé dur est diminuée de 51% en moyenne (de 45 à 58% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite, à l'échelle de la campagne agricole, est très comparable à celle estimée en niveau 2a (5% de dégradation par rapport à l'intensif).

▪ Le temps de travail de la conduite "raisonnée" consacré à la culture est globalement réduit par rapport à l'intensif (de 9% en moyenne). Pour les autres modes de conduite, la réduction n'est pas systématique selon les zones, la diminution du nombre de passages de pulvérisateurs (systématique et importante) ne compensant qu'en partie l'augmentation du temps consacré au désherbage mécanique.

La consommation d'énergie (en GJ/ha) est globalement réduite par rapport à l'intensif sur les niveaux 1, 2a et 2c (respectivement 3%, 7% et 9%), pour une efficacité énergétique assez comparable en niveau 1, mais dégradée de 3 à 5% en niveau 2c et 2a.

2.1.4. Orge de printemps et d'hiver

2.1.4.1. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

L'orge contribue, à hauteur du troisième rang, à l'utilisation des pesticides. La sole, deuxième plus importante, justifie cette position malgré un IFT d'une valeur moyenne pour les grandes cultures.

Espèce	Surface (Ha)	IFT- Tous produits	IFT- Herbicides	IFT- Fongicides	IFT- Insecticides	IFT- Autres produits
ORGE	1 669 260	3.2	1.3	1.2	0.2	0.5

Comme pour le blé dur et le blé tendre, on note une variabilité de la pression d'utilisation des phytosanitaires, essentiellement due à la variabilité d'utilisation des fongicides (Figure 8).

Sur les 12 régions étudiées, qui représentent 87% de la surface cultivée en orge en France, (source : AGRESTE, 2007), on peut ainsi identifier 3 grands types de modes de conduite :

- une stratégie de forte utilisation des pesticides pour les trois régions du nord (Haute Normandie, Nord Pas de Calais et Picardie) avec un IFT_{tous produits} moyen supérieur à 3,5 et un IFT_{fongicides} moyen supérieur à 1,5 ;

- une stratégie à faible utilisation de pesticides pour Midi-Pyrénées avec un IFT_{tous produits} autour de 1,5 et un IFT_{fongicides} autour de 0,5 ;

- une stratégie intermédiaire pour les autres régions productrices enquêtées (Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne Ardenne, Franche Comté, Ile de France, Lorraine, Midi Pyrénées et Poitou-Charentes) avec un IFT_{tous produits} d'environ 3 et un IFT_{fongicides} autour de 1,25.

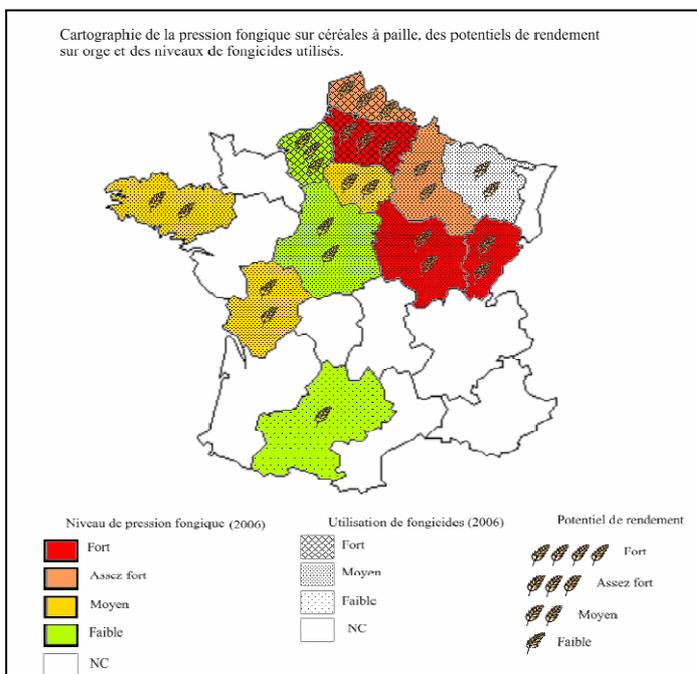


Figure 8. Zonage pour les céréales à paille

Comme pour les autres céréales à paille, on ne constate pas de lien, en 2006 du moins, entre le niveau de pression fongique et le niveau de fongicide utilisé (Figure 8), et on observe une forte corrélation entre les potentialités de rendement des régions et le niveau de fongicide utilisé. Ceci ne signifie pas que le rendement

est proportionnel à la quantité de fongicides utilisée : les terres du nord de la France présentent un potentiel de rendement supérieur aux autres régions pour des raisons pédoclimatiques. L'usage plus élevé de fongicides peut traduire un souhait de se rapprocher le plus possible du potentiel de rendement maximum.

Zonage, pratiques actuelles et niveau 0

Zone	Régions concernées	IFTTP 2006	IFTF 2006	Rendement potentiel
Nord 1	Haute Normandie, Picardie, Nord Pas de Calais	>3,5	>1,5	80 q/ha
Sud 2	Midi-Pyrénées	<1,5	0.5	50 q/ha
Autres 3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile-de-France, Lorraine, Poitou-Charentes	environ 3	environ 1,25	entre 65 et 70 q/ha

En résumé, les conduites en niveau "actuel" et niveau 0 de l'orge de printemps et d'hiver peuvent être caractérisées par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Orge d'hiver :

Zone	Régions	Niveau "actuel", pratiques actuelles moyennes		Niveau 0, pratiques actuelles intensives	
		Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]
1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	76.6 [10.6]	4.1 [0.6]	78.3 [9.6]	5.4 [0.9]
2	Midi-Pyrénées	46.7 [15.4]	1.6 [0.5]	56 [13.6]	3 [0.8]
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	67 [11.1]	3.5 [0.6]	71 [10]	4.9 [0.8]

Orge de Printemps :

1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	68 [9.01]	3.5 [0.6]	72 [7]	4.9 [0.6]
2	Midi-Pyrénées	Peu d'Orge de printemps en zone 2. Prendre les valeurs de la zone 3			
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	58.5 [13.9]	2.7 [0.6]	62.6 [13.4]	3.8 [0.7]

Sources : SCEES 2006

2.1.4.2. Caractérisation du niveau 1

Les principes

Les instituts techniques (Arvalis) et les SRPV ont cherché à mettre au point des modèles de suivi et d'évolution des principales maladies des orges d'hiver et de printemps. Dans l'état actuel les conduites cherchent à maximiser le rendement par l'établissement d'un nombre élevé d'épis. Cet objectif est actuellement atteint par des densités de semis élevées (application de celles pratiquées en blé tendre d'hiver pour les escourgeons d'hiver), et des apports d'azote assez précoces qui, conjugués à des capacités de tallage importantes pour l'espèce contribuent à une fermeture du couvert. Ce couvert très fermé maintient une hygrométrie et une température importantes qui favorise le développement des maladies cryptogamiques (helminthosporiose, rhynchosporiose, oïdium, rouille naine et plus récemment les grillures polliniques et la ramulariose). Dans ce contexte, les recherches pour identifier des seuils de déclenchement de traitements fongicides en fonction d'une fréquence de feuilles atteintes pour un étage foliaire n'ont pas abouti. De même, contrairement au blé, les Outils d'Aide à la Décision permettant de prévoir le risque de maladies manquent

cruellement. Il en résulte une préconisation d'application plutôt systématique de deux traitements fongicides, dont le premier peut être modulé, si l'arrivée des maladies est tardive, ou si la variété est peu sensible. La décision de la suppression de ce premier traitement est laissée à l'appréciation du conseiller ou de l'agriculteur, sans moyen d'objectivation.

Pour les 2 types d'orge, le nombre de variétés tolérantes aux maladies est limité. En effet le choix variétal des orges à 2 rangs est imposé par la filière pour répondre aux cahiers des charges des malteurs-brasseurs. Ainsi, la qualité technologique est prioritaire par rapport à la tolérance aux maladies et à la verse. L'agriculteur et son conseiller n'ont donc pas toujours le choix de la variété : choisir une variété qui n'est pas préférée par la filière exclut l'agriculteur d'une contractualisation, a priori, plus rémunératrice. En orge fourragère le choix variétal est plus ouvert.

Tableau 19. Orge : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Principaux bioagresseurs	Raisonnement des techniques de lutte - Niveau 1
Viroses	
Virus de la mosaïque	Seule la lutte génétique est possible (mais évolution des virus en fonction des variétés les plus développées)
Maladies	
Oïdium	Interventions selon seuils (50 % des plantes atteintes). Signalées par les A.A.
Helminthosporiose teres	Observations. Interventions signalées par les A.A (seuils), entre 1 noeud et sortie des 1 ^{re} barbes.
Piétin Echaudage (blé dur > blé tendre > orge > triticales)	Traitement de semences dans les parcelles à risques en alternant les substances actives.
Fusarioses productrices de mycotoxines (orge de printemps exclusivement)	Aucun traitement fongicide identifié efficace.
"Fusariose" (blé, seigle, triticales, orge)	Risque limité sur orge.
Rhynchosporiose	En préventif, traitement de semences pour les variétés les plus sensibles ou les orges de printemps semées à l'automne. Observations. Interventions signalées par les A.A, si nécessaire entre 1 noeud et la sortie des barbes.
Ravageurs	
Pucerons à l'automne vecteurs de la jaunisse nanifiante des céréales	Intervention en préventif avec un traitement de semences adapté à base de néonicotinoïde, sur les semis précoces uniquement, ou par un traitement en végétation en présence de pucerons au-delà du seuil. Attaques possibles d'octobre à janvier fonction du climat de la zone et de l'année (cas exceptionnel des hivers doux de l'ouest et du sud de la France) avec risque de contamination jusqu'à redressement. Pour les céréales de printemps fin mars – début avril avec une forte variabilité du stock de pucerons vecteurs. Interventions signalées par les A.A (seuils). NB : le seuil d'intervention ne peut être mis en œuvre par l'agriculteur lui-même). Les traitements de semences peuvent voir leur efficacité diminuer si une forte pluie suit le semis ou la levée ou si la levée intervient en conditions trop sèches (biodisponibilité du traitement). Le standard de protection requiert 1 traitement mais deux voire trois traitements peuvent être nécessaires sur semis précoces les années exceptionnelles.
Flore adventice	
Toutes espèces	Aucun élément de lutte différenciant le niveau 1 du niveau « actuel ». L'adaptation du seuil d'intervention n'est pas efficace pour réduire l'usage d'herbicide à moyen terme.

Les mises en œuvre

Le groupe a qualifié ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, enrichis d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" de l'orge de printemps et d'hiver en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Orge d'hiver :

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	78	4.3
2	Midi-Pyrénées	55	1.9
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	70	3.4

Orge de printemps :

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	70	4.1
2	Midi-Pyrénées	Peu d'Orge de printemps en zone 2	
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	62	3,95

2.1.4.3. Caractérisation du niveau 2a

Les principes applicables s'appuient en particulier sur :

- un choix de variétés peu sensibles (à l'helminthosporiose et à la rouille naine notamment), en tenant compte de la diversité des génétiques à l'échelle territoriale,
- la diminution de la densité de semis (d'au moins 20% par rapport au niveau 1) et de la dose d'azote (associée à un objectif de rendement un peu inférieur),
- la destruction et l'enfouissement des repousses ou résidus de cultures hôtes des pathogènes.

L'application de l'ensemble de ces principes permet d'installer un couvert aéré et peu luxuriant, peu favorable au développement des principales maladies affectant l'orge, dont l'efficacité est renforcée par le caractère peu sensible de la variété retenue. Les risques de verse sont aussi largement diminués. Des techniques de désherbage mécanique (herse étrille) sont également mises en œuvre à ce niveau 2a.

La mise en place de dispositifs expérimentaux sur orge en conduite intégrée est assez récente et pas encore organisée comme en blé tendre. Aussi la caractérisation du niveau 2a proposée s'appuie sur l'expertise de ses membres, élargie à celle de personnes "ressources" sur cette culture (quelques essais dans réseau blé rustique depuis 2006 (synthèse I. Félix – Arvalis)).

En résumé, le niveau 2a "ITk intégré" de l'orge en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Orge d'hiver :

Zone	Régions	Niveau 2a "ITk intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	71	3.1
2	Midi-Pyrénées	50	1.5
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	64	2.3

Orge de printemps :

1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	64	2.75
2	Midi-Pyrénées	Peu d'Orge de printemps en zone 2	
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	56	2.65

2.1.4.4. Caractérisation du niveau 2c

A ce niveau, il s'agit de diminuer le "réservoir" de bioagresseurs présent sur la parcelle et indirectement sur les parcelles proches, en diversifiant la rotation et/ou les cultures dans l'espace. Cette diversité de cultures peut être obtenue en augmentant la part des espèces autres que l'orge dans la rotation. Elle contribue à un moindre salissement du système par la flore adventice, d'autant plus que la diversification des cultures s'accompagne d'une diversification des dates de semis, rendant la gestion de la flore plus facile.

Plus encore que pour le niveau 2a, les expériences de mise en œuvre de ces stratégies à l'échelle du système de culture restent rares ; les experts ont mobilisé et valorisé l'expérience acquise sur quelques expérimentations "systèmes de culture" de longue durée (PIC adventices à l'INRA de Dijon, ferme expérimentale d'Arvalis à Boigneville), ainsi le travail de prototypage à dire d'experts de systèmes de culture engagé dans le cadre du projet ADAR "Systèmes de culture innovants".

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" de l'orge en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Orge d'hiver :

Zone	Régions	Niveau 2a "ITk intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	71	2.6
2	Midi-Pyrénées	50	1.5
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	64	2.1

Orge de printemps :

1	Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie	64	2.25
2	Midi-Pyrénées	Peu d'Orge de printemps en zone 2	
3	Bourgogne, Bretagne, Centre, Champagne, Franche-Comté, Ile de France, Lorraine, Poitou-Charentes	56	2.15

2.1.4.5. Caractérisation du niveau 3

Les orges représentent 11% des surfaces cultivées en céréales bio (données Agence bio 2006). Elles forment avec le triticale les céréales secondaires les plus fréquentes, destinées à l'autoconsommation.

Elles présentent les mêmes caractéristiques que les autres céréales à paille en conduite bio : les principaux facteurs limitants sur cette culture sont la gestion des adventices et la fertilisation azotée.

Comme pour le blé, en l'absence de données statistiques sur lesquelles fonder une évaluation des pertes de rendement liées au passage à la conduite bio, une estimation est proposée à partir des données disponibles et d'expertise : les rendements de l'orge en conduite bio sont compris entre 40 et 50% des rendements obtenus en conventionnel. Les pratiques et les rendements seront par contre moins source de variabilité dans la mesure où cette culture est quasi systématiquement cultivée derrière un blé dans des systèmes mixtes (voir Chapitre 3).

Nous renvoyons la description des orges en conduite biologique au chapitre 3 "systèmes de culture".

2.1.4.7. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète présentée en annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite de l'orge.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insèrent l'espèce considérée (voir Chapitres 1 et 3).

Tableau 20. Orge d'hiver : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
Principes de mise en œuvre		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)	Diminution densité, choix variétal et N réduit, désherbage méca	Idem ITK + fréquence céréales paille + désherbage méca
ZONE 1 Haute-Normandie Nord-Pas de Calais Picardie	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	76,6 (10,6) 97%	78,9 (9,8) 100%	78 99%	71 90%	71 90%
	IFT global En % du niveau 0	4,1 (0,6) 76%	5,4 (0,9) 100%	4,3 80%	3,1 57%	2,6 48%
	Principal poste de gain /IFT			fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	12,1 97%	12,5 100%	12,3 98%	11,7 93%	11,8 95%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,3 94%	3,5 100%	3,3 95%	3,3 95%	3,5 98%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	236 123%	192 100%	258 135%	283 148%	300 157%
ZONE 2 Midi-Pyrénées	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	46,7 (15,4) 83%	56 (13,6) 100%	55 98%	50 89%	50 89%
	IFT global En % du niveau 0	1,6 (0,5) 53%	3 (0,8) 100%	1,9 63%	1,5 50%	1,5 50%
	Principal poste de gain /IFT			fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	9,4 88%	10,7 100%	10,5 98%	10,0 94%	10,0 94%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	2,7 92%	3,0 100%	2,8 96%	2,9 99%	2,9 99%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	152 110%	139 100%	189 136%	180 130%	180 130%
ZONE 3 Bourgogne Bretagne Centre Champagne Franche-Comté Ile de France Lorraine Poitou-Charentes	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	67 (11,1) 94%	71 (10) 100%	70 99%	64 90%	64 90%
	IFT global En % du niveau 0	3,5 (0,6) 71%	4,9 (0,8) 100%	3,4 69%	2,3 47%	2,1 43%
	Principal poste de gain /IFT			fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	11,2 94%	11,9 100%	11,6 99%	10,9 90%	11,1 90%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,0 91%	3,3 100%	3,0 91%	3,0 89%	3,1 92%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	206 118%	174 100%	209 120%	247 142%	254 146%

Les principaux enseignements sur orge d'hiver sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 29% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 "intensif". Comme sur blé tendre, cette réduction touche surtout les fongicides et les insecticides dans une moindre mesure. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc pas négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de 35% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006).
- Le **niveau 2a** permet d'aller plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 49% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 43 à 53% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 10% en moyenne. La marge brute est fortement améliorée par rapport à celle obtenue en intensif (augmentation moyenne de 40%). A ce niveau de rupture, ce sont toujours les fongicides et les insecticides qui sont concernés par la réduction.

▪ Le **niveau 2c** permet de rajouter à ces réductions celle (modérée) des herbicides. Avec ce mode de conduite, l'utilisation des pesticides sur orge d'hiver est diminuée de 53% en moyenne (de 52 à 57% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite est très comparable à celle estimée en niveau 2a (43% d'amélioration par rapport à l'intensif).

▪ Le temps de travail des différents modes de conduite alternatifs au niveau « intensif » sont globalement légèrement inférieurs (réduction de 8% en moyenne pour le niveau « raisonné », 6% pour le niveau 2a et 4% pour le 2c).

La consommation d'énergie (en GJ/ha) est similaire pour les niveaux « intensif » et « raisonné ». Elle est réduite par rapport à l'intensif sur les niveaux 2a et 2c (respectivement 7% et 6%), pour une efficacité énergétique identique en niveau 1, mais dégradée de 3 à 4% en niveau 2a et 2c.

Tableau 21. Orge de printemps : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en œuvre</i>		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)	Diminution densité, choix variétal et N réduit, désherbage méca	Idem ITK + fréquence céréales paille + désherbage méca
ZONE 1 Haute-Normandie Nord-Pas de Calais Picardie	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	68 (9,01) 94%	72 (7) 100%	70 97%	64 89%	64 89%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	3,5 (0,6) 73%	4,9 (0,6) 100%	4,1 85%	2,75 57%	2,25 47%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	10,3 94%	10,9 100%	10,7 97%	9,7 88%	9,6 88%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	3,1 93%	3,3 100%	3,2 96%	3,4 101%	3,3 99%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	372 109%	341 100%	382 112%	413 121%	426 125%
ZONE 2 Midi-Pyrénées	Peu d'orge de Printemps en zone 2 => prendre les valeurs de la zone 3					
ZONE 3 Bourgogne Bretagne Centre Champagne Franche-Comté Ile de France Lorraine Poitou-Charentes	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	58,5 (13,9) 93%	62,6 (13,4) 100%	62 99%	56 89%	56 89%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	2,7 (0,6) 69%	3,8 (0,7) 100%	3,95 101%	2,65 68%	2,15 55%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	10,5 94%	11,1 100%	11 99%	10,7 97%	10,9 98%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	2,9 94%	3,1 100%	3,1 101%	3,3 106%	3,4 109%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	303 107%	282 100%	269 95%	298 106%	316 112%

Les principaux enseignements sur orge de printemps sont les suivants :

▪ Une légère réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 7% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 "intensif". Cette réduction touche surtout les fongicides. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement est donc faible. Par rapport à l'intensif, la marge brute est légèrement améliorée de 3% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006), avec une forte variabilité du résultat selon les zones.

- Le **niveau 2a** permet d'aller plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 37% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 32 à 43% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 11% en moyenne. A l'échelle "France", une systématisation de ce mode de conduite s'accompagnerait d'une réduction de l'utilisation des pesticides sur orge d'hiver. La marge brute est améliorée par rapport à celle obtenue en intensif (augmentation moyenne de 13%). A ce niveau de rupture, la réduction porte toujours principalement sur les fongicides et sur le premier des deux régulateurs de croissance.
- Le **niveau 2c** permet de rajouter à ces réductions celle des herbicides. Avec ce mode de conduite, l'utilisation des pesticides sur orge de printemps est diminuée de 49% en moyenne (de 45 à 53% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite, à l'échelle de la campagne agricole, est encore améliorée par rapport à celle estimée en niveau 2a (17% d'amélioration en moyenne par rapport à l'intensif).
- Le temps de travail du niveau 1 est globalement comparable à celui nécessaire au niveau "intensif". Les niveaux 2a et 2c sont légèrement supérieurs (augmentation de 3% et 4% respectivement). La consommation d'énergie (en GJ/ha) est similaire pour les niveaux "intensif" et "raisonné". Elle est réduite par rapport à l'intensif sur les niveaux 2a et 2c (de 7% en moyenne sur les 2 niveaux) pour une efficacité énergétique identique en niveau 1, mais dégradée de 5% en niveau 2a et 2c.

2.1.5. Triticale

Le **triticale** (Triticosecale) est la première espèce cultivée créée par manipulation humaine en croisant du blé (genre *Triticum*) avec du seigle (*Secale*). Il est productif et moins exigeant que le blé. Culture mineure en France (environ à 0,3 millions d'hectares), elle reste principalement destinée au bétail avec de faibles débouchés en alimentation humaine (pain, produits de boulangerie).

Ses caractéristiques agronomiques (rusticité, productivité, aspect étouffant) en font une culture d'intérêt dans le cadre d'une diversification des successions de culture. Elles justifient sa caractérisation simplifiée dans le cadre de l'étude (niveau 2c).

Elle partage pour partie les mêmes bioagresseurs que ceux du blé (voir section 2.1.1.), mais y est beaucoup plus tolérante. L'aptitude à la compétition vis-à-vis des adventices permet d'envisager des impasses de désherbage fréquentes dans cette culture dans des situations de succession culturale diversifiée.

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" sur triticale en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes :

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France	62	1.53

2.2. Maïs et sorgho

Cette section consacrée principalement au maïs grain (culture enquêtée par le SCEES) comporte également quelques éléments sur le sorgho, espèce réputée plus "rustique", qui est intégrée dans les rotations culturales proposées pour les niveaux 2c et au-delà.

2.2.1. Maïs

En 2006, la culture de maïs couvrait 2.84 millions d'ha (soit 9% de la SAU) ; près de la moitié (1,37 million d'ha) est destinée à l'ensilage, les 1,47 millions d'ha restants (dont 0,64 million d'ha irrigués) étant récoltés en grain. La production de semences couvrait environ 38 000 ha, mais cette surface augmente rapidement du fait d'une relocalisation en Europe de l'ouest (55 000 ha en 2008) ; elle est concentrée dans le Sud-ouest

principalement, avec des pôles également dans le département de l'Aude, la Vallée du Rhône, la Limagne et le Val de Loire. La France est le premier exportateur mondial de semences de maïs. Cette étude ne considèrera que le maïs destiné à la production de grain (cf. méthode).

2.2.1.1. Les principaux bioagresseurs

Tableau 22. Maïs : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies								
Fusarioses sur épis	<i>F. graminearum</i> en zone 1 et <i>F. proliferatum</i> en zone 2	** à ***	risque sanitaire	↗		Choix variétal Récolte tardive plus favorable à la maladie Divers stress : lépidoptères foreurs sur les épis, altération du grain à la récolte... ou en végétation : stress hydrique à floraison	Héritabilité parcelle : résidus de maïs laissés en surface sur la parcelle ou les parcelles alentours	Les dégâts de fusariose sont variés et interviennent à différents stades : - au semis avec des fontes de semis (traitements de semences) - verse parasitaire (lutte contre les stress et choix variétal) - dégâts sur épis (risque mycotoxine), c'est le cas qui est développé
Helminthosporiose	Toutes zones	*	***	↗		Choix variétal avec fragilité des gènes mis en œuvre potentiellement contournés		Maladie gérée par la génétique
Ravageurs								
Oscinies (et Géomyza)	1	**	**	↗	sols lourds + climat froid ou humide	Cultures dont le développement est lent		
Noctuelles terricoles (ou Vers gris)	2	**	***	→	Parcelles riches en matière organique, terre noire ou terre de marais. Proximité de zones enherbées. Sud et ouest de la France.			
Chrysomèles	Alsace, Franche Comté, Bourgogne et Rhône Alpes	(*)	***	↗	Proximité des aéroports, dans une moindre mesure des axes de circulation et foyers préexistants		Monoculture de maïs	Extension très limitée à quelques centaines d'ha en France qui se décline en quelques milliers d'ha recevant des traitements. Politique d'éradication en Ile-de-France, Picardie, Alsace, Rhône-Alpes, Bourgogne
Taupins	Toutes zones	**	***	↗	Terres humifères Climat froid ou humide	Semis précoces plus favorables car végétation plus lente	Précédent prairie ou culture fourragère ou jachère sans travail du sol pendant au moins 2 ans	Forte présence dans le Sud-ouest

Source : "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques"

Maïs : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles (Suite)

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturale de la parcelle	
Ravageurs suite								
Sésamie	2	**	***	↗	Les fortes attaques de sésamie sont le fait d'années à hiver doux et à été chaud et plutôt sec (1989-1990).	Semis précoces pour les attaques de 1 ^{re} génération, semis plus tardifs pour les attaques de 2 ^e génération (attractivité des parcelles vertes). Attractivité des parcelles (effet date semis) fonction du différentiel avec les autres parcelles de l'environnement et de la proportion de parcelles au stade le plus attractif. Phénomène de dilution/concentration fonction de cette proportion.		Les dégâts de 2 ^e génération sont les + préjudiciables par l'effet favorisant sur fusarioses. Progression continue façade atlantique depuis 15 ans.
Pyrale	1et 2	***	***	↗	Les fortes attaques de pyrale sont le fait d'années à hiver normalement froid et à été plutôt humide.			Zones de maïs grains généralement plus exposées que celles de maïs ensilage (récolte de la totalité de la plante). En cours d'évolution avec évolution des techniques de récolte de l'ensilage laissant la base de la plante au champ.
Flore adventice								
Espèces annuelles germant en fin de printemps et vivaces	Toutes zones	***	***	↗		Les semis retardés associés à des faux-semis permettent de limiter le potentiel d'infestation	Très forte héritabilité parcellaire : favorisées par monoculture ou succession peu diversifiée en termes de périodes de semis	

Source : "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques"

**** : note maximale du fait du risque sanitaire lié aux mycotoxines (ne concerne que le développement du champignon sur les épis)

Les principaux **insectes ravageurs** du maïs susceptibles d'engendrer des pertes de rendement sont les taupins, les noctuelles terricoles, la pyrale et la sésamie. Les mouches des semis, les scutigerelles, les nématodes, d'autres noctuelles, les oscinies, les pucerons, les cicadelles et accessoirement les tipules peuvent s'ajouter plus secondairement à cette liste (Aubertot et al., 2005). La répartition des dégâts des différents ravageurs est irrégulière sur le territoire : les fréquences, et donc les dégâts, de taupins sont plus ou moins liés à la teneur en matière organique du sol, avec une zone de nuisibilité majeure sur 100 000 ha de sols de Touyas autour de Pau et quelques zones secondaires de sols humifères ailleurs en France ; les scutigerelles sont plus présentes dans le Sud-ouest ; les oscinies et autres diptères dans la moitié nord de la France ; les dégâts de pucerons sont plus sensibles dans la moitié nord de la France. La sésamie, bien que progressant vers le nord, reste préoccupante au sud d'une ligne La Rochelle - Lyon. Seule la pyrale du maïs voit sa zone de forte nuisibilité se déplacer d'une année sur l'autre. On note par ailleurs une forte progression des attaques de mouches ces dernières années dans l'ouest de la France.

Irrégulière sur le plan géographique, la nuisibilité des insectes l'est également au cours du temps, en lien avec la dynamique des différents ravageurs mais aussi de la coïncidence avec la plage de sensibilité de la plante.

L'hybridation a permis l'introduction dans les variétés cultivées d'un nombre important de gènes de résistance aux **maladies**. De nombreuses maladies fongiques ou virales du maïs sont donc gérées par la génétique, ce qui permet de s'affranchir de tout traitement chimique (à l'exception notable des fusarioses) sauf en maïs-semences, les lignées étant par nature plus sensibles aux bioagresseurs et avec des enjeux économiques et

technologiques plus importants. C'est le cas des virus MRDV et MDMV, du charbon des inflorescences, de différentes maladies foliaires dont l'helminthosporiose, avec un risque permanent de contournement des gènes de résistance utilisés.

La nature des **adventices** présentes en culture de maïs résulte à la fois de leurs dates de levée, de la composition de la succession de cultures et de leur maîtrise par le désherbage du maïs.

Plusieurs types d'espèces constituent la cible du désherbage :

- les graminées estivales annuelles : PSD (Panic, Setaire, Digitale)
- les dicotylédones (printanières tardives) : chénopode, amarante, morelle, renouée persicaire,
- les dicotylédones (printanières précoces), dont le développement a été favorisé par la suppression de l'atrazine : renouée des oiseaux, renouée liseron, atriplex et mercuriale,
- les dicotylédones (printanières tardives) à fort gabarit : datura, lampourde, abutilon. Leur toxicité (en particulier le datura) nécessite un contrôle optimal.
- les vivaces : sorgho d'Alep, liseron de haies, chiendents, souchet, carex.

C'est l'association de 2 ou plusieurs de ces types de flore qui complexifie la décision de traitement chimique et en général conduit à augmenter l'IFT_{herbicides} et le coût du programme. Ainsi, selon les types de flore, l'IFT_{herbicides} peut varier de 1 à 3. En monoculture, l'IFT_{herbicides} est souvent plus élevé qu'en rotation avec des cultures d'hiver (pression de graminées plus forte).

Il convient de noter une évolution des pratiques agricoles, l'abandon du labour, qui induit une évolution des bioagresseurs, adventices, arthropodes et maladies. Le labour constitue un moyen de gestion particulièrement efficace pour lutter contre un grand nombre d'entre eux, mais présente un impact négatif sur le bilan énergétique de la culture et l'érosion des sols (des études contradictoires existent à ce sujet).

2.2.1.2. Les pratiques phytosanitaires "actuelles"

La sole de maïs grain s'élève à 13% de la sole des cultures étudiées. La pression phytosanitaire associée à cette culture est relativement faible (IFT_{tous produits} de 1,9 en moyenne en France), ce qui lui permet de ne contribuer qu'à hauteur 6% de l'EDP de ces mêmes cultures. Le principal poste phytosanitaire est constitué par les herbicides (IFT_{herbicides} de 1,4) ; il est suivi par les insecticides (IFT_{insecticides} de 0,4).

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)

L'IFT_{herbicide} moyen en maïs est peu différent de l'IFT_{herbicide} dans les autres cultures. Les triazines, largement utilisées jusqu'en 2003 et à l'origine de la contamination des eaux de surface et souterraines, ont fortement dégradé l'environnement et l'image du maïs. Parmi les substances actives utilisées en prélevée, la famille des chloroacétamides est largement représentée. Cette utilisation, qui peut s'avérer ponctuellement problématique pour la contamination des eaux souterraines, participe cependant à la gestion durable des herbicides de post-levée qui s'appuie principalement sur la famille des sulfonilurées, plus exposée aux phénomènes de résistance des adventices. La solution la plus robuste associe pré-levée (à action racinaire) et post-levée : choix d'un traitement de fond adapté au type de flore attendu (flore simple) et complément en post-levée en présence d'espèces plus difficiles à détruire. Ce type de programme est préconisé en présence de graminées estivales et de liseron des haies.

Cette faible pression phytosanitaire s'accompagne d'une faible variabilité d'utilisation à l'échelle des parcelles françaises (1 point d'IFT sépare les 3^e et 7^e déciles des parcelles étudiées). Toutefois, il faut noter des variations interrégionales des IFT (Figure 10), qui vont de 1,3 pour la Haute Normandie à 2,4 pour l'île de France. La variabilité interrégionale est principalement due à la différence d'utilisation d'insecticide.

L'IFT_{insecticide} reste faible par rapport à la surface de la culture, avec 8,3% de l'EDP insecticide. Ces insecticides correspondent d'une part aux traitements réalisés avec des microgranulés contre les insectes du sol (taupins, voire mouches, scutigérelles) sur environ la moitié des surfaces en grain, et d'autre part à la lutte contre divers insectes dont les pyrales, la sésamie (dans le Sud-ouest) et de façon plus occasionnelle, les pucerons, les cicadelles, les vers gris.

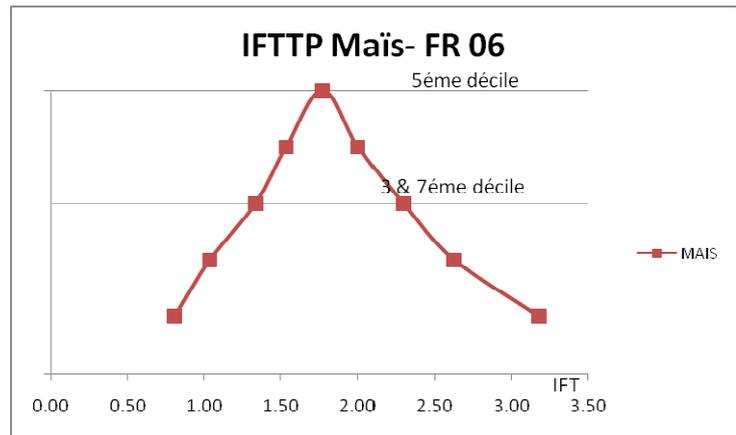


Figure 9. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en maïs en France en 2006

Ces bioagresseurs correspondent en partie à ceux ne pouvant pas être contrôlés par la génétique en l'absence d'adoption de la technologie Bt dont l'efficacité est limitée aux lépidoptères (pyrale, sésamie, cirphis actuellement et à terme vers gris et heliothis). Les surfaces concernées par la lutte insecticide des parties aériennes varient selon les années entre 300 000 et 400 000 ha (en comptant le maïs fourrage).

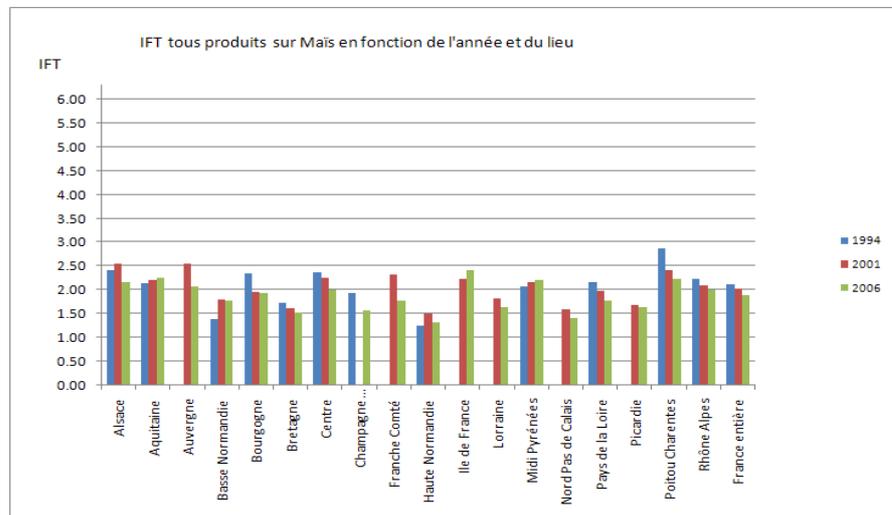


Figure 10. Maïs : variabilité interrégionale et interannuelle de IFT tous produits

Sur 100 000 ha, cette protection fait appel à des hyménoptères parasites (trichogrammes), meilleur exemple de réussite dans l'adoption d'un moyen de lutte biologique. L'efficacité de ce parasitoïde est cependant limitée à la pyrale et ne contrôle ni la sésamie, ni les cirphis (insectes préoccupants dans certaines zones : piémont pyrénéen, voire sud Charentes).

En résumé, la conduite du maïs grain en France en niveaux "actuel" et "intensif" peut être caractérisée par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau "actuel" (pratiques actuelles moyennes)		Niveau 0 (pratiques actuelles intensives)	
		Rendement moyen (q/ha) [écart-type]	IFT moyen [écart-type]	Rendement moyen (q/ha) [écart-type]	IFT moyen [écart-type]
1	Haute-Normandie, Nord Pas de Calais, Bretagne, Champagne Ardenne, Lorraine, Picardie, Pays de la Loire, Basse Normandie, Franche Comté	81,6 [20,7]	1,7 [0,4]	83,3 [22,8]	2,7 [0,6]
2	Bourgogne, Rhône Alpes, Centre, Auvergne, Alsace, Midi Pyrénées, Poitou-Charentes, Aquitaine, Ile de France	92,6 [27,4]	2,3 [0,5]	96,7 [25,2]	3,5 [0,7]

Source : IFT (données SCEES 2006)

2.2.1.3. Caractérisation du niveau 1

Principes

Les techniques de lutte et d'évitement mobilisées lors du passage au niveau de rupture 1 concernent seulement les **ravageurs** et portent en particulier sur le raisonnement des interventions chimiques. Pour une partie des ravageurs (sésamies, pyrales), le recours à une meilleure caractérisation du risque sur la base de critères agronomiques complétée par des observations permet, à même situation culturale, de déclencher ou non des traitements en fonction du franchissement de seuils de risque. Ce contrôle permet de façon indirecte celui de la fusariose, en évitant les blessures qui sont des portes d'entrée à la maladie sur l'épi. L'impact du climat est pris en compte avec la modélisation épidémiologique (directement ou via des Avertissements Agricoles). Le traitement de semences ou dans la raie du semis (contre oscinies et taupins), obligatoirement préventif, est mis en œuvre en considérant l'exposition aux risques de la parcelle.

Concernant le **désherbage**, le passage à des stratégies tout en post-levée (au stade 7 feuilles) est a priori séduisant au niveau 1 car il permet un meilleur raisonnement selon le type de flore et une modulation des doses, mais son efficacité dépend étroitement du stade des adventices et des conditions d'hygrométrie et de température. De ce fait, 2 passages peuvent être nécessaires si les conditions d'intervention n'ont pas été respectées. Une autre variante, intermédiaire, associe en post-levée précoce (vers 2-3 feuilles) un anti-graminées racinaire à un produit foliaire. Dans tous les cas, la réduction de la dépendance aux herbicides mesurée par l'IFT est très limitée au niveau 1 "raisonné".

Tableau 23. Maïs : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Principaux bioagresseurs	Raisonnement des techniques de lutte - Niveau 1
Maladies	
Fusarioses	Lutte contre lépidoptères foreurs (pyrale et sésamie) en particulier la fraction de la population s'attaquant à l'épi, principalement la seconde génération. Grille de risque Arvalis.
Ravageurs	
Taupins, Oscinies (et Géomyza)	Lutte chimique uniquement en préventif (traitements semences néonicotinoïdes ou microgranulé carbamate dans la raie de semis)
Noctuelles terricoles (ou Vers gris)	Lutte chimique en traitement du sol avec fort volume eau
Chrysomèles, pour mémoire ou par anticipation	Traitement des semences ou du sol contre les larves, traitements aériens contre les adultes en fonction des arrêtés de lutte
Sésamie	Traitements nécessaires dans les zones traditionnelles si hiver sans froids inférieurs ($T^{\circ} < -12^{\circ}C$) ou si hiver non pluvieux ne favorisant pas le développement de champignons. Déclenchement AA. 1 ^{re} génération vers fin mai/début juin. Deux interventions généralement nécessaires dont une en phase de migration des larves (stade L3). 2 ^e génération fin juillet - août. Traitement pendant la phase de migration des larves au stade L3. 2 applications sont nécessaires pour dépasser 70% d'efficacité en 2 ^e génération en situation de vol étalé, cas le plus fréquent.
Pyrale	Dans les zones à 2 générations : suivre la 1 ^{re} génération dans la zone pour justifier un traitement éventuel de 2 ^e génération (seuils). Utilisation de spécialités biologiques (Trichogrammes), à privilégier dans tous les secteurs où la pyrale est dominante avec des populations inférieures à 3 larves / pied. Nuisibilité directe : à partir de 1 larve / pied avec les variétés tardives plus résistantes à la verse et à partir de 0,4 larve / pied sur les variétés précoces. La prise en compte du risque mycotoxines (règlement EEC) conduit à abaisser ces seuils. Dans les zones d'élevage, la présence de larves de pyrale survivantes dans l'ensilage constitue une source de contamination de l'ensilage par des champignons notamment penicillium producteurs potentiels de patuline, la perforation des bâches isolant la récolte de l'air extérieur provoque des ruptures locales du milieu anaérobie favorables à ces phénomènes. Ce risque entraîne une prise en compte de la pyrale dans les zones d'élevage où l'insecte est bien installé.

Mise en oeuvre

Ne disposant pas de données statistiques pour renseigner les performances de ces itinéraires "raisonnés", le groupe a qualifié ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, enrichis d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs. La logique d'optimisation sur laquelle ce niveau s'appuie ne conduit pas à une prise de risque plus importante qui pourrait se traduire par

des risques d'échecs ; aussi, les rendements moyens retenus par zone pour le maïs grain sont-ils équivalents à ceux du niveau 0.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du maïs grain en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord Pas de Calais, Bretagne, Champagne-Ardenne, Lorraine, Picardie, Pays de la Loire, Basse Normandie, Franche Comté	83.3	1.6
2	Bourgogne, Rhône-Alpes, Centre, Auvergne, Alsace, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Aquitaine, Ile de France	96.7	2.1

2.2.1.4. Caractérisation du niveau 2a

Comme pour le tournesol, les marges de manœuvre pour une réduction des pesticides sont faibles. En effet, pour diminuer significativement la pression pesticide, les efforts doivent porter sur le désherbage, ce qui implique des changements à l'échelle du système de culture. L'intégration du désherbage mécanique permet de diminuer l'IFT_{herbicide}. Une légère diminution des IFT_{insecticide} est envisageable mais avec un très faible impact sur la consommation de pesticides de la "ferme France".

Principes

La sélection variétale permet de contrôler assez bien les principales maladies du maïs.

Concernant les **ravageurs**, les techniques d'implantation visant à favoriser l'enracinement et la vitesse de croissance seront privilégiées (éviter des semis précoces, et engrais starter) dans les situations à risque taupins ou oscinies. En revanche, c'est plutôt des semis précoces qu'il faudra rechercher dans les zones à sésamie ou à 2 générations de pyrale. Les trichogrammes sont utilisés pour lutter contre la pyrale.

En 2a, les efforts portent essentiellement sur la réduction du recours aux herbicides. Les solutions de gestion des **adventices** alternatives à l'utilisation des herbicides sont les mêmes que celles développées sur le tournesol : elles font appel au binage seul ou à l'association chimique + mécanique successive ou simultanée (désherbage mixte). L'objectif est d'obtenir une qualité de désherbage comparable au chimique sans pénaliser le rendement du maïs. Des effets agronomiques bénéfiques sont attendus dans certaines conditions, comme l'écroutage ou l'aération du sol (meilleure infiltration...).

Plusieurs stratégies sont possibles en désherbage mixte (mécanique-chimique) :

- mécanique (herse étrille ou houe rotative) puis chimique (rattrapage avec dose adaptée au stade des adventices présentes à 5-6 feuilles du maïs),
- chimique (dose modulée à 3 feuilles) puis mécanique (bineuse, à 6-8 feuilles),
- désherbinage (3-4 feuilles) puis binage (7-8 feuilles),
- traitement de pré-levée sur le rang (semoir équipé d'un kit de pulvérisation) puis 1-2 binages.

Ces stratégies permettent de réduire les doses de 50 à 70% par rapport au "tout chimique". Elles s'accompagnent d'une perte potentielle de rendement, estimée de 0 à 6% par rapport au niveau intensif liée aux effets dépressifs de la herse étrille sur les jeunes maïs, pouvant occasionner des pertes de pieds après des passages répétés de désherbage mécanique. Les interventions mécaniques sont très dépendantes des conditions climatiques.

Il convient cependant de noter que l'augmentation du coût du carburant rend les opérations de désherbage mécanique moins attractives pour les agriculteurs.

En résumé, l'application de ces principes conduit à proposer les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006) pour caractériser le niveau 2a "ITk intégré" du maïs grain en France.

Zone	Régions	Niveau 2a "ITk intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute-Normandie, Nord Pas de Calais, Bretagne, Champagne Ardenne, Lorraine, Picardie, Pays de la Loire, Basse Normandie, Franche Comté	78.3	1
2	Bourgogne, Rhône Alpes, Centre, Auvergne, Alsace, Midi Pyrénées, Poitou-Charentes, Aquitaine, Ile de France	90.9	1.7

2.2.1.5. Caractérisation du niveau 2c

Principes

Par rapport au niveau 2a, la rupture de la monoculture et l'adoption de successions culturales plus complexes constituent des moyens de diversifier et de rendre moins compétitive la flore adventice du maïs. C'est particulièrement vrai dans les zones irriguées du Sud-ouest, où le soja, le tournesol et le blé pourraient rompre plus souvent la monoculture. Ceci permettrait de sécuriser davantage l'efficacité des techniques de désherbage mixte. L'adoption de successions culturales plus diversifiées contribue également à limiter la pression de sésamies et/ou pyrales (efficacité renforcée par une gestion réellement collective).

Mise en oeuvre

Les expériences de mises en oeuvre de ces stratégies à l'échelle du système de culture restent relativement rares. Les experts ont utilisé les acquis des quelques expérimentations SdC de longue durée (PIC adventices à l'INRA de Dijon, ferme expérimentale d'Arvalis à Boigneville), et de mises en oeuvre plus récentes de ces stratégies chez des agriculteurs. Les expérimentations qui se mettent en place dans le cadre du RMT "Systèmes de culture innovants" sont en revanche trop récentes pour fournir des données chiffrées. A également été mobilisée l'expertise des participants au travail de prototypage de systèmes de culture à dire d'experts mené dans le cadre du projet ADAR "Systèmes de culture innovants".

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" du maïs grain peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2c "SdC intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Haute Normandie, Nord - Pas de Calais, Bretagne, Champagne-Ardenne, Lorraine, Picardie, Pays de la Loire, Basse Normandie, Franche Comté	75	0.6
2	Bourgogne, Rhône-Alpes, Centre, Auvergne, Alsace, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Aquitaine, Ile de France	87	0.9

2.2.1.6. Caractérisation du niveau 3

Le maïs représente 8,5% des surfaces céréalières conduites en agriculture biologique (Agence bio 2006).

Les stratégies de désherbage mécanique associent ou non herse étrille, houe rotative et bineuse (avec ou sans buttage) ; le binage thermique est également possible en complément. Trois passages sont en général nécessaires dans le cadre d'une rotation longue qui diversifie la flore adventice.

La lutte contre la pyrale s'effectue avec les trichogrammes : on estime à un ha sur 4 les surfaces concernées.

La fertilisation est à base d'amendements organiques (sous forme de MO ou de compost) pour des quantités d'azote total apportées qui oscillent entre 170 et 250 U. Elle est très bien valorisée par la culture compte tenu de la coïncidence entre période de besoins du maïs et minéralisation des apports organiques.

Dans la pratique, cela en fait une culture qui supporte très bien le mode de conduite biologique, extériorisant des rendements qui peuvent être proches de ceux obtenus en conduite conventionnelle. Ils sont estimés, par expertise, à 60 à 100% des rendements obtenus en conduite conventionnelle.

**Tableau 24. Maïs (en sec) conduit en AB : rendements moyens (q/ha) par "région"
Situation de 2001 par rapport à la "normale"**

	Charente	Vendée	Nord Rhône-Alpes	Bretagne	Région Centre	France entière
Année normale	55	50	70-75	60-65	71	50 q/ha
2001	55	60	60		71	

Source : Unigrains / ITCF, d'après opérateurs et presse spécialisée

Nous renvoyons la description du maïs en conduite biologique à la partie 3 « systèmes de culture ».

2.2.1.8. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète figurant en Annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du maïs grain.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insère l'espèce considérée (voir Chapitre 3).

Tableau 25. Maïs grain : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en œuvre</i>		<i>[Moyenne SCEES]</i>	-	<i>Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)</i>	<i>Désherbage méca</i>	<i>Désherbage méca + semis retardés</i>
ZONE 1 Hte Normandie, Nord - Pas de Calais, Bretagne, Champagne-Ardenne, Lorraine, Picardie, Pays de la Loire, Basse Normandie, Franche Comté	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	81,6 (20,7) 98%	83,3 (22,8) 100%	83,3 100%	78,3 94%	75 90%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	1,7 (0,4) 63%	2,7 (0,6) 100%	1,6 59%	1 37%	0,6 22%
	Principal poste de gain /IFT			Insecticides	Herbicides et insecticides	Herbicides et insecticides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	10,7 98%	11,0 100%	10,9 100%	11,1 101%	11,9 109%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	3,3 95%	3,5 100%	3,3 95%	4,2 122%	5,4 156%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	558 104%	539 100%	578 107%	557 103%	544 101%
ZONE 2 Bourgogne, Rhône-Alpes, Centre, Auvergne, Alsace, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Aquitaine, Ile de France	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	92,6 (27,4) 96%	96,7 (25,2) 100%	96,7 100%	90,9 94%	87 90%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	2,3 (0,5) 63%	3,5 (0,7) 100%	2,1 60%	1,7 49%	0,9 26%
	Principal poste de gain /IFT			Insecticides	Herbicides et insecticides	Herbicides et insecticides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	13,4 96%	14,0 100%	13,9 100%	14,0 100%	14,6 104%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	3,4 95%	3,6 100%	3,4 94%	4,2 116%	5,3 147%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	619 100%	620 100%	655 106%	625 101%	620 100%

Les principaux enseignements sur maïs sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 40% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 « intensif ». Cette réduction porte essentiellement sur les insecticides. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc pas négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de près de 7% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006, et hors prise en compte de l'irrigation).
- Le **niveau 2a** permet d'aller un peu plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 57% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 51 à 63% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 6% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont toujours les insecticides, mais aussi les herbicides, qui sont concernés par la réduction. La marge brute peut être considérée comme très comparable à celle obtenue en intensif (amélioration moyenne de 2%).
- Le **niveau 2c** permet de poursuivre la réduction des herbicides, conduisant à une utilisation des pesticides très fortement réduite de 76% en moyenne (de 74 à 78% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est très important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite est équivalente à celle estimée en niveau 0.
- Le temps de travail du niveau 1 consacré à la culture est globalement réduit par rapport à l'intensif (par réduction du nombre de passages), de l'ordre de 5%. En revanche, il est très largement augmenté pour les niveaux 2a et 2c du fait de la mise en œuvre de techniques de désherbage mécanique à faible débit de chantier (binage). L'augmentation du temps de travail par rapport au niveau intensif est en moyenne de 19% pour le niveau 2a et de 51% pour le niveau 2c. Si la consommation d'énergie (en GJ/ha) est relativement comparable entre les niveaux 0, 1 et 2a, elle est en revanche augmentée pour le niveau 2c (de l'ordre de 6%). L'efficacité énergétique de ces différents niveaux se dégrade ainsi progressivement en passant de 2a à 2c : comparable entre le niveau 0 et le niveau 1, l'efficacité accuse une diminution de 7% en niveau 2a et de 16% en niveau 2c par rapport au niveau intensif (consommation énergétique supérieure pour une production d'énergie inférieure).

2.2.2. Sorgho

Caractéristiques générales de la culture

En 2006, la culture de sorgho couvrait 55 000 ha (soit 0,2% de la SAU), essentiellement destinés à la production de grains, bien que l'ensilage soit possible. Le sorgho est principalement cultivé sans irrigation (tolérance à la sécheresse), mais il peut trouver sa place en irrigué tout en ayant des besoins en eau d'irrigation réduits de 50% environ par rapport à ceux du maïs.

Le sorgho est actuellement cultivé dans trois grandes zones en France. Dans certaines zones de Midi-Pyrénées et dans la vallée du Rhône, la culture est bien ancrée dans les assolements, autant en sec qu'en irrigué où il valorise bien de faibles apports d'eau. Dans la zone Atlantique, la culture possède un potentiel important de développement de ses surfaces en cas de contraintes trop restrictives pour l'irrigation du maïs. Il semble cependant que l'écart de comportement au stress hydrique se réduit entre maïs et sorgho, notamment grâce au progrès génétique sur maïs (Arvalis, comm. perso). Enfin, le sorgho est une alternative au maïs dans les zones touchées par la chrysomèle.

Par rapport au maïs, le sorgho a en outre l'avantage de pouvoir être semé à faible écartement (dans les situations où le binage n'est pas envisagé), et donc de produire plus rapidement un couvert végétal fermé, dense, très compétitif vis-à-vis des adventices.

Le sorgho est donc une culture intéressante du point de vue de la diversification des successions culturales, en particulier des successions dominées par les cultures d'hiver.

Bioagresseurs et conduite de culture "actuelle"

La culture du sorgho n'est pas confrontée à de graves problèmes d'**insectes** ou de **maladies** nécessitant des interventions spécifiques, insecticides ou fongicides. Les principales maladies sont gérées via la génétique, la présence de durrhine, toxique, dans les parties vertes de la plante peut aussi expliquer la pression limitée sur sorgho des différents ravageurs communs avec le maïs. Cependant, de manière ponctuelle, un traitement anti-taupin localisé (au semis) et un traitement contre des attaques précoces de sésamie (sur avertissement) sont préconisés, mais rarement nécessaires et peu appliqués dans les faits.

Pour le désherbage, la préconisation classique (niveau « actuel ») comprend 2 applications herbicides :

- contre les graminées : en prélevée ou en post-levée précoce (stade 3 feuilles) sur graminées jeunes ; c'est l'humidité du sol qui conditionne l'efficacité de ces produits à action racinaire ;
- contre les dicotylédones et vivaces en post-levée.

L'interdiction des triazines a considérablement limité les moyens de lutte chimique contre les adventices en sorgho. Les lacunes de solutions herbicides expliquent en grande partie la désaffection vis-à-vis de cette culture qui ne cesse de régresser depuis 10 ans malgré des atouts évidents sur le plan environnemental.

Selon la composition floristique de la parcelle, 1 à 2 application(s) sont nécessaires. En cas de mauvais contrôle, le binage constitue une solution de rattrapage jusqu'au stade 7-8 feuilles.

Dans le Sud-ouest, le sorgho peut être implanté avec ou sans labour en sol argilo-calcaire : dans ce cas, il faut prévoir une destruction du couvert végétal hivernal ; en sol limoneux (boulbènes), le labour est obligatoire au printemps.

Caractérisation du niveau 2a

La culture du sorgho est essentiellement envisagée comme source de diversification des successions culturales. Sa caractérisation au niveau 2a ne paraît pas très pertinente.

Caractérisation du niveau 2c

Des adaptations des itinéraires techniques permettent de réduire le développement de certaines adventices, et donc de réduire le recours aux herbicides :

- en stimulant le pouvoir compétitif du sorgho, par un écartement resserré (jusqu'à 12,5 cm), une densité de peuplement suffisante, une variété à développement précoce ;
- en retardant la date de semis (fin avril à mi-mai selon le réchauffement du sol), on favorise une implantation plus rapide en raison du caractère thermophile du sorgho. Le retard de date de semis permet également de réaliser des faux-semis préalables pour faire germer les semences adventices non dormantes en surface, et détruire les plantules avant le semis de la culture. L'ajustement de la densité de semis en fonction de la précocité de la variété et de la disponibilité en eau est un élément essentiel à la réussite de la culture. Les peuplements trop élevés peuvent pénaliser fortement l'épiaison et, par voie de conséquence, le rendement en situation séchante ;

La solution du désherbinage est également envisageable, comme pour le tournesol et le maïs. Elle nécessite alors des semis à plus fort écartement, ce qui limite la vitesse de fermeture du couvert.

Par la diversification de la succession des cultures, on peut éviter l'accumulation de graminées estivales (les plus préjudiciables) ; par ailleurs, on peut s'attendre à de plus fortes infestations en PSD et en vivaces (liseron) en travail simplifié.

En résumé, la conduite du sorgho en France en niveau 2c (système de culture intégré) peut être caractérisée par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT :

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France entière	55	0.6

Caractérisation du niveau 3

Encore peu répandu en culture biologique (~500 ha en 2006), le sorgho est la céréale qui progresse le plus dans ce cadre (Midi-Pyrénées, Pays de la Loire), à la fois chez les céréaliers et chez les éleveurs du fait de sa faible sensibilité. Un passage de herse étrille complété par 2 binages constitue le programme de base en bio.

2.3. Oléagineux

Les oléagineux contribuent pour 22% à l'EDP grandes cultures en France, dont 19% par le colza. Le colza représente non seulement la plus grande surface cultivée en oléagineux, mais aussi celle qui est la plus consommatrice de pesticides par hectare cultivé.

Espèce	Surface (ha)	Tous produits (IFT)	Herbicides (IFT)	Fongicides (IFT)	Insecticides (IFT)	Autres produits (IFT)	EDP (IFT.ha)
COLZA	1 405 603	6	1.8	1.1	2.8	0.4	8 522 250
TOURNESOL	644 828	2	1.6	0.1	0.2	0.3	1 327 707

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

2.3.1. Colza

2.3.1.1. Les principaux bioagresseurs

Tableau 26. Colza : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies								
Phoma	Toutes zones	**	***	→		Choix variétal	Historique de la parcelle : attaque les années précédentes, succession de cultures sensibles (colza)	Evaluer ces paramètres sur les parcelles voisines. Gestion collective des résidus : enfouissement à l'échelle microrégionale
Oïdium	Toutes zones (mais + fréquemment sud)	**	**	↗		Choix variétal Alimentation azotée		
Sclérotinia	Toutes zones	**	***	→	Vallées, sols d'alluvions et limons plus favorables que coteaux et sols argilocalcaires Climat durant la floraison : pluies contaminatrices mais non lessivantes pour les pétales qui restent collés aux feuilles ou aux tiges		Historique de la parcelle : attaque les années précédentes ; succession de cultures sensibles comme le colza, le tournesol, le pois... ; présence de sclérotés	
Ravageurs								
Limaces	Toutes zones	**	***	→	Parcelle ayant un couvert végétal permanent et sans roulage ni travail régulier du sol, notamment en période sèche	Absence de travail régulier du sol, notamment en période sèche		Aménagements paysagers et présence de bordures favorisent l'installation des carabes prédateurs

Colza : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles (suite)

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Ravageurs								
Grosses altises (adultes)	Toutes zones	**	**	→		Semis précoces		
Charançon du bourgeon terminal	Est et Centre France (Sud et W moins concernés)	**	**	↗			Parcelle avec forte attaque en n-1	Souvent contrôlé avec le traitement altise
Charançon de la tige	Toutes zones	***	**	→	Conditions climatiques propices au vol durant de longues périodes sur stades sensibles			Phénomène de concentration/dilution lors des phases de réduction/augmentation des surfaces de colza.
Charançon des siliques	Toutes zones	**	**	↗				Dégât des CS = portes d'entrée pour les cécidomyies qui pondront ainsi dans les siliques et dont les larves sont responsables de dégâts importants.
Pucerons cendrés	Toutes zones	**	***	→		Semis précoce plus exposé		Bordures de champ
Méligèthes	1, 2' et 2 pour partie Bassin parisien, Nord France, Bourgogne franche comté	**	**	↗	Alternance de températures chaudes (développement des méligèthes) et froides (ralentissement de la végétation). Parcelles stressées ne pouvant compenser (alimentation hydrique et minérale défaillante)	Dates de floraison tardive moins affectées Carence azotée favorable à l'intensité des dégâts		Surfaces en colza significatives dans la zone. Et proximité de refuges hivernaux de l'insecte (bosquets).
Flore adventice								
Espèces annuelles Vivaces	Toutes zones	***	***	→		Les reliquats N élevés favorisent l'étouffement des adventices	Très forte héritabilité parcellaire : favorisé par la fréquence de retour du colza, les successions 100% cultures d'hiver	

Sources : "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques"

Le phoma et le sclérotinia sont les deux principales maladies du colza. Les ravageurs du colza pouvant engendrer des chutes de rendements sont multiples, les principaux étant les limaces, les grosses altises, les méligèthes, les charançons et les pucerons cendrés.

L'Expertise collective "Pesticides" relève également bien d'autres ravageurs : baris (*Baris coerulescens*) ; cécidomyies (*Dasyneura brassicae*) ; petites altises (*Phyllotreta* spp.) ; mouches du chou (*Delia radicum*), noctuelles (*Heliotis armigera*) ; piérides du chou (*Pieris brassicae*) ; pucerons verts du pêcher (*Myzus persicae*) ; teignes des crucifères (*Plutella maculipennis*) ; tenthrèdes de la rave (*Athalia rosae*) ; taupins

(*Agriotes* spp.) ; thrips (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* notamment) (d'après Pilorgé, 1999 ; Huguet et al., 2002, 2003, 2004 ; Delos et al., 2005).

Ce cortège important de bioagresseurs potentiels explique que le colza fait partie des grandes cultures dont le recours à la chimie est parmi les plus importants.

2.3.1.2. Les pratiques de traitements

Le colza est, parmi les grandes cultures (hors pomme de terre), l'espèce qui présente les IFT les plus forts, traduisant un recours élevé à l'utilisation de produits phytosanitaires pour lutter contre les nombreux ravageurs auxquels elle est sensible. L'analyse des enquêtes "Pratiques culturales" du SCEES sur les campagnes 1994, 2001 et 2006 révèle par ailleurs une augmentation assez régulière de l'IFT depuis 1994.

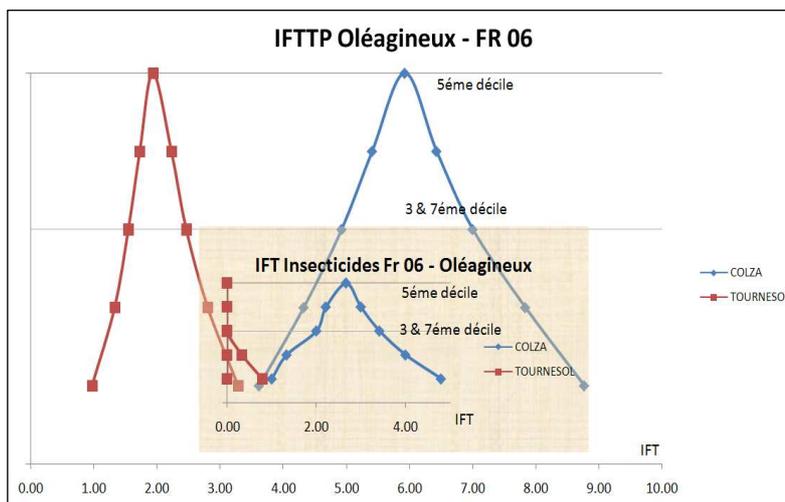
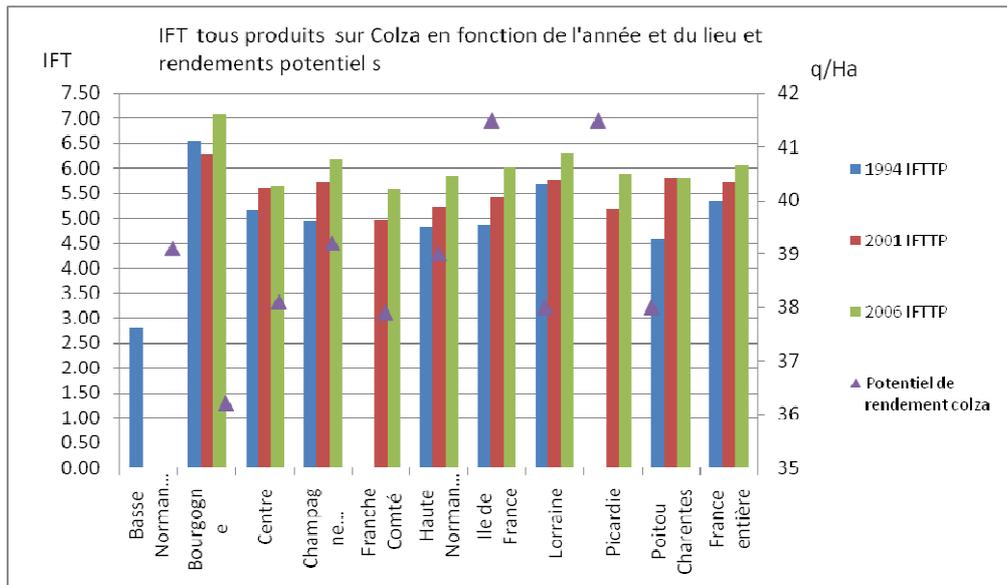


Figure 11. Distribution de la pression phytosanitaire sur les oléagineux (IFT tous produits et insecticides) en 2006

Cette augmentation semble assez parallèle à la forte progression des surfaces cultivées en colza dans toutes les régions de production. La sole française en colza est en effet passée de 693 000 ha en 1994 à 1 400 000 ha en 2006 (source : Agreste).

Les **insecticides** constituent le principal poste de traitement et expliquent la plus grande part de la variabilité des traitements (tous produits) observés sur colza (Figure 11). Les $IFT_{insecticides}$ sont compris en moyenne entre 2,5 et 2,8 selon les régions. La Bourgogne présente un IFT supérieur à celui des autres régions, de 3,4 en moyenne. La variabilité en termes de traitement insecticide est principalement due à une variabilité intra-régionale ; 1,4 points d' $IFT_{insecticides}$ séparent les 3^e et 5^e déciles des parcelles échantillonnées.

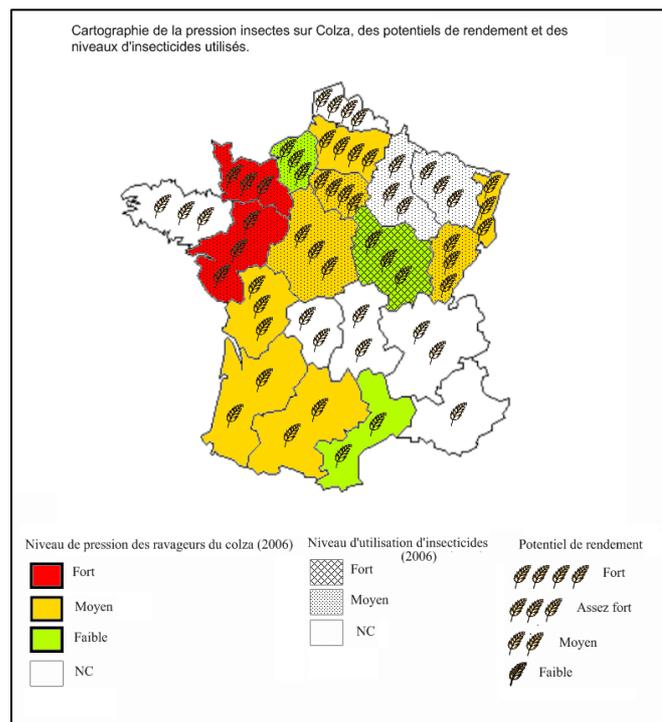
La variabilité interrégionale des IFT est relativement faible (Figure 12) : seule la Bourgogne présente des niveaux supérieurs aux autres régions sur les 3 campagnes enquêtées.



Sources : IFT (enquêtes PK SCEES 1994, 2001, 2006) et surfaces (Agreste 2006)

Figure 12. Colza : variabilité interrégionale et interannuelle de l'IFT tous produits

Comme observé sur d'autres cultures, la pression des insectes une année donnée ne semble pas expliquer la variabilité des traitements réalisés cette année-là (Figure 13, données 2006). Cette carte montre également le faible lien avec les potentialités. Comme le relevait l'Expetise collective "Pesticides" en 2005, "tout se passe comme si les pratiques intensifiées permettaient juste de maintenir le rendement, ou d'éviter qu'il ne s'érode trop dans un contexte où la simplification des rotations et le retour fréquent des mêmes cultures conduit à une pression parasitaire importante". La Bourgogne, région qui présente les IFT les plus élevés, est aussi celle dont les rendements moyens sont les plus faibles. C'est aussi une région qui présente une fréquence élevée de retour du colza dans la rotation (Cetiom, comm. pers.). La lutte contre certains insectes, dont les méligèthes ou plus localement les pucerons à l'automne, peut expliquer des "surconsommations" d'insecticides en raison d'efficacités altérées par des phénomènes de résistance.



Niveau de pression insectes fourni par expertise du service de la protection des végétaux, utilisation des fongicides d'après l'enquête SCEES 2006, et potentiel de rendement d'après les données Agreste

Figure 13. Zonage pour le colza

Deux zones ont été retenues pour caractériser les 9 régions enquêtées par le SCEES compte tenu de la similitude des pratiques observées au niveau régional : la zone 1 comprend les régions du nord de la France (Ile de France, Picardie), qui ont un fort potentiel de production ; la zone 2 regroupe les autres régions, à

potentiel de production plus faible. Dans cette classe, on distinguera la Bourgogne pour sa pression d'utilisation des produits phytosanitaires régulièrement plus forte.

Zone	Régions concernées	IFTTP 2006	IFTF 2006	Rendement potentiel	Pression insectes 2006
1	Ile de France, Picardie	environ 6	environ 2,6	> 40 q/ha	moyenne
2	Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne-Ardenne	de 5,6 à 6,3	entre 2,5 et 2,9	entre 35 et 40 q/ha	faible à moyenne
2'	Bourgogne	environ 7,1	environ 3,5	entre 35 et 40 q/ha	plutôt faible

En résumé, les niveaux "actuel" et "intensif" de la conduite du colza en France peuvent être caractérisés par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau "actuel" pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 pratiques actuelles intensives	
		Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]
1	Ile de France, Picardie	29.8 [6.6]	5.9 [0.9]	31.3 [5.9]	8.3 [1.1]
2	Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne-Ardenne	30.6 [6.1]	5.9 [0.9]	31.0 [5.9]	8.2 [1.2]
2'	Bourgogne	28.7 [4.9]	7.1 [0.9]	31 [5.0]	9.4 [1.2]

Source : IFT (données SCEES 2006)

2.3.1.3. Caractérisation du niveau 1

Les principes et outils disponibles

Les techniques de lutte et d'évitement mobilisées lors du passage au niveau de rupture 1 portent en particulier sur le raisonnement des interventions chimiques. Le recours à des observations/piégeages et/ou de la modélisation épidémiologique (via l'utilisation des Avertissements Agricoles) permet, à même situation culturale, de déclencher ou non des traitements en fonction de l'atteinte de seuils, voire d'en adapter la dose. Contre le sclérotinia, les traitements fongicides sont réalisés en préventif, mais ils sont déclenchés en tenant compte d'une estimation du potentiel infectieux de la parcelle et des prévisions météorologiques. Le tableau suivant présente les principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.

Tableau 27. Colza : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Raisonnement des techniques de lutte – Niveau 1	
Maladies	
Phoma	L'intervention sera réalisée sur la base de piégeages significatifs d'ascospores dans des situations au stade sensible et en fonction des variétés.
Sclérotinia	Intervention avec produits de synthèse en préventif uniquement en raison de la faible curativité des produits, entre F1 et G1 (voire G2) mais en tenant compte des prévisions météorologiques. Utilisation d'OAD : kit pétales pour évaluer le potentiel infectieux et la réussite de l'installation sur pétale et modèle climatique pour le risque de passage et de développement sur la tige. Choisir un produit adapté au complexe parasitaire, efficace si nécessaire sur les autres maladies comme l'alternaria, la cylindrosporiose, le pseudocercosporella ou l'oïdium.
Ravageurs	
Limaces	Observations (surveillance). Traiter dès l'apparition des 1 ^{er} dégâts ou des premières limaces, si le temps est humide et la température se situe entre 9 et 16°C. Localisation au semis. Autre intervention si pluviométrie importante. Traitement avec un molluscicide à spectre étroit, du semis au stade BBCH 12.
Grosses altises (adultes)	Observations au champ (morsures) et surveillance par les cuvettes jaunes (réseau de piégeage SRPV). Interventions signalées par les A.A. (Seuils). Rattrapage avec des traitements au stade B8 (repos végétatif) si 70% des pieds présentent une galerie larvaire (traitement sur larves). Dans les zones régulièrement concernées, intervention en préventif possible avec un traitement microgranulés. Si le seuil de nuisibilité est atteint après le 10 octobre, intervention en cours de végétation nécessaire.
Charançon du bourgeon terminal	Suivi des vols par piégeage (cuvette jaune) du stade levée-4 feuilles au stade rosette Traitement uniquement sur les adultes. Les larves responsables des dégâts forent les cœurs et sont donc difficiles à atteindre. Interventions signalées par les A.A généralement une dizaine de jours après les premières captures. Effet des traitements contre la grosse altise.
Charançon de la tige	Interventions signalées par les A.A (Indicateur de risque climatique basé sur la température moyenne journalière et l'ensoleillement). Seuil de nuisibilité : 1 piqûre/plante. Intervention : 10 jours après les 1 ^{ères} captures si le vol débute avant la reprise de la végétation (avant C1), immédiatement lorsque les charançons arrivent au moment de la reprise de la végétation Ne plus intervenir après le stade tige 20 cm
Charançon des siliques	Surveillance de l'arrivée des charançons des siliques par les cuvettes jaunes (réseau de piégeage SRPV) du stade boutons accolés (D1) au stade siliques bosselées (G4). Traitement seulement si 1 charançon en moyenne pour 2 plantes est observé au stade G2-G3(G4). Interventions signalées par les A.A. Intervenir en fin de journée, ou le soir pour éviter les effets éventuels des traitements sur abeilles. Traiter indépendamment les charançons des siliques, et non en application simultanée avec le fongicide contre le sclérotinia à la floraison.
Pucerons	Observations de la levée au stade rosette. Traiter selon seuils. Au printemps, un traitement sur les bordures suffit sur les 1 ^{re} infestations. Utiliser des spécialités totalement neutres vis-à-vis des abeilles.
Méligèthes	Surveillance de l'arrivée des méligèthes par les cuvettes jaunes (réseau de piégeage SRPV) du stade boutons accolés (D1) au stade boutons séparés (E). Ne plus intervenir dès la 1 ^{ère} fleur ouverte dans la parcelle. Interventions signalées par les A.A. (seuils variables selon état du colza et milieu et traduisant sa capacité à développer des hampes secondaires).

Le désherbage du colza est confronté à une évolution de la flore de la culture qui devient difficilement contrôlable faute de solution chimique ou agronomique satisfaisante, l'augmentation de flores riches en géraniums et crucifères adventices est à l'origine de difficultés associées au retour fréquent du colza dans la rotation. La lutte contre l'orobanche rameuse, plante parasite, dans l'ouest de la France, et la gestion des crucifères adventices restent des problèmes parasitaires dont la gestion n'est toujours pas résolue faute d'herbicides adéquats (culture tolérante au glyphosate ou inhibiteurs de l'ALS). Ces bioagresseurs imposent un allongement des rotations y compris dans les pratiques raisonnées.

Les mises en œuvre

Ne disposant pas de données statistiques pour renseigner les performances de ces stratégies "raisonnées", le groupe a qualifié ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, enrichis d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs. Etant donnée la logique sur laquelle ce niveau s'appuie (une optimisation des charges via un raisonnement des interventions sur la base d'observations ou de suivi des Avertissements Agricoles), les rendements moyens par zone retenus sont inférieurs à ceux du niveau 0. Cette perte traduit le fait que cette optimisation, qui nécessite une plus grande attention "quotidienne", peut présenter des risques d'échecs par rapport à une stratégie plus systématique de traitements. Sur colza, ces risques sont d'ampleur plus importante que sur céréales, compte tenu du nombre important de ravageurs à effet de seuils (en particulier les insectes).

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du colza en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Ile de France, Picardie	29,3	6
2	Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne Ardenne	29	6
2'	Bourgogne	29	5,9

Les données fournies par la vingtaine d'agriculteurs FARRE qui a répondu à notre enquête (Figure 14 et Annexe A1) corroborent les valeurs proposées pour le colza en niveau 1. Le rendement et l'IFT moyens obtenus sur 58 parcelles entre 2005 et 2007 sont de respectivement 32 q/ha et 5,5. Ces données confirment que la mise en œuvre d'une "protection raisonnée" sur colza s'accompagne d'une variabilité des traitements (et des IFT) importante, consécutive à de fortes adaptations des traitements en fonction des années et des parcelles.

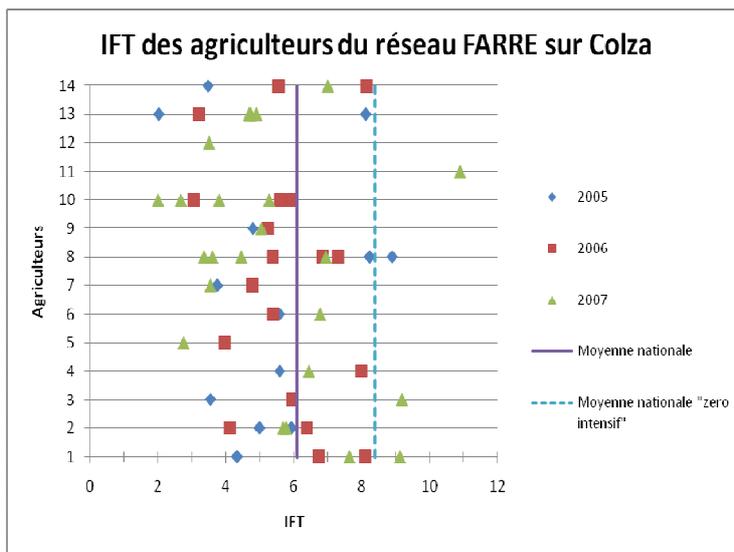


Figure 14. IFT des agriculteurs du réseau FARRE, colza

Ce raisonnement permet une diminution de l'utilisation des pesticides en moyenne par rapport au niveau 0 (IFT colza moyenne France de 8,4) tout en restant dans des niveaux de rendement proches de ceux obtenus par le niveau 0.

2.3.1.4. Caractérisation du niveau 2a

Des travaux sur les itinéraires techniques du colza d'hiver ont été engagés par l'INRA et le Cetiom au milieu des années 90. Ils ont permis de fournir les bases de stratégies contribuant à limiter l'utilisation de pesticides sur cette culture. Un réseau expérimental, sur les résultats duquel se fonde cette section, a ensuite été mis en place ; il a mobilisé, depuis l'implantation 2004 jusqu'à la récolte 2008 (soit 4 années d'expérimentations), l'INRA, des Chambres d'Agriculture et le Cetiom.

Les principes

Les principes mis en œuvre en colza d'hiver reposent sur l'étouffement des adventices par la culture (associé éventuellement au désherbage mécanique) et sur l'évitement des ravageurs ainsi que des maladies.

L'étouffement des **adventices** est envisageable, car la culture de colza présente une capacité de croissance automnale très importante. Il apparaît donc possible de limiter suffisamment la croissance des adventices pour qu'elles n'aient pas d'effet sur le rendement en graines du colza, et pour que leur production de semences n'augmente pas le stock de la parcelle. La capacité de croissance automnale du colza pourra s'exprimer à condition que le semis soit précoce et que la disponibilité en azote du sol soit suffisante. Le milieu doit être en mesure de fournir environ 120 kg d'azote entre le semis et l'entrée de l'hiver (Valantin-Morison et Meynard, 2008). Ces situations sont rarement rencontrées sans apport d'azote extérieur dans le croissant des petites

terres à cailloux (Poitou-Charentes, Bourgogne, Lorraine). Néanmoins, il existe des zones de grandes cultures où le colza occupe une sole grandissante et où cet objectif peut être largement atteint : Picardie, Bretagne, Eure et Loir, Normandie. La réussite de cette stratégie d'étouffement dépend également du type d'adventices et du travail du sol. Les espèces estivales nitrophiles sont en effet favorisées par un semis précoce et une forte disponibilité en azote. Le développement de ce type d'adventices sera plus important en l'absence de labour et concurrencera le colza, si des déchaumages superficiels et répétés détruisant les repousses et adventices ne sont pas réalisés.

Dans les situations où le colza ne peut pas exprimer sa capacité d'étouffement (semis tardif et/ou faible disponibilité en azote), le désherbage mécanique peut être utilisé. Il se substitue alors à un désherbage chimique de rattrapage en post-levée. Il peut également être un complément de la stratégie d'étouffement des adventices, pour lutter contre les espèces estivales nitrophiles. Sa mise en œuvre nécessite un semis du colza avec un grand écartement (> 24 cm).

L'évitement des **ravageurs d'automne** est également envisageable en modifiant la date de semis. Un semis précoce (15 jours avant la date préconisée dans la région) permet d'éviter certains insectes d'automne (grosses altises d'hiver et tenthrèdes), ainsi que les attaques de limaces (Valantin-Morison et al., 2007).

L'essentiel des travaux entrepris sur les **insectes de printemps** porte actuellement sur les méligèthes. Sur ces ravageurs, les stratégies alternatives à la lutte chimique ne semblent pas encore suffisamment efficaces. Les techniques sur lesquelles elles reposent, fondées sur l'esquive ou l'utilisation de "fleurs pièges" ont une efficacité très partielle et vite insuffisante dans des contextes de pression d'insectes moyenne à forte (en recrudescence dans de nombreuses régions françaises depuis quelques années). Ces difficultés expliquent d'ailleurs les très faibles surfaces de colza cultivées en agriculture biologique.

L'évitement des **maladies** constitue une stratégie qui peut présenter des résultats ambivalents pour lutter contre le phoma. Un semis précoce favorise l'évitement de cette maladie dans de nombreuses situations (Aubertot et al., 2005 ; Valantin-Morison, 2007), mais une forte croissance, liée à une disponibilité en azote forte, pourrait favoriser le phoma (Aubertot et al., 2005). L'hypothèse émise est double : (1) la forte disponibilité en azote du milieu associée à un semis précoce provoque une élongation de la tige avant l'hiver, ce qui rend la plante plus sensible au gel, laissant des portes d'entrée de la maladie ; (2) la surface interceptrice de la plante étant plus forte, la probabilité de contamination par le phoma est plus importante. Concernant le phoma, le choix d'une variété peu ou très peu sensible et dont l'élongation est faible avant l'hiver est donc indissociable du choix de la date de semis avancée.

Les résultats (techniques et environnementaux) des expérimentations

Les stratégies testées : réussites/échecs et conditions de mise en œuvre

Dans le réseau INRA-Cetiom, les itinéraires techniques testés visaient à limiter l'impact des bioagresseurs, notamment la concurrence des mauvaises herbes et les dégâts engendrés par le phoma.

L'étude de Valantin-Morison (2007; non reprise ici) montre que les itinéraires techniques basés sur des semis avancés permettent quasi systématiquement d'éviter les contaminations de **phoma** à l'automne. Par ailleurs, les résultats du réseau de parcelles suivi entre 2004 et 2007 n'ont jamais pu valider l'hypothèse d'un lien entre semis précoce, disponibilité en azote et élongation, citée ci-dessus. En effet, dès lors que la variété choisie est classée PS (Peu Sensible) ou TPS (Très Peu Sensible), le semis précoce s'est quasiment toujours traduit par une plus faible proportion de plantes contaminées en automne et moins de macules de la maladie par plante. En outre, le semis précoce, même avec de l'azote disponible, ne s'est jamais traduit par une plus forte élongation, et une plus forte élongation n'est jamais corrélée à une note de gravité de la maladie plus élevée.

En revanche, dans 22% des situations, la biomasse de **mauvaises herbes** dans les itinéraires économes est supérieure à un seuil de nuisibilité déterminée par Primot et al. (2005). Il n'a cependant pas été possible, pour des raisons de lourdeurs expérimentales, de mesurer la biomasse de mauvaises herbes dans les témoins traités, ce qui ne permet pas de dire si l'efficacité du désherbage chimique systématique est plus satisfaisante

que la stratégie intégrée dans ces essais. Dans une majorité de cas, les situations d'échec de la stratégie intégrée sont associées à un travail du sol superficiel avant semis et à une concurrence avec des repousses du précédent. Une analyse plus précise et plus systématique sera poursuivie en 2008-2009.

Il convient de préciser que la conduite en protection intégrée du colza d'hiver requiert une bonne technicité dans l'exécution des travaux de préparation de semis, et une bonne connaissance du milieu dans lequel la conduite est mise en œuvre.

L'expérience acquise par ces essais permet également d'affirmer :

- qu'il n'existe pas un itinéraire technique intégré standard et possible partout en France,
- qu'il faut l'adapter au milieu, en particulier aux fournitures du sol, aux types de mauvaises herbes présentes et aux pressions de maladies.

La stratégie d'étouffement des mauvaises herbes et l'esquive du phoma et des ravageurs d'automne par un semis précoce est envisageable lorsque les fournitures du sol sont élevées (supérieure à 120 kg/ha) et que le choix variétal est raisonné vers une variété TPS avec une sensibilité à l'élongation faible.

Cet itinéraire technique est donc envisageable sur des terres à fortes réserves hydriques de Picardie, d'Eure et Loir et de Normandie, ou dans des régions pratiquant l'épandage d'effluents d'élevage. Il permettrait dans des régions d'élevage comme la Bretagne de soustraire l'azote de ces effluents au lessivage hivernal et d'augmenter les surfaces de colza dans une région où cette culture est peu pratiquée. En outre, la réflexion doit aussi se mener à l'échelle du système de culture, afin de positionner le colza derrière une culture restituant plus d'azote qu'une céréale. Cette stratégie est néanmoins souvent perçue comme risquée compte tenu de la faible gamme d'herbicides de rattrapage. Le nombre de situations où cette stratégie a été mise en échec l'atteste.

La stratégie qui vise à décaler la levée des mauvaises herbes et celle du colza par des faux semis répétés et un semis fin août, puis à favoriser le désherbage mécanique, est également possible dans des régions où le potentiel de croissance automnal de la culture est faible. Mais elle est plus contraignante, compte tenu du matériel nécessaire pour le binage et du temps de travail en désherbage mécanique en cas de binage.

Résultats en termes d'IFT

Les gains d'IFT pour la conduite intégrée oscillent dans le réseau entre 0 et 4,3 avec un gain moyen de 2,4. Les gains sont surtout réalisés sur les IFT herbicides et fongicides et insecticide d'automne dans certaines situations.

Ces résultats confirment par ailleurs que les IFT (et les rendements, cf. infra) sont très variables d'une situation à l'autre et d'une année à l'autre. Les IFT sur les essais intégrés sont dans 11 « site*année » sur 16 en dessous de 3. Les IFT des témoins traités sont en moyenne de 5.7 mais parfois faibles en raison de l'utilisation du désherbage mécanique sur 4 essais sur 16. Néanmoins, la variabilité des valeurs d'IFT est majeure à la fois sur les essais intégrés ou traités.

Cette forte variabilité des pratiques de protection est également un fait marquant des résultats obtenus par Arvalis sur la ferme de Boigneville (résultats non publiés). Entre 2003 et 2007, la comparaison des résultats du colza conduit en "raisonné" *versus* "intégré" présente des IFT moyens de 6,58 en "raisonné" contre 5,51 en "intégré", avec des écarts-types de respectivement 1,28 et 2,62, traduisant cette forte variabilité déjà évoquée. La réduction entre les 2 stratégies est le fait d'une réduction des IFT_{fongicides} et IFT_{insecticides}. Dans ces parcelles, les IFT_{herbicides} sont supérieurs en "intégré" du fait du travail du sol : semis sans labour avec faux-semis en "intégré", semis sur labour en "raisonné".

Tableau 28. Moyenne par site des IFT et rendements des différents itinéraires techniques intégrés testés et écarts d'IFT et de rendement entre le témoin traité et les itinéraires techniques intégrés

Région	Site	Année	IFT intégré	IFT traité	différence T-I	RDT intégré	RDT traité	différence T-I
Bourgogne	Dolot	2007	2.0	6.0	4.0	27.0	32.5	5.5
Champagne-Ardenne	St Rémy sur Bussy	2007	3.1	4.9*	1.8	43.0	43.0	0.0
	Somme-Tourbe	2007	3.0	3.3*	0.3	30.3	30.0	-0.3
Haute Normandie	Coudres	2005	2.2	5.2	3.0	33.0	31.1	-1.9
Ile de France	Grignon	2006	2.0	5.1	3.1	11.9#	16.9#	5.0
	Trocy en Multien	2007	1.4	ND	0.7	36.3	39.4	3.1
	Versailles	2005	3.8	6.8	3.0	46.0	47.8	1.8
		2006	3.6	7.8	4.1	15.3#	16.9#	1.7
2007	1.2	5.4	4.3	21.4#	26.9#	5.5		
Picardie	Bailleul Le Soc	2007	1.0	ND	0.9	21.4#	25.3#	3.9
	Ham	2006	5.5	6.3	0.8	35.8	38.9	3.1
Poitou-Charentes	Loiré sur Nie	2007	2.8	6.8	4.0	19.0#	25.5#	6.5
	Surgères	2005	ND	ND	ND	29.9	30.2	0.3
		2006	4.4	7.6	3.2	35.9	35.6	-0.3
Indre	St Florent sur Cher	2005	2.6	4.3*	1.7	34.4	35.9	1.4
		2006	3.4	4.2*	0.8	32.4	32.1	-0.2
Moyenne			2.8	5.7	2.4	29.6	31.8	2.2

problèmes de faibles rendements dus à des accidents climatiques ou techniques répertoriés dans le texte

* : dans de tels essais le témoin traité a été désherbé chimiquement en prélevée et mécaniquement en post levée.

ND : non disponible

La gamme des pertes de rendement

Lors des essais et simulations menées, les pertes oscillent entre 0 et -6.5 q/ha (Tableau 28), la moyenne étant de -2.2 q/ha (-9.5% par rapport au témoin en moyenne). Les moyennes des rendements en intégré (29.6 q/ha) comme en traité (31.8 q/ha), masquent elles-mêmes une forte variabilité. Ces valeurs sont issues de moyennes d'essais, où les écarts peuvent atteindre 10q/ha sur certains sites certaines années. Essai par essai, l'écart de rendement entre le traité et l'intégré dépasse 3q/ha dans 39% des cas.

En outre, certaines années sont marquées par des accidents climatiques ou techniques qui se traduisent par des faibles rendements et qui ne peuvent pas être compensés même sur les témoins traités. C'est le cas de l'année 2006 en région parisienne : un printemps pluvieux et froid a retardé et raccourci la floraison, entraînant des pertes de rendements sur les essais de Versailles, Grignon et Coudres. A Grignon, une attaque de charançon forte n'a pas été maîtrisée par le traitement chimique. En 2007, les attaques de sclerotinia ont été majeures en France, alors que les applications fongicides ont été trop tardives ou absentes, y compris sur les témoins traités ; cela a induit des baisses de rendement à Versailles, Bailleul le Soc et Loiré sur Nie. **Par conséquent, la protection de la culture du colza peut être mise en échec sur certains bioagresseurs comme les insectes de printemps et le sclerotinia.**

Discussion / bilan

Au final, l'économie d'intrants porte surtout sur les postes fongicide (dans les zones à phoma), herbicide (dans certaines conditions de développement de la culture) et insecticide d'automne. Ces itinéraires économes s'accompagnent cependant de pertes de rendement beaucoup plus variables que sur céréales à paille, du fait de la plus grande sensibilité de la culture aux attaques de bioagresseurs à très fort effet de seuil (insectes). Ces pertes s'échelonnent, en moyenne sur le réseau, entre 0 et 10 q/ha.

En résumé, le colza conduit en France en niveau 2a "ITk intégré" peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2a "ITk intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Ile-de-France, Picardie	26,6	4,2
2	Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne Ardenne	26,3	4,0
2'	Bourgogne	26,3	4,2

2.3.1.5. Caractérisation du niveau 2c

Les principes

Les principes mobilisés sont ceux qui relèvent de la protection/production intégrée, détaillés dans la partie blé tendre.

Les successions auxquelles renvoie l'application de ces principes diffèrent de celles rencontrées aujourd'hui de façon majoritaire par une plus grande diversité des cultures associée au respect de délais de retour importants entre cultures hôtes du même pathogène tellurique (colza et autres cultures sensibles au sclérotinia). De ce fait, le choix a été fait de ne gérer le risque maladies que par la mise en œuvre de la lutte biologique (application de Contans). D'autres mesures telles que l'enfouissement des résidus de culture pour limiter les contaminations (phoma, méligèthes) ne trouvent une réelle efficacité que dans le cadre d'une mise en œuvre territoriale.

Pour ces raisons, et malgré la réduction de la fréquence de retour du colza (et de la sole régionale à plus grande échelle), le rendement du colza conduit dans un système 2c sera inférieur à celui d'un colza conduit en 2a compte tenu d'un risque maladies augmenté.

Les mises en œuvre

Des expériences de mises en œuvre de ces stratégies à l'échelle du système de culture restent relativement rares. Les experts ont mobilisé et valorisé l'expérience acquise sur quelques expérimentations SdC de longue durée (PIC adventices à l'INRA de Dijon, ferme expérimentale d'Arvalis à Boigneville, dispositif La Cage à Versailles), et des résultats de mises en œuvre plus récentes de ces stratégies chez des agriculteurs. Les expérimentations qui se mettent en place dans le cadre du RMT "Systèmes de culture innovants" sont en revanche trop récentes pour fournir des résultats chiffrés. Enfin, l'expertise des participants mobilisée dans le cadre du travail de prototypage à dire d'experts de systèmes de culture (projet ADAR « systèmes de culture innovants ») a été valorisée.

En résumé, le niveau 2c "SdC intégré" du colza en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 2c "SdC intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Ile de France, Picardie	25.3	2.95
2	Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne Ardenne	25	2.95
2'	Bourgogne	25	2.95

2.3.1.6. Caractérisation du niveau 3

Le colza, avec à peine 2 000 ha en France en 2006, occupe 10% de la sole en oléagineux conduits en agriculture biologique (Agence bio 2006).

Cette très faible surface s'explique par sa grande sensibilité aux bioagresseurs, qui en rend la gestion technique très difficile voire impossible, malgré les nombreux atouts agronomiques de cette culture pour les systèmes bios (bon précédent, structure du sol...). Le colza est en effet très sensible aux attaques d'insectes, premier facteur limitant du rendement, avant la disponibilité en azote et la maîtrise des adventices. Cette culture montre des résultats extrêmement aléatoires, avec des pertes pouvant avoisiner la totalité de la récolte.

Ces faibles surfaces expliquent qu'il n'existe pas vraiment de statistiques sur les performances du colza conduit dans des systèmes biologiques. Quelques données plus ponctuelles, dont des exemples sont présentés dans les tableaux ci-dessous, sont néanmoins utilisables pour estimer ces rendements.

Tableau 29. Résultats de parcelles de colza conduites en AB entre 2005 et 2007 en régions Centre et Ile de France

	2005	2006	2007
Rendement moyen (q/ha)	17	11	17
Surface renseignée (ha)	98	143	107

Sources : C. Glachant, CA Seine-et-Marne

Les résultats d'un réseau de parcelles agricoles suivies par l'INRA entre 2002 et 2004 (32 parcelles sur 14 sites) renforcent le constat du caractère très variable du rendement du colza en conduite biologique : sur ces parcelles, les rendements obtenus varient de 1.4 à près de 35 q/ha, avec une moyenne de 15.3 q/ha.

L'ITAB propose par ailleurs dans sa fiche technique "cultiver du colza d'hiver en AB" une fourchette de rendement de 10 à 25 q/ha.

Au vu des données précédentes et d'avis complémentaires d'experts, les rendements du colza en conduite bio ont été estimés à 10 à 70% des rendements obtenus en conventionnel (valeurs généralisables France entière).

La variabilité des rendements entre régions est assez mal connue, mais elle peut être considérée comme peu différente de celle observée en conventionnel. Le colza est de loin l'espèce qui présente la plus forte variabilité interannuelle de rendement (voir, en annexe A5 : Exemple d'évolution des rendements en grandes cultures bio de 2002 à 2006 dans l'Eure).

Nous renvoyons la description du colza en conduite biologique à la partie 3 "systèmes de culture".

2.3.1.8. Bilan / synthèse

Le tableau suivant, version simplifiée de la matrice complète qui figure en annexe B, propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du colza.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insère l'espèce considérée (voir chapitres 1 et 3).

Tableau 30. Colza : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
Principes de mise en œuvre		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)	Semis précoce, choix variétal TPS, mélange précocités	Idem ITK + fréquence colza et autres cultures hôtes sclérotinia + désherbage méca
ZONE 1 Ile de France, Picardie	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	29,8 (6,6) 95%	31,3 (5,9) 100%	29,3 94%	26,6 85%	25,3 81%
	IFT global En % du niveau 0	5,9 (0,9) 72%	8,3 (1,1) 100%	6 72%	4,2 51%	2,95 36%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides et insecticides	Herbicides, insecticides et fongicides	Fongicides herbicides et insecticides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	12,8 95%	13,5 100%	12,6 94%	11,5 85%	11,8 88%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,5 90%	3,8 100%	3,4 89%	3,1 82%	3,9 103%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	358 106%	336 100%	352 105%	348 103%	377 112%
ZONE 2 Franche-Comté, Haute Normandie, Centre, Poitou-Charentes, Lorraine, Champagne Ardenne	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	30,6 (6,1) 99%	31 (5,9) 100%	29 94%	26,3 85%	25 81%
	IFT global En % du niveau 0	5,9 (0,9) 72%	8,2 (1,2) 100%	6 73%	4 49%	2,95 36%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides et insecticides	Herbicides, insecticides et fongicides	Fongicides herbicides et insecticides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	12,9 97%	13,3 100%	12,4 93%	11,9 89%	11,6 87%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,6 91%	4,0 100%	3,6 89%	4,0 101%	4,1 102%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	372 112%	333 100%	350 105%	354 106%	375 112%
ZONE 2' Bourgogne	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	28,7 (4,9) 96%	31 (5) 100%	29 94%	26,3 85%	25 81%
	IFT global En % du niveau 0	7,1 (0,9) 76%	9,4 (1,2) 100%	5,9 63%	4,2 45%	2,95 32%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides et insecticides	Herbicides, insecticides et fongicides	Fongicides herbicides et insecticides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	13,4 94%	14,3 100%	13,4 94%	13,0 91%	12,8 90%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,7 91%	4,1 100%	3,5 85%	4,2 103%	4,2 104%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	304 100%	304 100%	326 107%	331 109%	359 118%

Les principaux enseignements sur colza sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 31% en moyenne sur l'ensemble des zones par rapport au niveau 0 « intensif ». Cette réduction porte sur les insecticides, les herbicides et les fongicides. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc pas négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de près de 6% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006). Il faut noter que le raisonnement systématique sur ce type de culture, très sensible à un cortège de bioagresseurs divers, conduit à une prise de risque qui s'accompagne d'une perte de rendement estimée à 6% en moyenne par rapport à l'intensif.

- Le **niveau 2a** permet d'aller un peu plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 52% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif (de 49 à 55% selon les zones). Il s'accompagne d'une perte de rendement plus importante de l'ordre de 15% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont toujours les insecticides et les fongicides, et surtout les herbicides qui sont concernés par la réduction. La marge brute est améliorée par rapport à celle obtenue en intensif de 6% en moyenne.

- Le **niveau 2c** permet de poursuivre la réduction des herbicides, conduisant à une utilisation des pesticides très fortement réduite de 65% en moyenne (de 64 à 68% selon les zones) par rapport au niveau 0. Il est très important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite est nettement améliorée par rapport à celle estimée en niveau 1 (de 14% en moyenne).

- Le temps de travail du niveau 1 consacré à la culture est globalement réduit par rapport à l'intensif (par réduction du nombre de passages), de l'ordre de 12%. En revanche, il est légèrement augmenté pour le niveau 2c du fait de la mise en œuvre de techniques de désherbage mécanique à faible débit de chantier (binage). L'augmentation du temps de travail par rapport au niveau intensif est en moyenne de 3% pour le niveau 2c. Pour le niveau 2a, la situation est intermédiaire, avec une diminution du temps de travail moyen sur l'ensemble des zones de 5%, malgré des zones où l'utilisation combinée de techniques de hersage et de binage concoure à une augmentation de cet indicateur.

Pour les 3 niveaux, la consommation d'énergie (en GJ/ha) est inférieure à celle du niveau 0 (de 6% en 1 et 12% en 2a et 2b). L'efficacité énergétique reste comparable en 0 et en 1. En revanche, elle se dégrade en 2a et 2c, malgré la moindre consommation, du fait d'une production nettement plus réduite. La réduction est de 4% pour le niveau 2a et 9% pour le niveau 2c.

2.3.2. Tournesol

2.3.2.1. Les principaux bioagresseurs

Plusieurs maladies et quelques adventices envahissantes et fortement compétitives constituent les principaux problèmes de bioagresseurs pour la culture de tournesol en France.

Les autres problèmes concernent le désherbage de la flore classique (avec des solutions efficaces mais qui pourraient s'avérer plus coûteuses en raison du retrait de matières actives anciennes).

Plus ponctuellement, interviennent des attaques de pucerons (ouest de la France et région Centre), de sclerotinia du bouton, de taupins. Les attaques de limaces sont fréquentes lors d'années humides, notamment en présence de végétation ou de débris. Les dégâts dus aux oiseaux et au gibier sont en augmentation, mais la lutte n'est pas efficace.

La génétique du tournesol permet de contrôler différentes maladies non référencées : Albugo, ou référencées à des niveaux faibles : différentes formes de sclerotinia (notamment sur tige et bourgeon terminal), différentes maladies des feuilles.

Tableau 31. Tournesol : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
				Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies							
Phomopsis	**	**	→	Généralisé Pluies (mai-juin) et températures non extrêmes en juillet Sols assez profonds	Choix variétal (tolérance), date de semis, azote, peuplement	Héritabilité parcellaire modérée (selon le retour du tournesol et l'enfouissement des résidus)	- Assolement régional : Blé (non-labour) / To favorise l'inoculum - Fongicides efficaces - Gestion collective des résidus : enfouissement à l'échelle de la microrégion
Phoma (tige, collet)	***	** (collet)	→	Généralisé Stress hydrique favorise le dessèchement précoce	Choix variétal (mal connu), date de semis, azote		
Sclerotinia capitule	**	**	→	Moins présent au Sud Humidité fin de cycle et à la floraison	Choix variétal (tolérance, précocité), date de semis, peuplement, azote, irrigation	Héritabilité parcellaire forte : (selon le retour des oléoprotéagineux)	Pas de traitement chimique Lutte biologique Contans ®
Mildiou	*	***	→	Généralisé Humidité autour du semis	Choix variétal (résistance) et alternance	Héritabilité parcellaire forte : rotations courtes (< 3 ans) ; obligation de déclaration DRAF (si >30 % attaques) et interdiction To pendant 3 ans	- Traitement de semences (facultatif) - Destruction des repousses et adventices : plantes hôtes
Flore adventice							
Orobanche cumana	*	***	↗	Pays de la Loire	Variétés résistantes mais contournement fréquent par de nouveaux écotypes.		
Ambrosie	**	Problème de santé publique avec pollen allergène	↗	Vallée du Rhône Sud-Ouest	Faux-semis, binage, interventions sur chaumes céréales, colza	Héritabilité parcellaire forte : rotations courtes, parcelles ayant présenté des infestations mal contrôlées	Solutions chimiques en complément (Nikeyl, Cline)
Ammi majus	**	*	↗	Argilo-calcaires (SO)			Solutions chimiques en complément (Novall)
Datura	**	**	↗	Boulbènes, alluvions (SO, SE)	Peuplement régulier		Racer ME
Xanthium	**	**	↗	Argilo-calcaires (SO) + SE	Faux-semis (après céréale), semis tardif		Pas de solution chimique efficace
Tournesols sauvages	**	*	↗	SO (Lauragais)	Mesures de prophylaxie (arrachage, récolte, nettoyage...) Binage, déchaumage		

Source : "Mémento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques"

2.3.2.2. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

La sole de tournesol représente 6% de la surface des grandes cultures étudiées et contribue à 3% de l'EDP national.

L'IFT moyen France du tournesol est de 2,1 en 2006 (il se stabilise après une baisse par rapport aux enquêtes SCEES 1994 et 2001 où il était respectivement de 2,4 et 2,1). Cet IFT est avant tout le fait de la protection herbicide, et son évolution traduit une fréquence en baisse des parcelles traitées contre les maladies et les insectes, en raison de la diminution de l'inoculum de certaines maladies comme le phomopsis (années sèches, utilisation généralisée de variétés peu sensibles). La disparition de certaines solutions (traitement de semences systématique contre les pucerons et les insectes du sol - traitement qui n'entrait pas dans le calcul de l'IFT) ne s'est par ailleurs pas traduite par des utilisations accrues d'insecticides en végétation ; une

certaine extensification (faibles densités de peuplement, moins d'azote et développement du tournesol dans des sols moins fertiles) contribue également à une baisse du risque maladies.

Espèce	Surface (ha)	Tous produits (IFT)	Herbicides (IFT)	Fongicides (IFT)	Insecticides (IFT)	Autres produits (IFT)	EDP (IFT.ha)
TOURNESOL	644 828	2,1	1,6	0,1	0,2	0,3	1 327 707

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

Les traitements fongicides en végétation visant essentiellement le phomopsis¹⁰ sont difficilement amortis sur cette culture. En moyenne sur 10 ans (1991-2000), la perte en non traité fongicides est de 2 à 4 q/ha selon la sensibilité des variétés, avec une forte variation entre la période 1991-1995, avant l'avènement de variétés très peu sensibles au phomopsis, et la période 1996-2000 où ces variétés constituent la norme ; le coût de revient d'un traitement fongicide en végétation est d'environ 2 q/ha, ce qui explique l'impasse courante pratiquée pour ces traitements.

Encadré 4. Stratégies de désherbage sur tournesol en 2004-2006

D'après les enquêtes postales du Cetiom, menées en 2004 et 2006, pour le désherbage chimique le programme le plus fréquemment utilisé est présemis-prélevée (55% des cas) (*Tréflan + Racer* ou *Afalon* ou *Challenge*) et prélevée seul (34%). Dans 21% des cas, ces traitements sont associés à un herbicide total pendant l'interculture. Les produits de post-levée, qui permettent un ajustement à la flore levée, ne sont utilisés que sur 4% des surfaces ; il ne s'agit que d'antigraminées.

Les herbicides sont appliqués en plein dans 90 % des situations.

L'existence de flores particulières se traduit par des traitements plus coûteux et/ou par un complément de binage. En ce qui concerne le désherbage mécanique, le binage est pratiqué sur 41% des surfaces (la plupart du temps : 1 seul passage). Dans l'Ouest, le binage est pratiqué dans 58% des cas ; 50% des surfaces y sont semées avec un écartement compris entre 75 et 85 cm (contre 55-65 cm en général) qui facilite la pratique du binage.

Au niveau national, la variabilité d'utilisation des produits phytosanitaires est assez faible pour le tournesol, à l'échelle des parcelles comme à celle des régions, pour tous les types de produits. Par conséquent, le tournesol peut être considéré comme une culture homogène, en termes de traitements phytosanitaires, en France.

En résumé, le tournesol conduit en niveau zéro peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau "actuel" Pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 Pratiques actuelles intensives	
		Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (q/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]
1	France entière	22.7 [6]	2.1 [0.4]	23.6 [5.4]	3.2 [0.6]

Source : IFT (données SCEES 2006)

2.3.2.3. Caractérisation du niveau 1

Principe

Les techniques de lutte et d'évitement mobilisées lors du passage au niveau 1 ("raisonné") portent essentiellement sur un raisonnement plus pointu des interventions chimiques : fongicides et désherbage.

¹⁰ Noter dans le même temps une systématisation du traitement de semences avec du métalaxyl contre le mildiou dû à *Plasmopara halstedii* suite au contournement de la résistance des cultivars développés au début des années 1990 - traitement non comptabilisé par l'enquête SCEES car appliqué sur la semence. Ce traitement systématique ne sera plus imposé avec l'introduction de nouveaux gènes de résistance au mildiou à partir de 2003. La priorité donnée à la résistance génétique aux maladies dans le tournesol a pu s'accompagner d'un effort réduit pour la progression du rendement moyen de la culture qui a stagné, voire régressé dans le cas d'extensification poussée. Ce phénomène a entraîné une désaffection de la culture de la part des agriculteurs, au profit du colza dont le rendement potentiel progressait.

Tableau 32. Tournesol : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Raisonnement des techniques de lutte – Niveau 1	
Adventices envahissantes	Introduction dans les programmes classiques de matières actives ayant une action plus efficace sur telle ou telle adventice envahissante difficile à contrôler sur tournesol. Des variétés résistantes aux imidazolinones ou aux sulfonylurées, en cours d'inscription, sont susceptibles d'apporter une solution à ce problème majeur. La maîtrise de ces espèces adventices sera améliorée, mais cette innovation technique ne devrait pas générer une réduction de l'utilisation d'herbicide
Phomopsis	Traitement fongicide sur la base d'avertissements (modèle épidémiologique)
Phoma	Lutte chimique raisonnée dans le cadre d'une stratégie de lutte vis-à-vis du phomopsis. Incertitudes sur sa nuisibilité (jusqu'au stade 10 feuilles et à la floraison ?) et l'efficacité à attendre pour envisager des interventions. Maladie antagoniste indirecte du phomopsis sur tige, à considérer pour l'opportunité de la lutte.
Sclérotinia capitule	Protection chimique sur la tige et le bourgeon terminal pour les tournesols semences seulement, au stade 4-6 feuilles si les conditions climatiques sont exceptionnellement pluvieuses (sous réserve de spécialité autorisée sur l'usage). Stade sensible floraison à maturation pour les attaques sur capitule.
Mildiou	En préventif, traitement de semences sur les variétés sensibles uniquement. Grille de risque intégrant la rotation et le type de sol. Indicateur de risque climatique basé sur la pluviométrie dans les 10 jours qui encadrent le semis. Eviter les semis pendant les périodes pluvieuses, dans les parcelles exposées, éviter de semer sur un sol humide ou si des pluies significatives sont prévues dans les 5 jours. Destruction des repousses sur les cultures suivantes. Détruire également les adventices composées hôtes potentiels du champignon (Xanthium, ambroisie, Bidens, centaurées) même si leur rôle n'est pas parfaitement établi.

Mise en œuvre

La mise en œuvre de ces techniques par rapport à la pratique moyenne est de nature à augmenter le coût du traitement et l'IFT_{fongicide}, car ces traitements ne sont pas systématiques en tournesol. On peut donc faire l'hypothèse d'un rendement supérieur ou égal à l'intensif, mais avec un IFT_{global} du niveau de l'intensif, mais avec une déclinaison par catégorie de produits différente.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du tournesol en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France entière	26,3	2,7

2.3.2.4. Caractérisation du niveau 2a

Principes

Concernant les **maladies**, les principes mobilisés en 2a reposent sur une combinaison d'un choix de variétés TPS (Très Peu Sensibles) à résistantes au phomopsis.

En tournesol, on dispose d'une gamme de tolérances variétales au phomopsis et au sclerotinia qui pourrait être exploitée plus systématiquement sans perte de rendement. L'utilisation de variétés TPS à la place des variétés PS (les plus répandues dans les régions où le phomopsis est présent, contrairement au conseil Cetiom) permettrait de diviser par 2 le recours au traitement fongicide. L'utilisation de variétés résistantes (R) (peu nombreuses, peu présentes aujourd'hui dans l'offre des coopératives) serait même un moyen de s'en affranchir totalement.

Des résultats expérimentaux ont également montré qu'un rationnement de la culture (pas d'irrigation, azote limité, et densité réduite à 50-55 000 plantes/ha environ au lieu de 60-65 000) associé à une variété tolérante, permettait de s'affranchir d'un traitement fongicide dans de nombreuses situations (sauf année très humide) (Debaeke et al., 2003). Un semis retardé, de fin avril/début mai (non pénalisant pour le risque d'exposition à la sécheresse) au lieu de mi-avril, renforce l'efficacité de telles mesures et permet également de réduire l'impact du dessèchement précoce causé par le phoma.

Sur le plan des **adventices**, les stratégies mobilisées en 2a reposent sur des techniques contribuant à limiter le stock semencier et la diminution de l'utilisation systématique dominante de produits de présemis-prélevée par des techniques combinant désherbage chimique et mécanique.

Le décalage de semis laisse la possibilité de réaliser des faux-semis au printemps, qui contribuent à réduire la pression en adventices. Cette possibilité est très intéressante, notamment pour les adventices difficiles à détruire qui nécessitent de renforcer le coût herbicide (cas de l'ambrosie).

Les programmes de présemis-prélevée majoritairement mis en œuvre aujourd'hui ne permettent pas un ajustement au risque réel de salissement (flore potentielle mais aussi flore levée). Or on ne dispose pas encore de possibilité de substitution généralisée de la prélevée par de la post-levée (possible uniquement pour les graminées), et les modulations de doses en prélevée dans les situations peu infestées à flore classique restent tributaires de l'occurrence de la sécheresse en culture d'été. Une évolution est cependant en cours avec l'adoption d'innovations associant une évolution variétale et l'autorisation probable à terme de nouveaux herbicides inhibiteurs de l'ALS, à spectre large. Ces herbicides contribueront en outre à maîtriser en post-levée des adventices difficilement maîtrisables aujourd'hui (ambrosie, orobanche cumana, ainsi que les astéracées sauvages).

Dans ce contexte, l'introduction du désherbage mécanique peut être renforcée en vue de réduire l'utilisation d'herbicides : désherbage mixte, combinant traitement dirigé à dose pleine sur le rang au semis et binage de l'interrang (entre les stades 3 et 5 paires de feuilles). Le passage à un écartement de 75-85 cm peut faciliter la pratique mais n'est pas indispensable. Les bineuses équipées d'un système de guidage permettent d'augmenter le débit du chantier (15 mn / ha) sans perdre en précision (travail à 5-10 cm du rang). Le traitement du rang reste réalisé avec des produits de prélevée, mais conduit à une diminution de **40 à 60%** de l'IFT_{herbicide}.

Le binage seul (en 2-3 passages) est trop dépendant des conditions climatiques et pas assez efficace sur tous les types de flores pour être proposé en 2a en substitution complète du désherbage chimique.

Mise en oeuvre

Le groupe n'a pas connaissance de dispositifs expérimentaux sur tournesol en conduite intégrée. Aussi, la caractérisation du niveau 2a proposée s'appuie-t-elle sur l'expertise de ses membres et la mobilisation de résultats d'essais ponctuels (dont certains sont repris en encadrés).

La caractérisation proposée pour le tournesol conduit en France en niveau 2a est la suivante.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France entière	22,7	1,2

2.3.2.5. Caractérisation du niveau 2c

Les principes

Les principes mis en œuvre pour ce niveau de rupture sont ceux identifiés pour le niveau 2a, auxquels s'ajoute une plus grande diversification de la succession des cultures dans laquelle s'insère le tournesol. Cette diversification (et ses conséquences à l'échelle territoriale) se traduit directement par un retour moins fréquent du tournesol dans la parcelle, contribuant à :

- réduire la pression des principales maladies dont la conservation se fait par les résidus de récolte ou des organes de conservation (sclérotés). L'introduction du *Contans* (lutte biologique) est limitée aux situations où l'inoculum est élevé ;
- diminuer certaines adventices inféodées à la culture (ou en améliorer le contrôle sur les autres cultures, du fait de la diversification).

C'est au niveau 2c que l'on peut également proposer d'introduire une gestion territoriale, en particulier pour le broyage et l'enfouissement des résidus de récolte (réduction de l'inoculum de phoma) ; mais le labour après tournesol est peu pratiqué en sol argilo-calcaire pour l'implantation du blé.

Encadré 5. Le désherbage, pour réduire les quantités d'herbicides à l'hectare (source Cetiom)

En tournesol, en raison de la faible disponibilité en herbicides de post-levée, le désherbage consiste essentiellement à désherber chimiquement sur le rang au moment du semis, puis à biner après la levée.

• L'application des herbicides de prélevée est localisée sur le rang, le jour du semis, grâce à un kit de pulvérisation ajusté sur le semoir. Le semis et le traitement herbicide sont donc réalisés en un seul passage, la contrainte étant de remplir la cuve de bouillie tous les 7-8 ha.

Environ un tiers de la surface est traité (20 cm pour un écartement de 60 cm), ce qui permet une économie de deux tiers d'herbicides et l'utilisation d'un produit haut de gamme. Selon la flore de la parcelle, il ne faut toutefois pas renoncer à l'utilisation de produits de présemis en plein, complétés par un désherbage sur la ligne au moment du semis.

Le temps nécessaire pour le binage est estimé à 45 min/ha, mais reste variable selon la largeur de la bineuse et le système de guidage. Cette technique ne peut s'adapter qu'aux sols à ressuyage rapide. Une infestation importante peut nécessiter 2 passages de bineuse.

Les performances du binage sont très variables, de 50 à 100% sur dicotylédones. L'efficacité est comparable sur graminées mais les résultats sont plus aléatoires et, si elles ont dépassé le stade 3 feuilles, leur destruction est plus difficile. Si l'efficacité du binage en pourcentage de destruction est parfois jugée moyenne, il ne faut pas oublier que les adventices restantes sont affaiblies, ce qui handicape leur croissance ultérieure.

L'opération de désherbage est rentable et permet de minimiser les coûts d'application lorsqu'on vise des flores particulières (ombellifères, par exemple).

Cette technique est possible sur toutes les cultures pouvant être cultivées avec un inter-rang large (idéal à partir de 45 cm) comme le tournesol. Le désherbage se révèle efficace, à condition de biner tôt et dans de bonnes conditions, c'est-à-dire sur un sol suffisamment sec et sur des adventices jeunes (3-4 feuilles). La fréquence d'occurrence de ces conditions est très variable selon les régions et reste à évaluer. L'intérêt du désherbage réside aussi dans la possibilité de raisonner en post-levée. Il est possible de ne pas intervenir mécaniquement si l'état de salissement de la parcelle ne le justifie pas¹¹.

Matériel : le kit de pulvérisation

Outre l'équipement nécessaire pour le binage, le désherbage nécessite d'équiper le semoir d'un kit de pulvérisation, qui permet de traiter sur le rang au moment du semis. Ces kits sont vendus aux alentours de **3 600 € pour un semoir 6 rangs**.

Exemple : dans le cas d'un tournesol semé à 50 cm d'écartement, la partie traitée est d'environ 20 cm. **La dose d'herbicide est réduite de 60%**.

Encadré 6. Comparaison des coûts (en €/ha) de différentes modalités de désherbage en tournesol

Note : la disparition de la trifluraline en 2009 augmente l'intérêt du désherbage.

Index des prix et normes agricoles 2006 / 2007 :

Tréflan EC 2,5 l/ha puis Racer ME 2 l/ha = 73 €/ha

Tréflan EC 2,5 l/ha puis Afalon 50 L 1,1 l/ha = 26 €/ha

Mercantor Gold 1,4 l/ha + Racer ME 2 l/ha localisé sur le rang (40% de la surface traitée) = 35 €/ha

Pulvérisateur 24 m, 15 hl, 4.16 €/ha, 6 ha/h

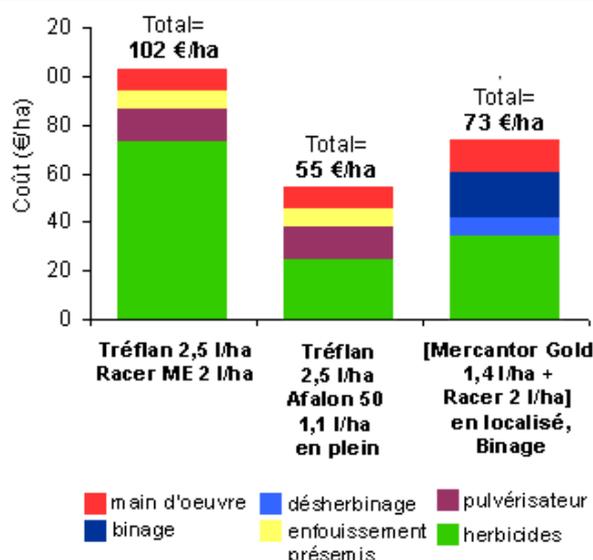
Vibroculteur 4m, 3.52 €/ha, 2.4 ha/h

Kit désherbage 3600 € sur 7 ans, 60 ha/an = 8,57 €/ha

Bineuse 6 rangs, 7.49 €/ha, 1,33 ha/h

Tracteur 2 ch 2 RM : 10,48 €/ha

Source : Cetiom



¹¹ Une réflexion est cependant conduite actuellement sur l'intérêt de la mise en œuvre simultanée de l'application de désherbants et le binage, les optima climatiques pour une mise en œuvre simultanée étant rarement compatibles.

Mise en oeuvre

La culture de tournesol étant déjà peu traitée chimiquement, le niveau 2c sera proche du niveau 2a : les rendements sont cependant un peu meilleurs (équivalents à ceux obtenus en niveau 0) en raison d'une plus faible pression des bioagresseurs très sensibles à la longueur de la rotation.

La caractérisation proposée pour la conduite en niveau 2c "SdC intégré" du tournesol est la suivante.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France entière	23,6	1,1

2.3.2.6. Caractérisation du niveau 3

Le tournesol, culture peu traitée et peu fertilisée, est le principal oléagineux en culture biologique. Il occupe 52% de la sole oléagineuse en conduite biologique, loin devant le soja (35%).

La caractérisation des rendements et des pratiques sur tournesol en production biologique est très dépendante des systèmes de production qui en sont à l'origine (disponibilité en amendements organiques local, degré d'intensification de la conduite (irrigation)...). Dans les systèmes céréaliers irrigués du sud par exemple, les rendements du tournesol sont régulièrement assez proches de ceux obtenus en conventionnel. Dans ces systèmes, le tournesol est irrigué et reçoit un apport de MO. La gestion des adventices combine des techniques basées sur le faux-semis et des techniques de destruction mécanique par binage.

Nous renvoyons la description du tournesol en conduite biologique à la partie 3 « systèmes de culture ».

2.3.2.7. Bilan / synthèse

Le tableau suivant, version simplifiée de la matrice complète figurant en annexe B, propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du tournesol.

Rappel : le passage au niveau "SdC intégré" s'accompagne de modifications plus profondes des successions de cultures dans lesquelles s'insère la culture considérée (voir chapitres 1 et 3).

Tableau 33. Tournesol : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITk intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en oeuvre</i>		- [Moyenne SCEES]	-	<i>Raisonnement de la lutte chimique (AA, seuils)</i>	<i>Retard semis, diminution densité, choix variétal et N réduit + désherbage méca</i>	<i>Idem ITK + fréquence tournesol</i>
ZONE 1 France	Rendement (q/ha) <i>En % du niveau 0</i>	22,7 (6) 96%	23,6 (5,4) 100%	26,3 111%	22,7 96%	23,6 100%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	2,1 (0,4) 69%	3,2 (0,6) 100%	2,7 84%	1,2 38%	1,1 34%
	Principal poste de gain /IFT				Herbicides (+ insecticides)	Idem + fongicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	7,0 96%	7,3 100%	7,8 106%	8,3 114%	9,0 123%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	3,1 95%	3,2 100%	3,2 98%	4,7 146%	5,0 155%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	293 107%	274 100%	339 124%	341 124%	362 132%

Les principaux enseignements sur tournesol sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de seulement 16% en moyenne par rapport au niveau 0 « intensif ». Cette réduction porte sur les insecticides, et dans une moindre mesure les herbicides, mais elle cache une augmentation du recours aux fongicides. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de près de 24% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006) du fait d'une augmentation conjointe du rendement de l'ordre de 11%.

- Le **niveau 2a** permet d'aller beaucoup plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 62% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif. Il s'accompagne d'une légère perte de rendement de l'ordre de 4% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont les insecticides et surtout les herbicides qui sont concernés par la réduction, du fait de la mise en œuvre de techniques de désherbage mixte. La marge brute est améliorée par rapport à celle obtenue en intensif de 24% en moyenne.

- Le **niveau 2c** permet de poursuivre la réduction sur les fongicides seulement, conduisant à une utilisation des pesticides très proche de celle estimée en 2a (réduite de 66% en moyenne par rapport au niveau 0). Il est très important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite continue sa progression : elle est améliorée de 32% en moyenne par rapport à celle estimée en niveau 1.

- Le temps de travail du niveau 1 consacré à la culture est globalement identique à celui du niveau 0. En revanche, il est fortement augmenté dès le niveau 2c du fait de la mise en œuvre de techniques de désherbage mécanique à faible débit de chantier (binage). Cette augmentation est en moyenne de 46 et 55% pour les niveaux 2a et 2c respectivement.

La consommation d'énergie (en GJ/ha) s'en trouve augmentée (de 14 et 23% en moyenne pour les niveaux 2a et 2c respectivement) contribuant à dégrader l'efficacité énergétique sur ces 2 niveaux (de 16 et 19% respectivement). A l'inverse, cet indicateur est amélioré (de 5% en moyenne) en niveau 1.

2.3.3. Lin graine

Le lin oléagineux se cultive soit en tant que culture d'hiver (semis de fin septembre en Nord France), soit de façon plus traditionnelle au printemps (semis de mars en Nord France).

Les bioagresseurs principaux sont les adventices dicotylédones dont le contrôle est le plus délicat (culture dicotylédone elle-même) et les graminées. Culture assez courte et peu couvrante pour le lin d'hiver durant les premières semaines de son cycle, elle est sensible à la concurrence adventice avec un impact sur la qualité du produit (renouée ou folle avoine par exemple).

Le lin peut être concerné par un cortège de maladies, mais la septoriose est celle qui occasionne les plus gros dégâts potentiels. Le phoma, l'oïdium, l'alternaria et le botrytis ne sont pas directement ciblés par les programmes de protection. A cela s'ajoute maladie spécifique sur lin d'hiver, *Kabatiella lini* ou "courbure du pied" qui peut dès l'automne atteindre la culture. Aucune tolérance variétale n'est aujourd'hui renseignée sur maladies.

Les ravageurs du lin sont peu nombreux : ni limaces ni pucerons. Le thrips du lin peut par contre engendrer des dégâts notoires. Ces "bêtes d'orage", observables et fragilisant les "têtes de lin", sont assez souvent traitées.

Au final, il constitue une culture permettant de rompre les rotations avec des bioagresseurs qui pour l'essentiel lui sont spécifiques.

L'utilisation de régulateurs, devenue régulière depuis une dizaine d'année consécutive à l'augmentation des doses d'azote, peut être évitée par le choix d'une variété peu sensible à la verse et par une meilleure gestion de l'azote, permettant de valoriser avec efficacité la minéralisation du sol.

Les principes de conduite du lin graine mobilisées dans le niveau 2c reposent donc sur :

- le choix d'une variété tolérante à la verse (absence d'autre tolérance connue à ce jour)
- des pratiques de fertilisation azotée modérées par la recherche d'une meilleure valorisation de l'azote apporté,
- le recours au désherbage mécanique en complément (herse étrille, ou houe) : avec moins d'adventices du fait d'une rotation plus diversifiée en 2c, l'hypothèse est de supprimer un désherbant sur 2 sur lin d'hiver et de réduire le passage unique sur lin de printemps.

Les possibilités d'évitement des maladies par décalage des dates de semis ne sont pas envisageables sur lin en raison des plages de semis optimales réduites. Il faut souligner l'absence de travaux scientifiques sur les agressions sur cette culture et les évitements possibles.

La mise en œuvre de l'ensemble permet de supprimer le régulateur et une partie des désherbants par rapport aux pratiques actuelles.

En tant que telle, l'alternative lin printemps versus lin d'hiver engendre une moindre utilisation de phytosanitaire, mais présente des potentialités de productivité un peu plus faible en tendance.

Les performances de rendement et d'IFT proposées pour le lin de printemps en niveau 2c « SdC intégré » sont les suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	19	2.15

Sources : Plate forme ITK lin 2007 CA 27-ITL - Lin 2000, oleolin

2.4. Protéagineux

Sont traités le pois de printemps, qui fait partie des cultures enquêtées par le SCEES, ainsi que la féverole – de manière plus succincte -, espèce intégrée dans les rotations proposées pour les niveaux 2c et au-delà.

2.4.1. Pois de printemps

2.4.1.1. Principaux bioagresseurs

Il existe **différentes maladies aériennes** nuisibles sur pois avec principalement l'antracnose, très fréquente sur pois en général et plus nuisible sur pois d'hiver (nuisibilité directement dépendante du climat pendant la floraison et de la date de début de l'épidémie). Le mildiou est également une maladie potentiellement très fréquente dans les parcelles déjà cultivées en pois, mais assez bien contrôlée en France par les traitements de semences. Localement la rouille, l'oïdium et le botrytis du pois, voire le sclérotinia, peuvent provoquer des dommages et nécessiter une protection fongicide. Il n'existe pas à ce jour de connaissances en matière de choix variétal permettant l'évitement des maladies aériennes, sauf dans le cas de l'oïdium. Cependant, le choix d'une variété à bonne tenue de tige et de grande taille défavorise l'Antracnose. La baisse de densité de semis depuis 10 ans a peut-être contribué également à diminuer l'importance du Botrytis.

Les **principaux ravageurs** du pois sont les sitones et les pucerons, plus localement les thrips. Les cécidomyies peuvent également causer des dégâts importants mais sont très localisées en Champagne crayeuse et en Picardie. Les thrips sont assez localisés dans le Centre, l'Ile de France et la Normandie. Le cas de la tordeuse, dans la moitié nord de la France, et de la bruche, dans la moitié Sud, est particulier. La présence de ces ravageurs entraîne peu de dégâts directs sur le rendement mais diminue en revanche

fortement la probabilité d'accès au marché de l'alimentation humaine et de la semence. Les seuils d'exclusion, très sévères (1 à 2 % pour la bruche contre 10 % en alimentation animale), conduisent souvent à un traitement insecticide supplémentaire dans les régions à risque lorsque l'agriculteur vise ces marchés.

Côté **adventices**, les pois semés au printemps sont surtout concernés par les dicotylédones. L'interculture longue limite la présence de graminées, mais de façon variable selon la rotation globale pratiquée.

Tableau 34. Pois : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies								
Anthraxnose	Toutes zones	**	***	→	Sols humides et pluviométrie	Semis précoces Peuplement dense		
Nécroses racinaires (Aphanomyces)	Ile de France et régions voisines	**	***	↗	Sols humides. Pluviométrie printanière. Absent en terre de craie		Héritabilité parcelle Rotation (l'inoculum de <i>A. euteiches</i> peut subsister de 10 à 20 ans dans les sols sous forme d'oospores)	Principale cause du recul du pois en France
Ravageurs								
Sitones	Toutes zones	**	**	→		Culture peu poussante plus à risque		
Thrips	Zone nord	*	***	→		Levée difficile (froid, battance)	Rotation avec lin et céréales	
Pucerons	Toutes zones	**	**	→				
Cécidomyies	Champagne et Picardie	*	***			Stade de grande sensibilité : bouton floral des premiers étages		Principale cause de recul dans certains secteurs de Picardie et Champagne
Bruches	Sud	**	** qualité	→				
Tordeuses	Centre et Nord	**	** qualité	→				Peu dégâts directs/ rendement Pb qualité semence et alimentation humaine
Flore adventice								
dicots		***	**	↗		Faible couverture du sol	Gaillet et non labour systématique	
graminées		**	**	→			Rotation avec pratiques à risque d'apparition de graminées résistantes : utilisation fréquentes non alternes de familles de s.a AG dans la rotation	

2.4.1.2. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

Le pois, cultivé sur de faibles surfaces et avec une pression phytosanitaire moyenne, arrive en dernière position des grandes cultures contributrices à l'utilisation de pesticides en France.

Espèce	Surface (ha)	IFT - Tous produits	IFT - Herbicides	IFT - Fongicides	IFT - Insecticides	IFT - Autres produits
POIS	239 731	4,6	1,2	1,3	2,1	0,0

Les insecticides représentent près de la moitié de l'IFT total, et constituent aussi le principal facteur de variabilité des traitements (Figure 15).

Cette variabilité est plus forte à l'intérieur des régions qu'entre régions : les valeurs médianes et valeurs basses (des 10% des parcelles les moins consommatrices) des IFT sont en effet quasi-identiques pour toutes les régions enquêtées.

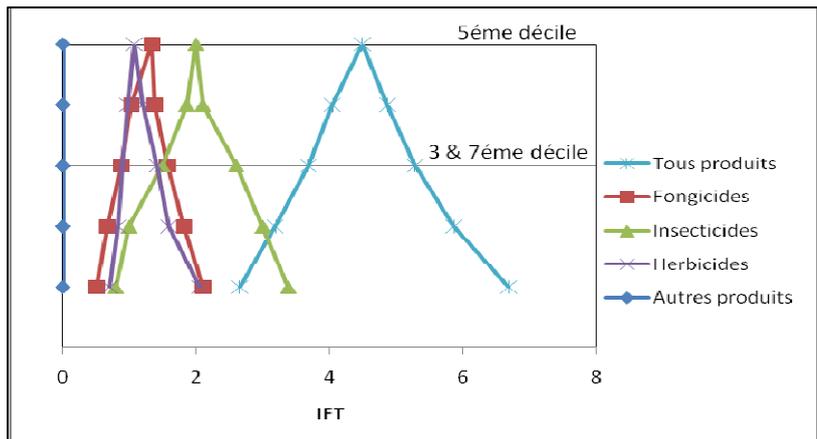


Figure 15. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pois en 2006

Des différences apparaissent toutefois dans les distributions des IFT_{insecticides} : la valeur et la distribution des parcelles les plus consommatrices, par exemple, sont très différentes selon les régions (ce qui explique les écarts observés entre médiane et moyenne).

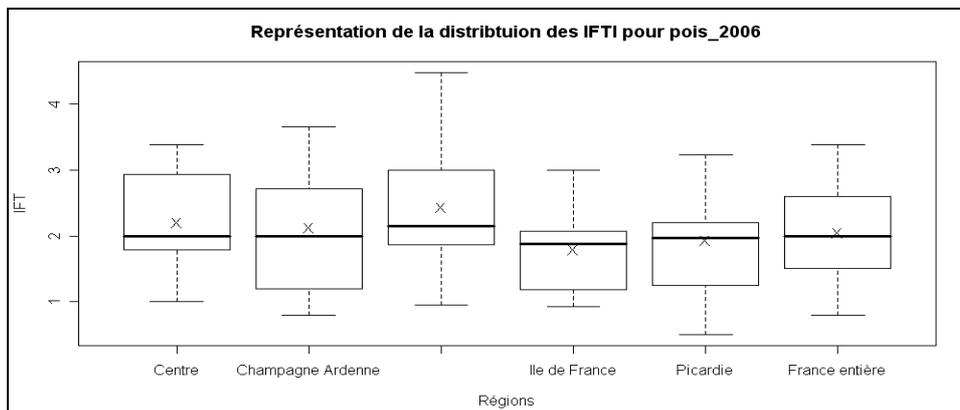
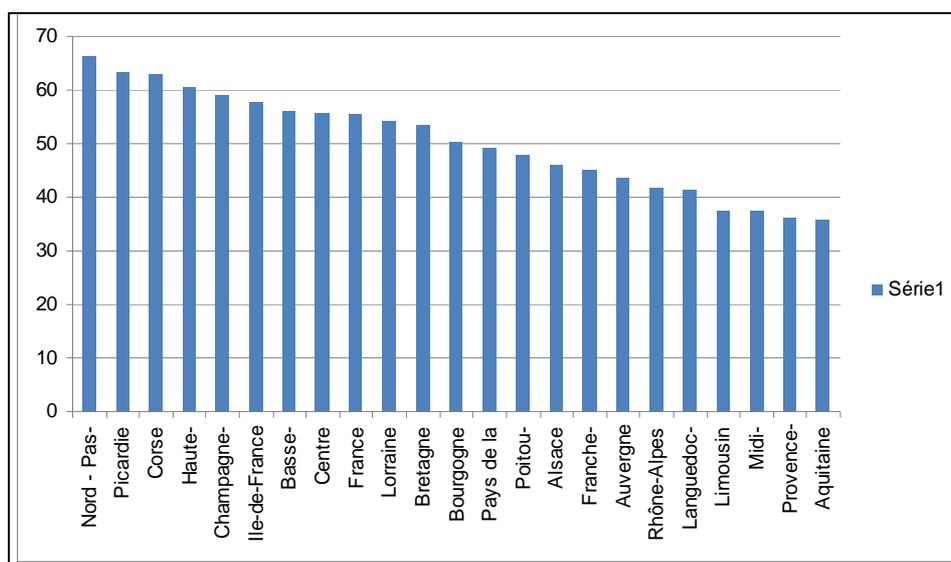


Figure 16. Distribution régionale de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pois en 2006



Données Agreste 1989-2006

Figure 17. Rendement potentiel du pois par région

La variabilité interrégionale est plus marquée en ce qui concerne les potentialités de rendement du pois (Figure 17), ce qui conduit pour cette culture à distinguer 2 zones, avec une démarcation autour de 45 q/ha.

Zone	Régions concernées	IFTTP 2006	Rendement potentiel
1	Picardie, Centre, Ile-de-France, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne, Bourgogne, Haute-Normandie, Champagne-Ardenne, Basse-Normandie, Poitou-Charentes, Pays de Loire, Lorraine	Entre 4 et 5,4	>45q/ha
2	Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, Limousin, Aquitaine, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne	/	< 45q/ha

Les données issues de l'enquête SCEES sur pois ne concernent que des régions de la zone 1 (Centre, Champagne-Ardenne, Haute Normandie, Ile-de-France et Picardie). Aussi, devant l'absence de données statistiques, la règle de décision suivante a été appliquée pour tenir compte de ces différences de potentialités en zone 2 : la différence de rendement potentiel moyen entre les 2 zones (28%) a été appliquée sur la zone 2.

En résumé, le pois conduit en France en niveau "actuel" et en niveau 0 peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions concernées	Niveau "actuel" pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 pratiques actuelles intensives	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen [Ecart-type]
1	Picardie, Centre, Ile-de-France, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne, Bourgogne, Haute-Normandie, Champagne-Ardenne, Basse-Normandie, Poitou-Charentes, Pays de Loire, Lorraine	46,9 [9,8]	4.5 [0.6]	49 [6.4]	6.4 [1.1]
2	Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon, Limousin, Aquitaine, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne	34.6*		35*	

Source : IFT (données SCEES 2006)

* valeurs calculées

2.4.1.3. Caractérisation du niveau 1

Le raisonnement porte principalement sur la gestion des maladies et des ravageurs. Les traitements fongicides étant réalisés en préventif, ils sont déclenchés en tenant compte d'une estimation du potentiel infectieux de la parcelle et des prévisions météorologiques (Avertissements agricoles). Concernant la lutte contre les ravageurs, celle-ci est déclenchée en végétation sur la base de l'atteinte de seuils de nuisibilité. Le tableau suivant présente les principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.

Tableau 35. Pois : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Raisonnement des techniques de lutte – Niveau 1	
Maladies	
Anthraxose	En préventif, traitement de semences. La lutte fongicide en végétation nécessite de 1 à 3 traitements, le premier dès l'apparition des premières fleurs, les autres tous les 10 jours environ après le premier.
Nécroses racinaires	Pas de solution curative
Ravageurs	
Sitones	En végétation, seuil de 5-10 encoches sur les feuilles et par plante du stade levée à 5 feuilles.
Thrips	Présence de thrips dans le bourgeon terminal à la levée. A 80% de plantes levées, comptage sur 25 plantes, traiter si au moins 1 thrips par plante et si temps peu poussant.
Pucerons	Seuil d'intervention de 30 pucerons par plantes au début de la floraison. Les dégâts peuvent être importants, surtout si la pullulation est précoce, car ce puceron peut transmettre différentes viroses. Seuil : 30p/plantes à début floraison, 50p/plante 15 jours après floraison et 100p/plante fin floraison. En présence de miellat, proscrire des applications de pyréthrinoides et de fongicides à base de triazole dans un délai inférieur à 24 heures, potentiellement préjudiciables pour les abeilles.
Bruches	Traitement avec un insecticide en végétation, si le seuil d'intervention est atteint (présence de jeunes gousses plates et températures supérieures à 20 °C). Exigences dépendantes du marché visé. Risque seulement dans la moitié sud.
Tordeuses	Traitement au stade gousses pleines si seuil de 400 captures atteint pour l'alimentation animale, seuil de 50 captures pour des semences ou l'alimentation humaine. Certains traitements insecticides contre les pucerons peuvent agir contre les tordeuses.

Ne disposant pas de données statistiques pour renseigner les performances de ces stratégies, le groupe a retenu de qualifier ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, s'appuyant eux-mêmes sur ceux de l'Unip-Arvalis sur cette culture, et enrichis d'une expertise locale des fréquences d'occurrence des principaux bioagresseurs. Le rendement n'est pas affecté par la stratégie technique mise en œuvre en niveau 1. L'IFT total estimé sur la base des données disponibles pour le niveau 1 est élevé (6,3), peu différent du niveau 0, ce qui illustre bien le fait que l'optimisation du raisonnement des traitements ne permet pas de réduire l'usage de pesticides en culture de pois si elle n'est pas accompagnée des mesures prophylactiques relevant des niveaux 2a et 2c.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" du pois en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT (2006).

Zone	Régions	Niveau 1 "raisonné"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Haute-Normandie, Poitou-Charentes, Centre Bretagne, Champagne-Ardenne, Pays de Loire, Ile-de-France, Bourgogne, Basse-Normandie, Lorraine	49	6,3
2	Rhône-Alpes, Auvergne, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, PACA, Limousin	35	

2.4.1.4. Caractérisation du niveau 2a

Le pois est une espèce qui a bénéficié de peu de travaux en matière de conduite intégrée. La faible disponibilité en termes de choix variétal (tolérance aux maladies) limite les possibilités. Les principes mobilisés à l'échelle de l'itinéraire technique pour conduire du pois en niveau 2a reposent donc plus sur un raisonnement accru des interventions fongicides et insecticides que sur de réelles méthodes de lutte culturale dans le cadre de stratégies d'évitement. Cette situation explique que ce niveau 2a et le suivant (2c) présentent relativement peu de différences avec le niveau 1.

Dans ce contexte, la réduction des IFT sur pois est difficile, mais plusieurs pistes existent pour réduire l'usage des insecticides :

- Le remplacement du pois de printemps par du pois d'hiver alternatif, semé tardivement à l'automne : des travaux conduits en 2005 et 2006 en Picardie ont montré une diminution de 1 passage en moyenne du nombre d'insecticides : en effet, le risque de dégâts de sitones et de thrips sur ces pois d'hiver sont très réduits, les pucerons et les cécidomyies arrivent plus tardivement dans le cycle avec une nuisibilité réduite, surtout pour les cécidomyies. En revanche le pois d'hiver nécessite souvent un fongicide de plus qu'un pois de printemps.
- L'homologation d'un traitement de semences insecticide (actuellement aucun produit de ce type n'est autorisé) : les travaux réalisés de 2002 à 2008 ont montré une réduction systématique de 1 et souvent 2 insecticides aériens, avec une meilleure efficacité contre thrips, sitones et pucerons précoces (virulifères) se traduisant par des gains de rendement.
- La pratique de la fumigation à la phosphine dès la mise en silo, qui permet de réduire les populations de bruches. Cette technique, qui ne laisse aucun résidu sur les grains ni dans l'environnement est répandue dans beaucoup de pays mais très rare en France où de nombreux insecticides de stockage, plus faciles d'emploi, sont autorisés en céréales et où peu de silos sont étanches (l'étanchéité des silos est indispensable pour cette technique).

Ces deux dernières pistes ne sont pas spécifiques au niveau 2a et suivants, mais sont des « possibles » potentiellement mobilisables pour tous les modes de conduite étudiés.

Enfin, une marge de manœuvre existe par l'ajustement des conduites en fonction des débouchés : une partie des pois sont produits actuellement pour le marché de l'alimentation humaine (export vers le sous-continent indien et industrie des ingrédients agro-alimentaire) et celui des semences, mais la majorité de la production

se trouve valorisée en alimentation animale (65% en 2008 pour la production française¹², 85% au niveau européen). Or la recherche de ce marché "alimentation humaine" conduit à des stratégies insecticides très consommatrices, pour éviter le déclassement des grains (moins de 2% de grains perforés). Le développement récent de la contractualisation pour les marchés plus rémunérateurs permet de conduire des pois à faible IFT_{insecticide}. C'est cette logique qui est mise en œuvre dans les propositions qui suivent. Les seuils de déclenchement des traitements sont dans ce cas beaucoup plus élevés que pour l'alimentation humaine et autorisent plus fréquemment des impasses.

Côté adventices, un faux semis sera réalisé chaque fois que possible pour les dicotylédones. Lorsque la pression de dicotylédones est limitée, le recours à un mélange de post levée à doses très réduites (type Challenge à 0.5 l + bentazone à dose réduite) pourrait permettre une diminution sensible des IFT. Le recours à la herse étrille sur pois donne également d'assez bons résultats.

Côté maladie aériennes, plusieurs voies complémentaires permettent de réduire le recours aux fongicides pour maîtriser l'antracnose :

- Les semis tardifs, préconisés en pois d'hiver (mais déconseillés en pois de printemps du fait de la chute rapide du potentiel de rendement)
- Des densités de semis assez faibles (il existe souvent une marge de manœuvre)
- Le recours à des variétés hautes et résistantes à la verse (évolution en cours du choix variétal)

A terme, la meilleure prévision de l'arrivée de la maladie (travaux en cours) pourrait permettre d'éviter les traitements préventifs à début floraison. Cette voie pourra alors concerner l'ensemble des niveaux de rupture étudiés.

L'application de ces principes conduit à l'hypothèse de baisse de rendement estimée par expertise à environ 5% par rapport au niveau 0.

Notons qu'une autre piste prometteuse existe, qui repose sur la culture du pois en association avec des céréales (à l'image de ce qui se pratique en agriculture biologique). C'est certainement la piste qui permet les plus grandes possibilités de réduction des produits phytosanitaires (surtout herbicides et fongicides), à condition de faire des mélanges de grande taille et résistants à la verse, type triticale + Assas. Le principal frein actuel vient de la collecte : cette « nouvelle » culture, qu'il faut trier, est un produit de plus à gérer en même temps que les blés, colza et pois de printemps. Des travaux sont en cours dans le cadre du projet ADAR « associations pois-blé » qui devraient à court terme apporter des éléments sur la conduite et les performances de ces associations.

En résumé, le pois conduit en France en niveau 2a pour un marché d'alimentation animale peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Niveau 2a "ITK intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Haute-Normandie, Poitou-Charentes, Centre Bretagne, Champagne-Ardenne, Pays de Loire, Ile-de-France, Bourgogne, Basse-Normandie, Lorraine	47	3.75
2	Rhône-Alpes, Auvergne, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, PACA, Limousin	33	

2.4.1.5. Caractérisation du niveau 2c

A l'instar du niveau 2a, le niveau 2c est très peu renseigné. A ce niveau, la mise en œuvre du levier "successions de culture" permet d'opter pour une stratégie désherbage un peu différente, combinant des produits de post-levée et du désherbage mécanique de complément. Le moindre salissement permis par une

¹² Beaucoup plus quand la production était plus élevée : 90% en 2006 par exemple.

succession de cultures plus diversifiée rend cette stratégie suffisamment efficace. Le reste de l'itinéraire est identique à celui proposé en 2a.

Dans ce contexte de déficit d'expérience, la conduite en niveau 2c sera très proche de celle proposée en 2a. Elle peut être caractérisée, pour un marché alimentation animale, par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Niveau 2c "SdC intégré"	
		Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Haute-Normandie, Poitou-Charentes, Centre Bretagne, Champagne-Ardenne, Pays de Loire, Ile-de-France, Bourgogne, Basse-Normandie, Lorraine	47	3,5
2	Rhône-Alpes, Auvergne, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, PACA, Limousin	33	

2.4.1.6. Caractérisation du niveau 3

Le pois conduit en agriculture biologique en culture pure, avec moins de 3 000 ha, représente 26% de la sole de protéagineux en conduite biologique (Agence bio 2006).

L'azote n'est pas un facteur limitant pour ces légumineuses. En revanche, sur pois, c'est la maîtrise des adventices et des insectes et maladies qui pose le plus de problèmes. Le pois en culture pure est peu compétitif par rapport aux adventices surtout en fin de cycle, et le binage (qui permet une maîtrise des adventices pour les féveroles) est impossible sur cette culture. Les stratégies s'appuient souvent sur un passage de herse étrille avant la levée, et un second passage éventuel avant 4 feuilles du pois.

En production bio, le pois est rarement cultivé seul ; il est le plus souvent semé en mélange soit avec de l'orge de printemps soit plus souvent en pois d'hiver fourrager (de grande taille) avec du triticale (les mélanges céréales-pois conduits en bio représentent environ 11 000 ha en 2006, contre seulement 3 000 en pois pur ; source Agence bio 2006) dans un but essentiellement de concurrence vis-à-vis des mauvaises herbes, et d'effet "tuteur" de la céréale associée, qui permet de limiter la verse.

Les principales maladies (anthracnose sur pois d'hiver surtout et aphanomyces) sont gérées de façon préventive par une limitation du retour fréquent de la culture. L'anthracnose est une maladie importante qui provoque une verse précoce et peut ainsi conduire à la destruction totale de la récolte en culture pure. C'est une autre raison qui conduit à cultiver des associations avec des céréales. Dans les secteurs où l'aphanomyces est très présent (Bassin parisien notamment), il est recommandé de lui préférer la féverole.

En l'absence de données statistiques sur les rendements obtenus en production biologique, une estimation des pertes de productivité liées à la conduite bio, par rapport à une conduite conventionnelle, a été réalisée en mobilisant les données disponibles et l'expertise d'Arvalis. La valeur moyenne, généralisable France entière, retenue par cette estimation est une baisse de rendement de 70 à 80%. Comme pour le colza, ces faibles rendements expliquent à eux seuls que le pois soit peu cultivé en pur en agriculture biologique.

Nous renvoyons la description du pois en conduite biologique à la partie 3 (systèmes de culture).

2.4.1.8. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète figurant en annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite du pois.

Tableau 36. Pois : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en œuvre</i>		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, OAD, seuils)	Idem raisonné + marché alimentation animale (seuils tordeuses supérieurs)	Idem ITK intégré + Désherbage mécanique
ZONE 1 Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Haute Normandie, Poitou-Charentes, Centre Bretagne, Champagne-Ardenne, Pays de Loire, Ile-de-France, Bourgogne, Basse Normandie, Lorraine	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	46,9 96%	49 100%	49 100%	47 96%	47 96%
	IFT global En % du niveau 0	4,6 (0,8) 71%	6,4 (1,1) 100%	6,3 97%	3,75 58%	3,5 54%
	Principal poste de gain /IFT				Insecticides + fongicides	Idem 2a + herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	5,1 97%	5,2 100%	5,2 100%	5,2 99%	5,7 109%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,3 91%	3,6 100%	3,6 100%	3,3 92%	3,7 103%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	283 107%	264 100%	267 101%	295 111%	309 117%
	ZONE 2 Rhône-Alpes, Auvergne, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, PACA, Limousin	Rendement (q/ha) En % du niveau 0	34,6 99%	35 100%	35 100%	33 94%
IFT global En % du niveau 0	4,6 (0,8) 71%	6,4 (1,1) 100%	6,3 97%	3,75 58%	3,5 54%	
Principal poste de gain /IFT				Insecticides + fongicides	Idem 2a + herbicides	
Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	5,1 97%	5,2 100%	5,2 100%	5,2 99%	5,7 109%	
Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	3,3 91%	3,6 100%	3,6 100%	3,3 92%	3,7 103%	
Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	156 130%	120 100%	122 102%	150 125%	165 137%	

Les principaux enseignements sur pois sont les suivants :

- Le **niveau 1** ne permet pas une réduction de l'utilisation des pesticides : la réduction est négligeable, de seulement 3% en moyenne par rapport au niveau 0 "intensif". La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement est donc nulle. Conservant la même productivité, ce niveau 1 s'accompagne d'une marge brute comparable à celle dégagée par le niveau 0 (+1% sous les hypothèses de contexte économique 2006).
- Le **niveau 2a** permet d'aller beaucoup plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 42% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif. Il s'accompagne d'une légère perte de rendement de l'ordre de 5% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont les insecticides et les fongicides qui sont concernés par la réduction. Il convient de rappeler que c'est la poursuite du marché non alimentaire qui permet à cet itinéraire 2a une diminution conséquente de l'utilisation des insecticides. La marge brute est améliorée par rapport à celle obtenue en intensif de 18% en moyenne.
- Le **niveau 2c** est très proche de l'itinéraire mis en œuvre en 2a sur pois. La réduction porte sur les herbicides, par la mise en œuvre de techniques de désherbage mécanique (hersages) en complément (réduction de 46% en moyenne par rapport au niveau 0). Il est très important de préciser que ce mode de conduite s'accompagne aussi de successions de cultures (et donc d'assolement) différentes, point qui n'est pas traité dans ce rapport. La marge brute dégagée par ce mode de conduite est améliorée de 27% en moyenne par rapport à celle estimée en niveau 0.

▪ Le temps de travail du niveau 1 consacré à la culture est globalement identique à celui du niveau 0. Il est diminué de 8% en moyenne en niveau 2a, du fait de la réduction du nombre de passages (avant tout de la pulvérisation). En revanche, il augmente légèrement en 2c du fait du recours aux techniques de travail superficiel et de hersage. Cette augmentation est en moyenne de 3%.

La consommation d'énergie (en GJ/ha) du niveau 2c s'en trouve augmentée (de 9% en moyenne) contribuant à dégrader l'efficacité énergétique (de 12%). Sur le niveau 1, consommation énergétique et efficacité sont inchangées par rapport au niveau 0. Le niveau 2a montre une dégradation légère de l'efficacité (environ 3%).

2.4.2. Féverole

La féverole (*Vicia faba*), est une légumineuse semée, selon les variétés, juste avant l'hiver (féveroles d'hiver) ou en fin d'hiver (féveroles de printemps).

La surface en féveroles, partie de moins de 20 000 ha début des années 2000, a atteint près de 100 000 ha en 2005 (suite au recul du pois protéagineux), mais elle a reculé depuis, à moins de 60 000 ha.

En agriculture conventionnelle, la féverole nécessite à peu près autant de traitements chimiques qu'un pois. Elle se prête bien à la culture biologique, notamment la féverole d'hiver car elle est capable d'étouffer les mauvaises herbes du fait de sa taille élevée et de la possibilité de la biner.

En France, le rendement moyen de la féverole varie entre 4 et 5 tonnes de graines par hectare, et peut atteindre 7 tonnes dans certaines régions.

En Europe, le principal débouché de la féverole est l'alimentation des animaux d'élevage, volailles et pigeons. Mais un débouché d'exportation important en alimentation humaine vers l'Afrique du nord (Égypte) est en place, qui impose une attention aux éventuelles attaques de bruches, critère important pour l'alimentation humaine.

2.4.2.1. Pratiques actuelles

Le désherbage chimique de la féverole reste largement dominé par les applications de prélevée (pendiméthaline, imazamox, acétonifène, clomazone). Les seules interventions de post-levée constituent des solutions de rattrapage limitées aux graminées foliaires.

Une implantation rapide et homogène de la féverole permet de limiter les possibilités de développement des adventices.

La technique du faux semis à l'automne, après la récolte, est recommandée dans les situations concernées par l'abandon du labour de façon à combattre efficacement les graminées adventices et notamment le vulpin.

A l'instar du pois protéagineux, la féverole est concernée par un certain nombre de bioagresseurs.

Les **maladies** les plus courantes et préoccupantes sont l'antracnose, le botrytis et la rouille (cette dernière est la plus dangereuse sur féverole d'hiver dans le sud de la France). Des tolérances variétales existent pour l'antracnose, ainsi que des traitements de semences. Pour les 2 autres maladies, seuls des traitements en végétation sont possibles. Le choix du produit dépend des maladies visées, certains produits étant efficaces sur plusieurs champignons. Au final, un à deux traitements fongicides sont souvent nécessaires afin de contrôler les principales maladies fongiques.

Les **ravageurs** principaux de la féverole sont au nombre de trois : sitones, pucerons noirs et bruches. Les sitones sont plus fréquentes dans les secteurs avec présence d'autres légumineuses (luzerne, pois...). Mais le seuil de déclenchement du traitement sur féverole est plus élevé que sur pois (présence d'encoques sur la totalité des feuilles).

Les bruches n'ont pas des conséquences directes sur le rendement. En revanche, la présence de larves dans les graines, qui terminent leur développement en cours de stockage, déprécie fortement la qualité, rendant le

lot inapte au marché de l'alimentation humaine. Leur contrôle en végétation nécessite souvent plusieurs passages d'insecticide. Un outil d'aide à la décision (BruchiLis) a été développé récemment par Arvalis-Unip pour optimiser les interventions. Des bandes à floraison avancée concentrant la population de bruches sont actuellement à l'essai ainsi que des travaux sur la résistance génétique et les médiateurs chimiques. Enfin le recours à la fumigation des lots stockés (obligatoire pour pouvoir exporter) permet de réduire les populations de bruches si elle est mise en œuvre très tôt après la récolte.

2.4.2.1. Caractérisation du niveau 2c

La féverole constitue une source de diversification des successions culturales. Dans les systèmes à dominante céréalière, elle contribue à diversifier les dates de semis, même en féverole d'hiver, semée généralement plus tardivement que le blé.

Par rapport aux pratiques actuelles, la réduction de l'usage de pesticides en niveau 2c est permise principalement par :

- la localisation du désherbage sur le rang au semis (ce qui nécessite un matériel spécifique) en complément de binages ultérieurs ;
- la hausse du seuil d'intervention insecticide contre les bruches, qui nécessite d'accepter le risque de dépréciation du lot vers l'alimentation animale (ce qui nécessite que le marché soit bien organisé en deux filières distinctes).

Les performances de rendement et d'IFT proposées pour la féverole (de printemps) en niveau 2c "SdC intégré" sont les suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France	47	3.1

2.5. Plantes sarclées

2.5.1. Pomme de terre

2.5.1.1. Principaux bioagresseurs

Tableau 37. Pomme de terre : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies								
Mildiou					Températures chaudes et humidité élevée	Choix variétal Excès d'azote	Bilan campagne précédente (conservation dans les débris de culture)	Contamination des tubercules possible, qui pourrissent en terre ou en cours de conservation.
Gale argentée						Choix variétal Arrachage tardif		
Gale commune						Choix variétal Engrais alcalinisants et amendements calcaïques juste avant la culture	Retour fréquent de la PdT	
Fusariose								Conservation dans les débris de culture contaminés

Tableau incomplet par faute d'informations – en cours de production

Pomme de terre : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles (suite)

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies suite								
Rhizoctone								
Gangrène (<i>Phoma exigua</i> var. <i>foveola</i> , <i>Phoma exigua</i> var. <i>exigua</i>)						Tubercules blessés sont sensibles		
Alternariose					Conditions climatiques peu humides et chaudes favorables			
Ravageurs								
Nématode doré de la pomme de terre						Choix variétal	Bilan campagne précédente. Retour fréquent de la culture de la pomme de terre	
Doryphore								Larves de troisième stade sont les plus sensibles aux insecticides
Pucerons								Rôle nuisible des pucerons car ils sont vecteurs des maladies à virus
Flore adventice								
Espèces estivales							Fréquence des cultures estivales	

Tableau incomplet par faute d'informations – en cours de production

Les principales maladies pouvant induire le recours aux fongicides sur pomme de terre sont : le mildiou, la fusariose, les gales, les pourritures bactériennes, la gangrène de la pomme de terre et le rhizoctone. Les traitements chimiques, obligatoirement préventifs, s'effectuent principalement contre le mildiou, avec des applications, raisonnées en fonction du niveau de risque et de la pluviométrie (Avertissements Agricoles ; modèles de prévision de risque tels que Mildilis...), de produits cupriques ou organiques de synthèse en pulvérisation sur les plantes. Les traitements utilisés contre le mildiou suffisent à éliminer l'alternaria. Avant plantation, les plants sont quasi systématiquement traités contre le rhizoctone.

2.5.1.2. Pratiques actuelles, variabilité et déterminants

La pomme de terre représente 158 084 ha (Agreste 2006). Les principaux débouchés sont la pomme de terre de consommation à 67%, et la pomme de terre fécule pour 18%. Les deux régions enquêtées par le SCEES (Nord Pas de Calais et Picardie) représentent 58% de la sole française de pomme de terre et constituent les deux principales zones de concentration de cette culture. Le reste de la production est répartie sur la Bretagne, le Centre, Champagne-Ardenne, Haute-Normandie (31%) et le reste de la France (régions <3% de la surface française).

Espèce	Surface (ha)	IFT - Tous produits	IFT - Herbicides	IFT - Fongicides	IFT - Insecticides	IFT - Autres produits
POMME DE TERRE	158 084	16.6	2.1	12.8	0.8	0.9

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

Du fait d'un IFT moyen très élevé (16,6 en 2006), la culture de pomme de terre se place au 5^e rang des contributions à l'EDP française pour seulement 1% de la surface cultivée. Cette forte contribution est

principalement due à l'utilisation de fongicides qui représente environ 14% de l'utilisation de ce type de produit sur grande culture. La lutte chimique s'avère en effet la plupart du temps nécessaire, les conditions humides de printemps (et l'irrigation) favorisant le développement des champignons.

Le niveau de protection fongicide est essentiellement lié au mildiou (*Phytophthora infestans*), en raison de son incidence sur les rendements et la qualité. Sa non-maîtrise peut conduire à l'impossibilité de commercialiser la récolte du fait de défauts qualitatifs majeurs, voire même à l'absence de production en cas d'attaque précoce.

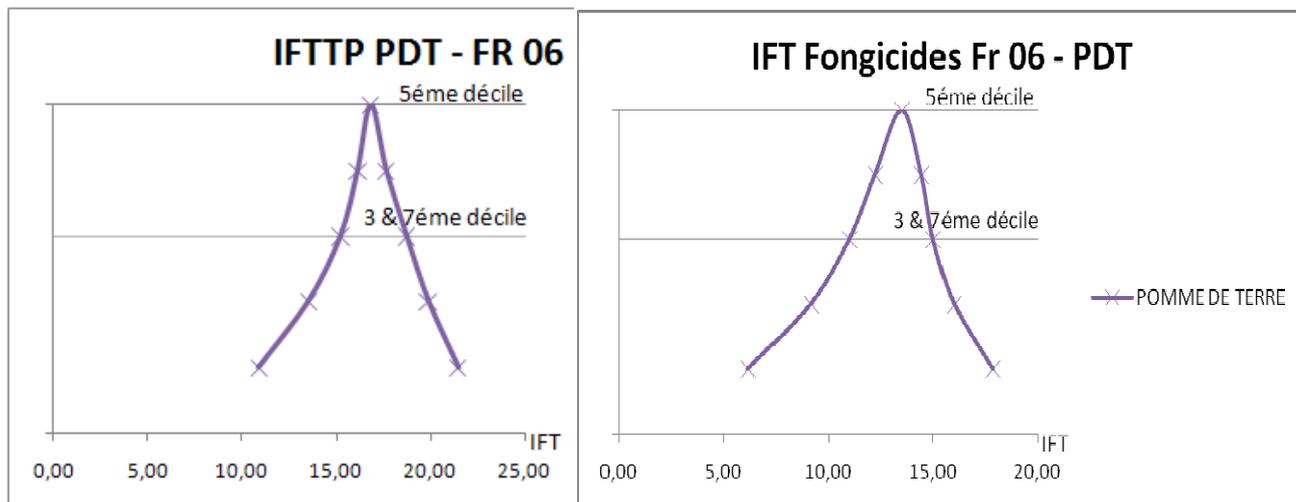


Figure 18. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en pomme de terre en 2006

La variabilité d'IFT est forte : plus de 10 points séparent les 1^{er} et dernier déciles des parcelles étudiées (Figure 18). Cet écart s'explique essentiellement par des différences importantes de recours aux fongicides. La moitié des parcelles présente des IFT_{fongicides} inférieurs à 13,5, alors qu'ils sont compris entre 13,5 et 18 pour l'autre moitié. Les 30% de parcelles les plus économes ont un IFT_{fongicides} inférieur à 11 (moy. de 9,05).

Les deux régions étudiées présentent des profils de distribution des traitements fongicides relativement similaires (Figure 19), ce qui conduit à ne retenir qu'une seule zone de production pour cette culture.

Les 30% de parcelles ayant les IFT les plus forts reçoivent, en moyenne, deux fois plus de produits fongicides que les 30% les plus "économes" (Tableau 38). Cette augmentation de l'IFT s'accompagne d'un gain de rendement relativement faible, mais il convient de noter que les traitements fongicides effectués peuvent être nécessaires à une commercialisation "zéro défaut".

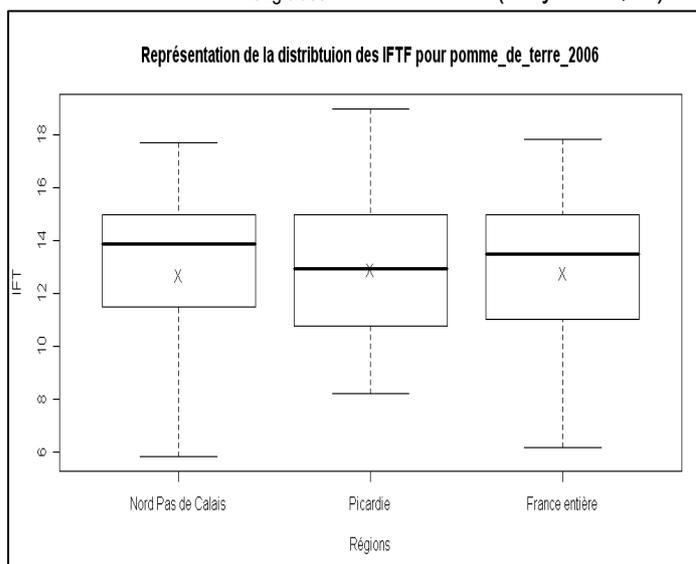


Figure 19. Distribution régionale des IFT pomme de terre en 2006

Tableau 38. Pomme de terre : rendement et pression phytosanitaire par classe d'IFT

Classe d'IFT	Nombre de parcelles	IFT total		IFT fongicide		Rendement (q/ha)	
		moyenne	écart type	moyenne	écart-type	moyenne	écart type
ECONOME	80	11.6	3.1	9.1	3.1	39.9	6.8
INTERMEDIAIRE	104	17	1	13.1	3.4	41.2	7.2
CONSOMMATEUR	78	21.2	2.1	16.3	4.1	42.6	8.3

Calculs sur les données SCEES 2006

En résumé, la pomme de terre conduite en niveau zéro peut être caractérisée par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT.

	Niveau "actuel" pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 pratiques actuelles intensives	
Zone	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (t/ha) [Ecart-type]	IFT moyen [Ecart-type]
1	41.2 [7.4]	16.6 [1.9]	42.6 [8.3]	21.2 [2.1]

Source : IFT (données SCEES 2006)

2.6.1.3. Caractérisation du niveau 1

Principes

Le raisonnement porte principalement sur la gestion des maladies. Les traitements fongicides étant obligatoirement réalisés en préventif par rapport au développement de la maladie sur la culture, ils sont déclenchés en tenant compte d'une estimation du potentiel infectieux de la parcelle et des prévisions météorologiques (Avertissements agricoles).

La mise en œuvre d'outils d'aide à la décision (ex : Mildi-LIS développé par ARVALIS, ou MilPV développé par la PV ; fusion prévue des deux outils en 2008) permet d'éviter une protection systématique des parcelles. Différents paramètres sont pris en compte : date de levée, conditions météorologiques, variété, etc. Le premier frein au développement de ces outils est la nécessité de travailler avec des données météo locales ; l'achat de données météo ou d'une station météo est indispensable au fonctionnement de ces deux OAD.

Tableau 39. Pomme de terre : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Raisonnement des techniques de lutte – Niveau 1	
Maladies	
Général	Les traitements chimiques s'effectuent principalement contre le mildiou avec des traitements raisonnés en fonction du niveau de risque et de la pluviométrie (Avertissements Agricoles).
Mildiou	Traitements préventifs uniquement, tous les 7-10 jours avec des produits cupriques ou organiques en pulvérisation sur les plantes, après une pluviométrie ou une irrigation importante (> 20 mm).
Gale argentée	Traitements chimiques des tubercules par trempage dans une solution fongicide. Récolte dans les trois semaines après le défanage
Gale commune	Eviter les engrais alcalinisants et les amendements calciques juste avant la culture. L'irrigation au moment de l'initiation des tubercules réduit les attaques.
Fusariose	Détruire les tubercules malades. Désinfection des locaux de conservation, de récolte et de conditionnement, à l'aide de solutions de formol et de crésil.
Gangrène	Détruire les tubercules malades Récolter dans les trois semaines après le défanage. Désinfecter les tubercules par trempage.
Alternariose	En préventif, les traitements utilisés contre le mildiou suffisent à éliminer l'alternaria.
Ravageurs	
Nématode doré de la pomme de terre	Lutte obligatoire
Doryphore	Information sur les risques de dégâts par les Avertissements Agricoles. Larves de troisième stade sont les plus sensibles aux insecticides. Intervention dès l'arrivée des adultes si 30% des plantes avec larves ou pontes et/ou 1-2 foyers par are. Si larves <0.5cm Bt ou inhibiteurs de croissance, si larves >0.5cm, autres insecticides.
Pucerons	Lutte chimique précoce en végétation, dès l'installation des premières colonies avec un aphicide à action systémique. Seuil d'intervention de 10 pucerons/feuille en fin juin principalement en échantillonnant 100 vraies feuilles.

Mise en œuvre

En 2007 comme en 2006, 18 groupements de producteurs ont utilisé Mildi-LIS®, soit près de 500 agriculteurs, représentant un suivi d'environ 20 000 ha de pommes de terre (données Arvalis). L'utilisation de cet outil a permis d'économiser 2 à 6 traitements en moyenne sur la culture entre 1999 et 2006.

En résumé, le niveau 1 "raisonné" de la Pomme de Terre peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	France entière	40	16.7

2.5.1.4. Caractérisation du niveau 2a

Principes

Les principes mis en œuvre reposent sur l'évitement de la contamination de la parcelle et le choix de variétés moins sensibles aux maladies, associés à des seuils de déclenchement du premier traitement adaptés à cette résistance. Des expérimentations sont régulièrement conduites pour proposer ce classement variétal. La résistance variétale est cependant loin d'être suffisante pour constituer une stratégie de lutte efficace contre le mildiou. Parmi les 175 variétés disponibles au Catalogue Français, seules 64 possèdent une note de résistance au mildiou supérieure à celle de Bintje (note 3 sur 9). Les 2 types de résistance (feuillage et tubercules) sont à prendre en compte dans le raisonnement du choix variétal, car il n'y a pas de proportionnalité entre attaques feuillage et attaque tubercule. Les conditions environnementales (humidité régulière ou alternance de périodes humides et sèches) conditionnent la transmission des spores du feuillage vers les tubercules.

Tableau 40. Sensibilité variétale au mildiou des 20 premières variétés multipliées en France en 2006

Rang 2006	Catégorie	Variétés	hectares de multiplication en 2006	Année d'inscription	Note Mildiou du feuillage 1 = très sensible ; 9 = très peu sensible	Note Mildiou sur tubercule 1 = très sensible ; 9 = très peu sensible
1	C	Bintje	1398	1935	3	3
2	C	<i>Spunta</i>	1079	1967	5	5
3	CF	Charlotte	825	1981	6	6
4	F	Kaptah Vandiel	710	1965	5	7
5	C	Monalisa	535	1982	6	5
6	C	Agata	458	1989	4	8
7	F	Amyla	437	1999	5	
8	CF	Amandine	404	1994	4	4
9	C	<i>Atlas</i>	383	1989	3	8
10	F	Kardal	362	CE		
11	C	<i>Safrane</i>	303	1991	3	8
12	CF	Nicola	264	1983	4	6
13	C	Caesar	262	1991	5	8
14	F	Elkana	227	CE		
15	C	Marabel	222	CE		
16	CF	Franceline	214	1993	5	5
17	C	Saturna	189	1969		
18	C	Lady Claire	182	CE		
19	C	<i>Elodie</i>	179	1998	3	
20	C	<i>Désirée</i>	166	1971	5	7

En Italiques = Export essentiellement

Source : ARVALIS / ITPT

C: Consommation

F : Féculé

Les mesures prophylactiques, notamment la lutte contre les repousses (dans la culture de betterave ou de céréales par exemple) et la bonne gestion des tas de déchets (enfouissement ou bâchage), permettent de réduire les sources d'infections primaires et de retarder l'arrivée du mildiou. Le défanage en fin de culture permet aux tubercules de former du liège épidermique nécessaire à une bonne résistance aux maladies fongiques et aux virus.

Le choix de variétés moins sensibles, une plantation suffisamment profonde et un bon buttage, la limitation des excès d'azote sont les principales mesures permettant de limiter les attaques et de protéger les tubercules ; les résultats pourront être quelque peu différents selon le site de production, le contexte pédoclimatique, l'histoire culturale de la parcelle et l'importance de la pomme de terre dans l'assolement. Cependant, le choix de variétés résistantes se heurte au contournement de la résistance, le plus souvent monogénique, par le mildiou. L'observation régulière des parcelles peut limiter le risque de voir se développer le champignon dans le cas où celui-ci contourne la résistance, mais nécessitera alors une anticipation des traitements le cas échéant.

Il faut toutefois rappeler qu'aujourd'hui, le producteur a rarement le choix de ses variétés : le choix est très limité, et généralement imposé par le débouché du produit. Les critères de qualité (au sens strict de présentation du tubercule ou au sens industriel d'adaptation au process) d'une variété sont prioritaires par rapport à ses caractéristiques agronomiques.

Le défanage des pommes de terre est essentiellement chimique. Il est réalisé 3 semaines avant récolte en 1 ou 2 passages. Des alternatives au défanage chimique ont été travaillées. Le défanage thermique, s'il a montré son efficacité, n'est pas retenu ici compte tenu de son coût énergétique et de sa contribution à la production de GES. En revanche, le défanage mécanique, qui consiste à broyer les fanes à maturité, est une technique mobilisable sous réserve d'une gestion de l'azote sans excès pour ne pas retarder la maturité.

Enfin, des stratégies alternatives de désherbage tout chimique peuvent être proposées. Elles consistent en une combinaison de désherbages chimiques et de buttages : un 1^{er} désherbage est réalisé de façon précoce, suivi par un ou deux sarclo-buttage (utilisation de la butteuse comme outil de désherbage mécanique par adjonction de griffes). Un dernier désherbage est réalisé sur la butte définitive. Ces stratégies ont été testées par Agro-Transfert en Picardie : elles ont montré des efficacités comparables à la stratégie de désherbage chimique. Cette efficacité équivalente au tout chimique est par contre très dépendante des conditions météo (pluviométrie) post passage mécanique et s'accompagne d'un temps de travail accru.

Mise en œuvre

Les seules informations disponibles sont issues de suivis de parcelles réalisés par Arvalis.

L'utilisation de variétés moins sensibles permet généralement d'économiser 1 à 3 traitements. Mais en cas de réduction du niveau de protection sur pomme de terre de consommation (réduction du nombre de traitements avec mise en œuvre de mesures prophylactiques), en année à pression moyenne (5 années sur 10), la perte de rendement commercialisable est estimée à environ 20% sur la zone Nord-Pas de Calais - Picardie – Bretagne - Champagne, soit une perte de plus de 800 000 tonnes (données Arvalis).

En résumé, la pomme de terre conduite en niveau 2a peut être caractérisée par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	France entière	34	12.6

2.5.1.5. Caractérisation du niveau 2c

Les travaux sur les systèmes à faibles intrants avec pomme de terre sont anciens et peu nombreux. L'Institut Technique de la Pomme de terre a étudié, avec la collaboration de l'ACTA, l'ITB et l'ITCF, des systèmes dits "intégrés" incluant de la pomme de terre entre 1991 et 1994. Un dispositif expérimental en grandes parcelles, sur une superficie de 12 ha, avait été mis en place sur le Centre d'Expérimentation et de Démonstration Nord-Picardie à Villers St Christophe (02). Mais la réduction d'intrants n'a porté que sur l'azote du fait de la nuisibilité du mildiou. La gestion de l'azote sur pomme de terre a depuis fait l'objet de nombreuses améliorations, mais les données concernant des modes de conduite permettant de réduire le recours aux produits phytosanitaires dans le cadre d'une stratégie globalement intégrée sont encore à produire. Dans ce contexte de déficit d'expérience, la conduite de la pomme de terre en niveau 2c sera très proche de celle

proposée en 2a. La faible fréquence de retour de la Pomme de terre dans la rotation permet d'espérer un désherbage uniquement mécanique assurant une maîtrise satisfaisante des mauvaises herbes. Le niveau 2c peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	France entière	34	11.6

2.5.1.5. Caractérisation du niveau 3

En 2007, 736 hectares de pomme de terre bio ont été cultivés en France, par 1 086 producteurs, ce qui représente 0,5% des surfaces totales de pomme de terre (Source : Agence Bio). Les producteurs de pomme de terre bio cultivent en moyenne 0,7 ha dans les systèmes de culture de type maraîchage, avec des rendements généralement compris entre 15 et 30 t/ha. Les producteurs situés dans les principales régions productrices de pommes de terre conventionnelles, du Bassin parisien au nord de la France, avec la Bretagne, ont des surfaces plus importantes, autour de 1 à 2 ha. La Bretagne, avec 187 producteurs, concentre près de 29% de la production totale.

Le **mildiou** est le principal frein au développement de la pomme de terre bio. Ses attaques peuvent détruire une grande partie de la récolte. Pour la campagne 2007, par exemple, la forte pression mildiou a conduit à un recul de 40% de la production de pomme de terre bio ; la production de plants bio a également souffert avec une perte, selon les opérateurs, de 40 à 70% des volumes.

Les principes de la prophylaxie sont identiques à ceux cités pour le conventionnel : bonne gestion des tas de déchets et des repousses dans les champs, plantation profonde et bon buttage.

Les producteurs AB cultivent aujourd'hui des variétés sélectionnées et utilisées en conventionnel, en raison de leur importance commerciale (facteurs qualitatifs demandés par les utilisateurs). Face à la nuisibilité des attaques de mildiou, les producteurs AB sont obligés, comme en conduite conventionnelle, de réaliser des traitements en préventif. La solution utilisée est la bouillie bordelaise additionnée parfois d'un adjuvant ; des apports de 6 kg/ha/an de bouillie à 20% de cuivre sont aujourd'hui autorisés en pomme de terre biologique.

Le rendement n'est pas le seul facteur limitant à prendre en compte en pomme de terre en conduite biologique. En effet, les exigences de la production AB sont proches, voire identiques, à celles en conventionnel vis-à-vis de la qualité de présentation et des qualités culinaires. La qualité du produit est d'autant plus importante que, pour l'instant, la pomme de terre bio est essentiellement vendue en frais. Le rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*), champignon qui détériore la qualité des tubercules, est ainsi souvent cité comme la deuxième contrainte parasitaire en agriculture biologique ; aucun traitement n'existe aujourd'hui en agriculture biologique.

Nous renvoyons la description de la pomme de terre en conduite biologique à la partie 3 « systèmes de culture ».

2.5.1.7. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète qui figure en annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite de la pomme de terre.

Tableau 41. Pomme de terre : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITK intégré	2c-SdC intégré
<i>Principes de mise en œuvre</i>		- [Moyenne SCEES]	-	<i>Raisonnement de la lutte chimique (AA, OAD, seuils)</i>	<i>Idem raisonné + choix variétal+ désherbage et défanage méca</i>	<i>Idem 2a +Désherbage tout méca</i>
ZONE 1 France entière	Rendement (t/ha) <i>En % du niveau 0</i>	41,2 (7,4) 97%	42,6 (8,3) 100%	40 94%	34 80%	34 80%
	IFT global <i>En % du niveau 0</i>	16,6 (1,9) 76%	21,2 (2,1) 100%	16,7 79%	12,6 59%	11,6 55%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides	Fongicides + herbicides	Fongicides Herbicides
	Coût NRJ (GJ/ha) <i>En % du niveau 0</i>	14,4 96%	15,0 100%	14,2 95%	14,5 97%	15,3 102%
	Temps travail (h/ha) <i>En % du niveau 0</i>	7,6 92%	8,3 100%	7,4 89%	9,9 120%	10,7 130%
	Marge Brute (€/ha) <i>En % du niveau 0</i>	5152 98%	5269 100%	4956 94%	4146 79%	4191 80%

NB : Le marché de la pomme de terre est très fluctuant (et très variable au sein même des pommes de terre de conservation), conduisant à des résultats économiques très variables. Les résultats économiques présentés sont donc très dépendants des hypothèses de prix retenues.

Les principaux enseignements sur pomme de terre sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 21% en moyenne par rapport au niveau 0 « intensif ». Cette réduction porte sur les fongicides et les insecticides dans une moindre mesure. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve dégradée de 6% en moyenne (sous les hypothèses de contexte économique 2006) du fait d'une diminution conjointe du rendement de 6%.
- Le **niveau 2a** permet d'aller plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 41% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif. Il s'accompagne en revanche d'une perte conséquente de rendement de l'ordre de 20% en moyenne, conduisant à une dégradation forte de la marge (de 21%). A ce niveau de rupture, ce sont les herbicides (mise en œuvre de techniques de désherbage mixte et défanage mécanique) et les fongicides qui sont concernés par la réduction.
- Le **niveau 2c** est très proche de l'itinéraire mis en œuvre en 2a sur pomme de terre. La réduction supplémentaire porte sur les herbicides (stratégie mécanique à 100%). La réduction est de 45% en moyenne par rapport au niveau 0. La marge brute dégagée par ce mode de conduite est là aussi fortement dégradée (de 20% en moyenne par rapport à celle estimée en niveau 0).
- Le temps de travail du niveau 1 consacré à la culture diminue du fait de la limitation du nombre de passages (de 11% en moyenne). En revanche, il augmente fortement pour les niveaux 2a et 2c (de 20 et 30% respectivement) du fait du recours aux techniques de désherbage mécanique. La consommation d'énergie (en GJ/ha) est diminuée sur les niveaux 1, et 2a (de respectivement 5, 3%). L'efficacité énergétique se dégrade malgré tout de façon très importante en 2a et 2c (18 et 22% respectivement) compte tenu du déficit de production.

2.5.2. Betterave

2.5.1.1. Les bioagresseurs

Tableau 42. Betterave : principaux bioagresseurs et facteurs de sensibilité des parcelles

Principaux bioagresseurs	Zone	Occurrence	Pertes potentielles	Tendance	Principaux facteurs de variation de la pression de bioagresseurs			Remarques
					Milieu (sol, climat)	Caractéristiques du peuplement	Histoire culturelle de la parcelle	
Maladies								
Oïdium		***	**	→		Choix variétal Apports d'azote limités	Précocité des 1 ^{er} symptômes détermine l'importance des dégâts	Précocité des 1 ^{er} symptômes détermine l'importance des dégâts.
Cercosporiose		**	**	→	Climat d'été chaud et orageux (Bourgogne, Limagne, Alsace). Vallées du bassin parisien	Choix variétal		
Ravageurs								
Pucerons vecteurs de la jaunisse modérée de la betterave		**	***	↗				Proximité de plantes hôtes des pucerons réservoir de virus (ex : astéracées)
Pégomies		**	**	↗				Retour dans les parcelles dont la lutte contre les pucerons repose sur les traitements de semences sans traitement relais en végétation
Tipules		*	**	↗	En augmentation, surveiller les parcelles avec Cipan à l'automne précédent (favorise les pontes)			
Taupins		*	***	→			Rotation. Parcelles après précédent prairie ou culture fourragère ou jachère sans travail du sol pendant au moins deux ans ou autre culture sensible avec dégâts de taupins.	
Nématodes		*	***		Parcelles ayant porté des repousses de colza ou tout autre crucifère qui ne soit pas à "effet antinématodes"	Choix variétal	Rotation, délai retour	
Mulots		*	**		Hivers peu humides	Non labour	Absence de support pour rapaces	
Flore adventices								
Graminées		**	**	→			Rotation avec pratiques à risque d'apparition de graminées résistantes : utilisation fréquentes non alternes de familles de s.a AG dans la rotation	
Espèces annuelles à germination printanière		***	***	→			Très forte héritabilité parcellaire : favorisées par les cultures de printemps dans la rotation	Culture très peu compétitive : importance de la maîtrise précoce de la flore

Sources : INRA Dijon ; CA 27, Picardie et 51 ; ITB

Les **principaux ravageurs** souterrains de la betterave sont les taupins, tipules et nématodes. Les ravageurs aériens sont les insectes vecteurs de maladies virales (pucerons, cicadelles) et ceux parasitant le feuillage (pégomyies et teigne - principalement en Auvergne pour cette dernière).

Les **principales maladies** cryptogamiques de la betterave sont l'oïdium et la cercosporiose. Rouille et ramulariose sont des maladies dont l'occurrence est plus irrégulière et l'incidence plus discrète. Rhizomanie (maladie à virus), rhizoctone brun et nématodes à kystes sont aujourd'hui gérés par le choix variétal.

Côté **adventices**, la betterave est exposée à la concurrence des dicotylédones de façon variable, selon son délai de retour et la fréquence de culture de printemps dans la rotation. C'est la catégorie d'adventices qui fait l'objet du plus d'attention. Les graminées, à levée automnale et hivernale, sont un problème moindre dans les systèmes actuels grâce à l'usage des anti-graminées efficaces.

En raison de son statut historique de plante "sarclée", la betterave est la culture pour laquelle le désherbage mécanique reste une pratique assez conventionnelle, même s'il ne s'intègre pas vraiment dans une stratégie mais vient compléter un programme chimique sur des adventices particulières (adventices annuelles avant fermeture des rangs, repousses de pomme de terre, betteraves montées, rumex...).

2.5.1.2. Les traitements phytosanitaires

La betterave contribue à hauteur de 4% à l'EDP France de 2006 ; elle représente 3% de la surface cultivée. Par sa faible superficie et son IFT moyen, cette culture se situe à la 6^e place dans l'utilisation de pesticides sur grandes cultures en France.

Espèce	Surface (ha)	IFT - Tous produits	IFT - Herbicides	IFT - Fongicides	IFT - Insecticides	IFT - Autres produits
BETTERAVE	379 080	4,2	2,1	1,4	0,7	0,0

Après les herbicides, les fongicides représentent le 2^e poste sur cette culture. Les principales maladies qui peuvent entraîner un traitement fongicide sur betteraves sont : l'oïdium, la rouille, la cercosporiose, la ramulariose ou le phoma.

La protection insecticide en végétation reste modeste compte tenu du développement des traitements de semences depuis le début des années 1990 (80% des surfaces sont semées avec des semences traitées contre les pucerons vecteurs de la jaunisse ; source ITB).

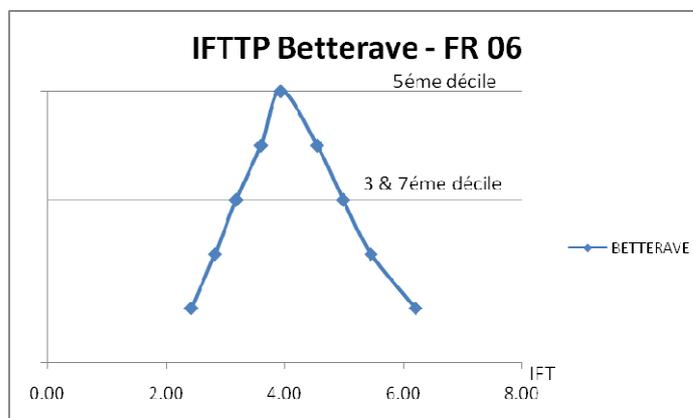


Figure 20. Distribution de la pression phytosanitaire, sur les parcelles cultivées en betteraves en 2006

Quatre régions ont été enquêtées par le SCEES (Ile-de-France, Champagne-Ardenne, Picardie, Nord - Pas de Calais) ; elles concentrent 83% des surfaces cultivées en betteraves (Agreste, 2007). Le Centre et la Haute-Normandie représentent ensemble 10% de la sole en betteraves ; les autres surfaces sont réparties sur le territoire (régions <3% de la surface).

Représentation de la distribution des IFTTP pour betterave_2006

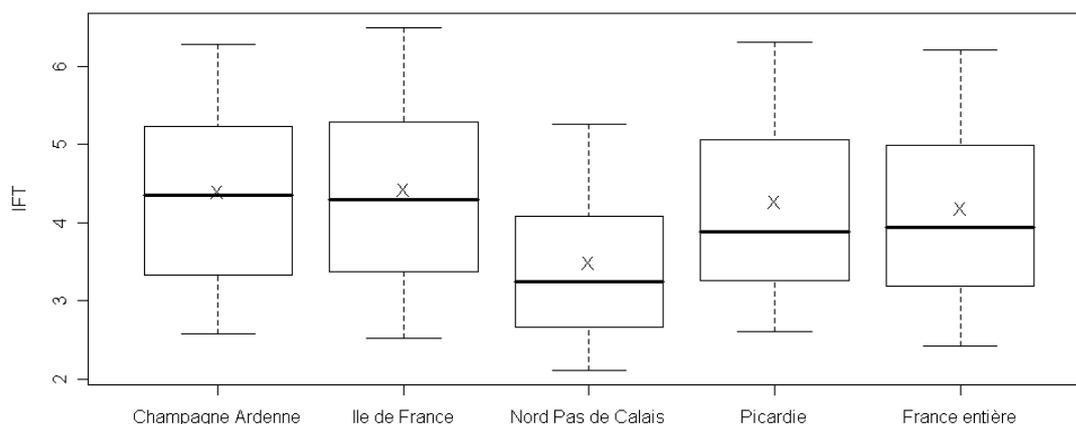


Figure 21. Représentation régionale de la pression phytosanitaire, parcelles de betteraves en 2006

Sur les 4 régions enquêtées (Figure 21), 3 ont un profil d'utilisation de pesticides similaire, et comparable à la moyenne France : Champagne-Ardenne, Ile-de-France et Picardie. Le Nord - Pas de Calais se distingue par un recours plus faible aux phytosanitaires, qui s'explique par une absence d'utilisation d'insecticides sur environ 70% des parcelles enquêtées en 2006 et par une relativement faible utilisation des fongicides sur 70% des parcelles. Toutefois ce comportement assez différent n'avait pas été observé lors de l'enquête de 2001. Par conséquent, la culture de betteraves en France sera caractérisée par une seule zone. Par expertise, on rattache également le Centre et la région Haute Normandie à cette zone unique.

En résumé, la conduite de la betterave en niveaux "actuel" et "intensif" peut être caractérisée par les valeurs suivantes.

Zone	Niveau "actuel" pratiques actuelles moyennes		Niveau 0 pratiques actuelles intensives	
	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen [Ecart-type]	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen [Ecart-type]
1	77,5 [15,1]	4,2 [0,7]	78,8 [15,8]	6,0 [1,0]

Source : IFT (données SCEES 2006)

2.5.2.2. Caractérisation du niveau 1

Les principes et outils disponibles

Les techniques de lutte et d'évitement mobilisées lors du passage au niveau de rupture 1 portent en particulier sur le raisonnement des interventions chimiques contre les maladies et ravageurs. Le recours à des observations et/ou de la modélisation épidémiologique (via l'utilisation des Avertissements Agricoles) permet, à même situation culturale, de déclencher ou non des traitements en fonction de l'atteinte de seuils, voire d'en adapter la dose. Sur betterave, la stratégie "IPM" (pour Indice de Pression de Maladies) a été développée pour aider les agriculteurs à déclencher les traitements à partir de seuils de nuisibilité. Un réseau de surveillance hebdomadaire des parcelles (RESOBET-FONGI) est ainsi géré par un collectif d'organismes¹³ pendant l'été, afin de déterminer la fréquence des maladies et l'éventuelle atteinte du seuil de traitement, déclenchant alors des conseils de traitement.

La mise en œuvre de ce raisonnement bénéficie plus largement de l'accompagnement des services agronomiques des sucreries et des différents messages et notes d'information spécifiques diffusés par l'ITB.

Le traitement de semences en préventif peut être mis en œuvre vis-à-vis de la jaunisse, compte tenu de la forte probabilité de risque et du caractère aléatoire de l'efficacité du traitement aérien pour contrôler ce virus et de son impact environnemental plus élevé.

Le tableau suivant présente les principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1.

¹³ L'ITB, les sucreries, les SRPV, les Chambres d'agriculture, les firmes phytosanitaires et de semences et l'agrodistribution.

Tableau 43. Betterave : principales techniques de lutte mobilisables en niveau 1

Principaux bioagresseurs	Raisonnement des techniques de lutte - Niveau 1
Adventices	Binage de complément
Maladies	
Oïdium	Niveau "raisonné" avec diagnostic IPM (indice de pression de maladies)
Cercosporiose	Désinfection des semences. Niveau "raisonné" avec diagnostic IPM. Traitement fongicide, au seuil d'intervention (dès l'apparition des premières taches sur feuille) et coupler si nécessaire celui-ci avec le passage contre d'autres maladies fongiques.
Rouille	Niveau "raisonné", avec diagnostic IPM. Traitement fongicide, au seuil d'intervention (dès l'apparition des premières taches sur feuille) et coupler si nécessaire celui-ci avec le passage contre d'autres maladies fongiques
Ravageurs	
Pucerons vecteurs de la jaunisse modérée de la betterave	Le traitement insecticide systémique des semences protège les jeunes betteraves pendant les premières semaines et évitent les pulvérisations d'insecticides - des conditions sèches au semis peuvent limiter l'efficacité des insecticides utilisés sur la semence – dans ces conditions intervenir à partir du premier puceron vivant pour 100 plantes observées entre 2F et couverture des rangs (Piègeage bacs jaunes).
Pégomies	Intervention par insecticides en végétation en cas de forte pullulation. Seuil d'une plante avec galerie sur 10 au printemps et d'une plante sur 2 avec galerie en été.
Tipules	Appliquer un traitement de semences ou un microgranulé. Utilisation d'appâts autorisés en post levée.
Taupins	Intervention uniquement en préventif. Traitement de semences ou microgranulés. Observer et évaluer le risque par des pots pièges durant l'hiver mais surtout tenir compte de la culture n-1.
Nématodes	Choisir des variétés résistantes ou tolérantes. Planter une culture dérobée de moutarde blanche et de radis fourrager, crucifères résistantes qui permettent de réduire les populations du nématode à kyste.

Les mises en œuvre

Ne disposant pas de données statistiques pour renseigner les performances de ces itinéraires "raisonnés", le groupe a qualifié ce niveau 1 à partir des conseils de campagne des Chambres d'Agriculture, eux-mêmes fondés sur ceux de l'ITB. Au final, ce niveau a des caractéristiques proches de celles du niveau "actuel".

En résumé, le niveau 1 "raisonné" de la Betterave peut être caractérisé par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	78,8	4,8

2.5.2.3. Caractérisation du niveau 2a

Le passage à un niveau 2a s'appuie en particulier sur :

- le choix d'une variété plus tolérante aux maladies du feuillage (pas d'autre tolérance connue à ce jour),
- la diminution de la dose d'azote avec la recherche d'un meilleur Coefficient Apparent d'Utilisation,
- la pratique du faux semis lorsqu'elle est possible,
- la suppression de tout désherbage de pré-levée,
- le passage d'une houe rotative puis d'une bineuse pour limiter le désherbage de post-levée.

L'ensemble permet de diminuer le recours aux herbicides par rapport au niveau 1, et de limiter l'utilisation de fongicides à 1 traitement pleine dose accompagné, exceptionnellement, d'un rattrapage.

La baisse de rendement consécutive à la mise en œuvre de cette stratégie est estimée à 5 à 7% du niveau 0. Des références de l'ITB confirment que, sous réserve du choix d'un profil génétique assez tolérant aux maladies du feuillage, cette stratégie permet de bénéficier de la progression globale de rendement de la betterave issue du progrès génétique et non liée aux intrants chimiques.

En résumé, la betterave conduite en niveau 2a peut être caractérisée par les valeurs suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	74	2,6

2.5.2.4. Caractérisation du niveau 2c

Sur betterave, le niveau 2c mobilise surtout les leviers conduisant à éviter les adventices, au-delà des possibilités présentées en niveaux 1 et 2a. Une plus grande diversification de la rotation permet de limiter les problèmes liés à la spécialisation de flores dicotylédones de printemps. La diminution de la pression adventice permet de combiner efficacement un désherbage chimique post-levée localisé sur le rang avec le recours au désherbage mécanique en complément.

N'ayant pas connaissance de dispositifs expérimentaux sur betterave en conduite intégrée, le groupe propose une caractérisation du niveau 2c fondée sur l'expertise de ses membres et de personnes "ressources" sur cette espèce. Les hypothèses fortes mobilisées sont celles d'une grande similitude de caractéristiques du peuplement entre les niveaux 2a et 2c. Des pertes de rendement sont estimées afin de prendre en compte une maîtrise des maladies moins "parfaite".

En résumé, la conduite de la betterave en niveau 2c "SdC intégré" en France peut être caractérisée par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	Basse Normandie, Bourgogne, Champagne Ardenne, Haute Normandie, Ile de France, Nord Pas de Calais, Picardie	72	1,9

2.5.2.5. Caractérisation du niveau 3

La betterave est une culture bien adaptée au mode de production biologique : des références rapportent des rendements inférieurs de 15% par rapport à la betterave conventionnelle. Le facteur limitant majeur à lever est la maîtrise du désherbage sur le rang. Les stratégies proposées reposent sur des interventions très précoces complétées par des binages. Malgré cela, un désherbage manuel sur le rang est quasiment incontournable, occasionnant des problèmes de main d'œuvre importants (les périodes d'intervention sont souvent très courtes). Au final la main d'œuvre sur cette culture est près de 10 à 20 fois supérieure à celle en conventionnel selon les stratégies mises en œuvre.

Ce constat, associé à l'absence de filière biologique en France (la production est exportée vers les Pays-Bas notamment du fait de l'absence de filière de transformation biologique sur le territoire) expliquent la désaffection des agriculteurs pour cette culture dont la présence dans les assolements s'explique en grande partie par la volonté de conserver un quota.

2.5.2.6. Bilan / synthèse

Le tableau suivant (version simplifiée de la matrice complète qui figure en annexe B) propose un récapitulatif synthétique des principales caractéristiques des différents modes de conduite de la betterave.

Tableau 44. Betterave : synthèse de la caractérisation des performances par niveaux de référence

		Niveaux de référence				
		Actuel	0-Intensif	1-Raisonné	2a-ITk intégré	2c-SdC intégré
Principes de mise en œuvre		- [Moyenne SCEES]	-	Raisonnement de la lutte chimique (AA, OAD, seuils)	Idem raisonné + choix variétal+ désherbage méca	Idem 2a + rotation
ZONE 1 France entière	Rendement (t/ha) En % du niveau 0	77,5 98%	78,8 100%	78,8 100%	74 94%	72 91%
	IFT global En % du niveau 0	4,2 71%	6,0 100%	4,8 81%	2,6 44%	1,9 32%
	Principal poste de gain /IFT			Fongicides + insecticides	Herbicides +fongicides	Herbicides +fongicides
	Coût NRJ (GJ/ha) En % du niveau 0	11,6 96%	12,0 100%	11,9 99%	11,3 95%	11,3 94%
	Temps travail (h/ha) En % du niveau 0	5,7 94%	6,1 100%	5,8 96%	5,5 91%	5,4 88%
	Marge Brute (€/ha) En % du niveau 0	1430 102%	1404 100%	1435 102%	1432 102%	1415 101%

Les principaux enseignements sur betterave sont les suivants :

- Une réduction de l'utilisation des pesticides est permise par la mise en œuvre d'un raisonnement des interventions (**niveau 1**) : il permet une réduction de 19% en moyenne par rapport au niveau 0 « intensif ». Cette réduction porte en particulier sur les insecticides. La marge de progrès permise par la systématisation d'un raisonnement n'est donc négligeable. Par rapport à l'intensif, la marge brute reste comparable à celle obtenue en niveau 0 (+2% d'augmentation), malgré un rendement maintenu, les insecticides ne représentant pas un poste coûteux.
 - Le **niveau 2a** permet d'aller beaucoup plus loin dans la réduction, avec une moyenne de 56% de réduction de l'utilisation par rapport à l'intensif. Il s'accompagne d'une perte de rendement de l'ordre de 6% en moyenne. A ce niveau de rupture, ce sont surtout les herbicides (et les insecticides et les fongicides dans une moindre mesure) sur lesquels porte la réduction. Cette réduction est permise par la mise en œuvre conjointe de techniques de faux-semis et de désherbage mécanique (houe et binage) en complément du chimique. La marge brute reste comparable à celle obtenue en intensif (+ 2% en moyenne) malgré des pertes de rendement avoisinant les 6%.
 - Le **niveau 2c** permet d'aller un peu plus loin dans la réduction d'utilisation des herbicides, du fait de la non spécialisation de flore permise par une plus grande diversité de cultures dans la succession (réduction de 68% en moyenne par rapport au niveau 0). La marge brute dégagée par ce mode de conduite est là encore similaire à celle permise par le niveau 0 (+1%).
 - Le temps de travail consacré à la culture diminue progressivement du niveau 1 au niveau 2c (de 4, 9 et 12% respectivement) par rapport à celui du niveau 0 du fait de la forte diminution du nombre de passages, malgré un recours au désherbage mécanique en 2a et 2c.
- La consommation d'énergie (en GJ/ha) des niveaux 2a et 2c diminue légèrement (de l'ordre de 5%), limitant la dégradation de l'efficacité énergétique de ces 2 niveaux à 1 à 3%.

2.6. Autres cultures

Cette section rassemble deux espèces non enquêtées par le SCEES mais qui seront intégrées dans les successions culturales proposées pour le niveau 2c.

2.6.1. Chanvre

Le chanvre (*Cannabis sativa*), cultivé depuis la haute Antiquité pour sa fibre particulière et sa graine oléagineuse, a connu une forte régression de sa culture liée à la concurrence de fibres de plantes tropicales puis de fibres synthétiques. Son apogée se situe au milieu du 19^e siècle (176 000 ha cultivés en France en 1840) avec pour débouchés la papeterie et la marine (voile, corde). Les surfaces en chanvre ont été réduites à quelques centaines d'hectares en 1960 (700 ha). Après 1960, il doit son maintien sur de faibles surfaces aux besoins des industries papetières, et à la volonté de quelques agriculteurs de ne pas abandonner cette culture millénaire.

La France occupe une position de leader : elle représente à elle seule environ 60% des surfaces européennes avec environ 10 000 ha pour 15 000 ha cultivés en 2005, 2006 et 2007, surface qui devrait progresser rapidement en raison de la demande de chanvre notamment pour la construction et l'isolation des bâtiments, ainsi que la plasturgie (les perspectives des besoins envisagées suite à un rapport de l'ADEME font état d'une surface de l'ordre de 100 000 ha en 2015, doublant 15 ans plus tard).

Le chanvre est cultivé sur cinq grands bassins de production qui résultent du positionnement géographique des unités de transformations agréées (LCDA dans l'Aube qui représente plus de 60% des surfaces françaises avec une double finalité fibre et graines oléagineuses, Interval-Eurochanvre en Haute-Saône avec une finalité fibre exclusive, PDM Industries dans la Sarthe, Terrachanvre dans les Côtes d'Armor et Coopéval-Agrofibre en Haute-Garonne). D'autres petites unités produisent du chanvre en France. Elles approvisionnent plutôt une des filières agro-artisanales.

Conduite

Le chanvre est un très bon précédent du fait de sa racine pivotante et sa capacité à étouffer les adventices (sol propre pour les cultures suivantes). Il peut pousser sur tout type de sols (limoneux, argileux, sableux et calcaire) pourvu que les réserves en eau soient suffisantes et que la préparation du sol ait bien été effectuée (peu motteux et peu caillouteux).

Le parasitisme et les maladies sont pratiquement inexistantes. Du fait de sa rapidité de croissance et de sa vigueur, le chanvre peut surmonter l'attaque de la plupart des maladies et ravageurs ; seule une plante parasite (*Orobanche ramosa*) menace la culture au point d'en limiter l'extension et de provoquer des pertes de rendement jusqu'à 100% imposant une rotation longue, voire un arrêt total de la culture sur la parcelle infestée. Les Noctuelles défoliatrices (chenilles), quelques mouches mineuses, les tipules, les limaces, des altises, des taupins ainsi que des cicadelles dans le sud ouest sont toutefois présents, mais associés à des dégâts très limités en culture industrielle.

La conduite du chanvre est donc très simplifiée : aucun fongicide, insecticide et théoriquement herbicide n'est nécessaire, pour un rendement moyen des chanvriers entre 6 et 10 t/ha de paille selon les années et les bassins de production (et 1 t/ha de graines pour le chanvre battu).

En résumé, la conduite du chanvre en niveau 2c "SdC intégré" en France peut être caractérisé par les valeurs suivantes de rendement et d'IFT.

Zone	Régions	Rendement moyen (q/ha)	IFT moyen
1	France	80	0

2.6.2. Luzerne

La luzerne, source historique des protéines pour l'élevage, a vu sa surface en France réduite à moins de 600 000 hectares aujourd'hui, contre 1,6 million d'hectares en 1965. Ce déclin est lié au développement spectaculaire de systèmes fourragers plus simples à produire (à base d'ensilage de maïs, ou de ray-grass, complétés par du tourteau, essentiellement de soja) et au développement de l'utilisation des engrais azotés.

La luzerne est actuellement plus présente en Champagne-Ardenne (culture industrielle destinée à la déshydratation) et déborde sur les zones d'élevage du sud-est parisien. On la retrouve ensuite dans toutes les régions d'élevage de la moitié sud de la France (Poitou-Charentes, Coteaux secs du Sud-Ouest, Massif Central, sud de Rhône-Alpes).

La luzerne présente des caractéristiques qui en font une culture de choix dans le cadre d'une agriculture plus durable utilisant moins d'intrants :

- La luzerne constitue une culture étouffante dont l'introduction dans une rotation participe à l'élimination de nombreuses adventices qui ne peuvent se maintenir pendant sa culture. C'est l'archétype des cultures dites "nettoyantes" vis-à-vis des mauvaises herbes, même si un sol propre à l'implantation est nécessaire à la réussite de la culture et si la production de luzerne déshydratée suppose un fourrage peu contaminé par des plantes adventices. Cette destination concerne environ 90 000 ha en France dont 75 000 ha dans la région Champagne-Ardenne, avec une culture implantée pour une durée de 3 ans.
- La luzerne constitue un excellent précédent sur les plans énergétique (restitution d'azote aux cultures suivantes pendant 2 à 3 ans) et fertilité physique : la plante dispose d'un système racinaire caractérisé par une racine pivotante très puissante capable d'aller puiser l'eau et les éléments nutritifs très profondément dans le sol. Elle présente l'avantage de laisser un sol particulièrement bien structuré après sa culture, fortement enrichi en matière organique. Les bénéfices en termes de stabilité du sol et de lutte contre l'érosion sont importants associés à une couverture longue notamment pendant la phase hivernale. La culture participe au maintien de niveaux de matière organique élevés dans les sols et permet de compenser l'exportation de chaumes des céréales qui suivent, notamment pour une valorisation énergétique.
- C'est enfin une excellente source d'alimentation pour les insectes pollinisateurs (sa régression a pu participer aux difficultés d'alimentation de ces insectes).

L'intérêt des traitements insecticides sur luzerne est souvent limité et doit être limité aux cas les plus difficiles. La possibilité de réaliser une coupe anticipée de la luzerne permet de plus souvent d'éliminer le problème.

Les maladies les plus préoccupantes sont provoquées par les champignons du sol qui s'installent dans les racines et les tiges de la luzerne, pouvant provoquer la mort des plantes. Les maladies foliaires sont moins redoutées et peuvent aisément être gérées par une coupe précoce de la culture. Aucun fongicide n'est homologué sur luzerne. La lutte contre les champignons parasites de la luzerne se fait par des mesures prophylactiques qui visent une meilleure vigueur des plantes et un faible inoculum du parasite. Elle s'appuie sur le choix de variétés tolérantes et l'utilisation de techniques culturales appropriées.

Les grandes lignes de la conduite "actuelle" :

- Un désherbage à l'implantation (à faible dose, du stade cotylédons à « 2 feuilles trifoliées ») complété l'hiver après la première coupe pour lutter contre les nouvelles levées (faible dose de désherbant total après une baisse des températures et les premières gelées).
- Aucun fongicide
- Un insecticide occasionnel

- Labour après luzerne dans le cas de contaminations significatives l'année en cours par les pathogènes aériens se maintenant sur les résidus ou à la surface du sol en particulier divers ascochytes et le sclérotinia (dissémination de l'inoculum sur les parcelles voisines).
- Respect d'un délai minimum de 5 ans, voire de 6 à 8 ans entre deux cultures de luzerne sur la même parcelle, si le parasitisme est intense voire 10 ans si le sol est infesté de nématodes.

Dans des systèmes visant à réduire l'utilisation de pesticide, des adaptations permettent de réduire encore l'usage déjà limité dans les systèmes actuels. La suppression des antigraminées est possible, associée à l'avancement de la date de la première coupe avant la formation des graines des graminées au printemps.

Les performances de rendement et IFT proposées pour la luzerne en niveau 2c "SdC intégré" sont les suivantes.

Zone	Régions	Rendement moyen (t/ha)	IFT moyen
1	France	12	0,3 (0,9 sur 3 ans)

3. Performances des systèmes de culture

Cette partie présente l'application des matrices "cultures" produites dans la partie précédente à l'échelle de la succession des cultures afin de renseigner les performances des systèmes de culture. Pour des raisons de lisibilité, les résultats sont présentés dans le corps du rapport de manière synthétique ; l'ensemble des données figure en annexe B.

3.1. Systèmes sans modification des successions culturelles

3.1.1. Identification des successions de cultures céréalières dominantes en agriculture "conventionnelle"

La méthode mise en œuvre a été décrite dans la section 1.4.2. Le tableau 45 résume les successions "dominantes" retenues à l'échelle régionale dans les régions de grandes cultures. Faute de temps, il n'a pas été possible de chiffrer le poids approximatif de ces successions dans les assolements.

Tableau 45. Principales successions de grandes cultures dans les "grandes régions" françaises issues du groupe "Scénarios"

<p>A - Centre Poitou Co/Blé T/Blé T/OH Co/Blé T/To/Blé T Co/Blé T/To/Blé D/Pois/Blé T Maïs/paille (OP ou BD) (irrigué) Blé T/To/Op maïs blé dur (sec) mono maïs irrigué</p> <p>B - Ile de France Champagne Ardenne Bourgogne Colza ou pois – blé – orge P ou H Maïs (sec) ou betterave – blé- blé ou orge H Colza (ou tournesol)-blé-pois (ou féverole)- blé Luzerne – blé- betterave (pdterre)-blé</p> <p>C - Limousin Auvergne Zone non renseignée (surface SCOP faible)</p> <p>D - Lorraine Alsace Franche Comté Colza –blé – blé ou orge H Colza-blé –pois-blé Monomaïs Maïs Maïs blé Tournesol ou colza-blé-orge Prairie temp (3/4)-maïs-blé</p>	<p>E - Midi Pyrénées Aquitaine (+ Languedoc) Monoculture de maïs Maïs - Blé T - Tournesol - Blé T Tournesol - Blé T - Colza - Blé T Tournesol - Blé dur Tournesol-Blé dur-Sorgho-Blé dur Monoculture de blé dur</p> <p>F - Nord Ouest Prairies (4 à 7 ans) – Maïs – blé Maïs - blé - maïs – blé Colza-blé-orge-maïs-blé</p> <p>G - Nord Picardie Normandie Colza-blé- (orge H ou blé) Bett-blé-(colza ou pois ou lin)-blé PdT-blé-(lin ou pois)-blé Betterave-blé-PdT-blé-légumes-(blé ou orge H) Betterave-PdT-blé-légumes-(blé ou orge) Colza-Blé-pois-blé <i>Maïs F-blé</i></p> <p>H - Sud Est (Rhône Alpes) Maïs-blé Maïs irrigué en monoculture Maïs- Maïs -Blé-colza- Blé Prairie (3 à 5 ans) – Maïs (2 ans) – Blé –Colza ou orge Sorgho- Blé- tournesol</p>
---	--

3.1.2. Caractérisation des performances des systèmes de culture conduits en itinéraires "actuels", 0, 1 et 2a

A cette échelle, le rendement ou niveau de production n'est pas pertinent en tant que tel. Il se retrouve agrégé / pris en compte dans l'indicateur de marge. En revanche, il prend tout son sens à une échelle territoriale (qui ne sera pas abordée dans ce rapport) où il permet d'évaluer les systèmes sous l'angle des volumes de production que leur mise en œuvre autorise, et ainsi d'envisager les implications pour les filières.

Un exemple (Tableau 46) des tableaux de synthèse produits, celui de la région A "Centre Poitou", figure ci-contre. L'ensemble des régions est traité dans l'annexe B3 pour l'ensemble des indicateurs. Le commentaire proposé s'appuie aussi sur ces tableaux non présentés ici. L'analyse proposée, qui se fonde sur des moyennes arithmétiques de base, est évidemment succincte et limitée, compte tenu de l'absence de prise en compte de l'échelle territoriale. Néanmoins, elle fournit quelques grandes tendances intéressantes, qui devront être complétées et affinées dans le cadre du travail du groupe "Scénarios".

Quelles que soient les variantes géographiques, la mise en œuvre d'une stratégie de raisonnement des interventions (**niveau 1**) sur l'ensemble des cultures de la succession s'accompagne d'une diminution de l'IFT par rapport au niveau intensif. Cette réduction varie selon la région et la succession (et donc les cultures qui la composent), dans une fourchette de 13 à 40%. En moyenne sur l'ensemble des successions, l'IFT est réduit de 21% (de 11 à 25% selon les zones). Les successions à base de maïs sont celles qui induisent la plus grande réduction, ce qui est logique avec le 1^{er} bilan présenté dans la partie culture. Ce constat confirme donc une marge de progrès non négligeable permise par la systématisation d'un raisonnement. Par rapport à l'intensif, la marge brute s'en trouve améliorée de près de 5% en moyenne (de 2 à 6% en moyenne selon les zones), tous systèmes et régions confondus.

Le **niveau 2a** permet d'aller beaucoup plus loin dans la réduction de l'IFT, en améliorant également légèrement la marge brute en moyenne par rapport à l'intensif (+3.5% en moyenne tous systèmes confondus, avec une variation de 0 à 9% selon les zones), du fait de la diminution des charges. La réduction moyenne de l'IFT est de 41% par rapport à l'intensif (de 22 à 53% selon les zones). Il est donc intéressant de noter que cette stratégie 2a permet une espérance de marge brute comparable à celle obtenue avec la stratégie "raisonnée" (-1% en moyenne dans un contexte de prix 2006), malgré une réduction du recours aux pesticides par rapport à cette stratégie de 33%. Seules 2 successions sur les 28 étudiées dégagent une marge brute qui n'atteint pas celle du niveau "intensif" : la monoculture de blé dur dans la zone E (Midi-Pyrénées Aquitaine) et la succession à base de Pomme de terre dans la zone "Nord".

Enfin, il faut souligner que ce niveau 2a permet dans toutes les successions de diminuer le recours aux pesticides par rapport à une succession conduite en niveau "actuel". Cette diminution est en moyenne de 17% (de 7 à 26% en moyenne selon les zones), ce qui reste encore loin des ambitions affichées par le Grenelle de l'Environnement.

Le temps de travail sur la succession est globalement assez systématiquement réduit en conduite "raisonnée" par rapport à la conduite "intensive" (de 5% en moyenne sur l'ensemble des successions). Font exception : les successions à base de tournesol ou de maïs en niveau 2a, dans lesquelles on s'appuie sur le recours à des techniques de désherbage mécanique à base de matériel à faible débit de chantier (binage), qui dégrade fortement l'indicateur. Dans ces types de successions, le temps de travail est augmenté de 4 à 22% par rapport à celui de la conduite en niveau 0. Au final, le temps de travail moyen sur l'ensemble des successions est comparable en moyenne à celui du niveau "intensif" (+1% en moyenne).

Tableau 46. Région Centre Poitou : performances des principales successions de grandes cultures

Successions de cultures "dominantes" de la région	Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Région A : Centre Poitou			
		Actuel (/ha/an) (% du niveau 0)	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a
Co / Blé T / Blé T / OH	IFT	4.2 71%	5.9 100%	4.4 75%	2.8 47%
	Marge brute (€)	403 103%	389 100%	409 105%	421 108%
	Temps W (heures)	3.1 92%	3.4 100%	3.2 93%	3.3 96%
	Consommation NRJ (GJ)	12.0 95%	12.7 100%	12.4 97%	11.6 92%
	Balance azotée (kg N)	32 88%	36 100%	34 93%	27 74%
Co / Blé T / To / Blé T	IFT	3.9 70%	5.5 100%	4.2 77%	2.5 46%
	Marge brute (€)	424 102%	414 100%	442 107%	444 107%
	Temps W (heures)	3.1 92%	3.4 100%	3.2 95%	3.7 109%
	Consommation NRJ (GJ)	11.0 95%	11.6 100%	11.4 98%	11.0 95%
	Balance azotée (kg N)	24 86%	28 100%	26 95%	19 69%
Co / Blé T / To / Blé D / Pois / Blé T	IFT	3.9 70%	5.6 100%	4.4 80%	2.7 49%
	Marge brute (€)	404 103%	391 100%	413 106%	414 106%
	Temps W (heures)	3.1 92%	3.4 100%	3.2 95%	3.5 104%
	Consommation NRJ (GJ)	10.5 95%	11.0 100%	10.8 98%	10.4 94%
	Balance azotée (kg N)	2 54%	4 100%	2 64%	0 0%
Maïs / paille (OP ou BD) (irrigué)	IFT	2.8 65%	4.2 100%	2.8 65%	2.2 52%
	Marge brute (€)	530 101%	523 100%	551 105%	518 99%
	Temps W (heures)	3.2 93%	3.4 100%	3.2 93%	3.6 106%
	Consommation NRJ (GJ)	13.7 96%	14.2 100%	14.0 98%	13.6 95%
	Balance azotée (kg N)	58 95%	61 100%	59 97%	53 88%
To / Blé T / OP	IFT	2.8 69%	4.1 100%	3.6 87%	2.1 51%
	Marge brute (€)	371 103%	360 100%	382 106%	393 109%
	Temps W (heures)	3.3 94%	3.5 100%	3.5 99%	4.0 113%
	Consommation NRJ (GJ)	10.1 94%	10.7 100%	10.7 101%	10.5 98%
	Balance azotée (kg N)	16 81%	20 100%	20 104%	15 75%

3.2. Passage à des systèmes de culture "intégrés" (niveau 2c) : systèmes avec modification des successions culturales

Cette section s'appuie essentiellement sur le travail réalisé par le groupe "Bioagresseurs" du projet ADAR "Systèmes de culture innovants", enrichi d'une réflexion spécifique conduite sur la région Poitou-Charentes.

L'objectif est d'illustrer par l'exemple les possibilités de réduction d'utilisation de pesticides permises par la prise en compte de l'échelle système de culture. Il est entendu que ces systèmes de culture "alternatifs à l'existant" n'ont aucun caractère exhaustif - remarque qui vaut également pour les "systèmes de culture dominants" qui sont à la base de la réflexion. Leur utilisation et extrapolation par le groupe "Scénarios" nécessiteront donc une grande prudence dans les interprétations. Cette réflexion permet cependant d'apprécier les marges de manœuvre supplémentaires dégagées par cette nouvelle échelle, où le raisonnement de la succession des cultures est un des leviers agronomiques mobilisés, qui ouvre des possibilités plus "durables" en matière de diminution de l'utilisation de désherbants pour la gestion des adventices. Elle permet également d'envisager quelques conséquences en termes de d'évolutions d'assolements. Enfin, elle donne des pistes concrètes mobilisables par le groupe "Stratégies d'acteurs" pour en tester "l'accueil".

3.2.1. Propositions de systèmes de culture "intégrés" pour quelques régions françaises

3.2.1.1. Les principaux résultats issus du travail de prototypage réalisé par le groupe ADAR

Méthode mise en œuvre

Après avoir décrit les systèmes de culture actuels pour deux contextes pédoclimatiques (limons profonds type Picardie avec cultures industrielles, sols argilo-calcaires superficiels type plateaux de Bourgogne), et défini les stratégies de maîtrise des bioagresseurs (essentiellement l'usage de pesticides, parfois l'usage de variétés tolérantes ou résistantes pour certains bioagresseurs comme les nématodes, le rhizoctone et la rhizomanie en betterave), les experts du groupe ADAR ont proposé des systèmes de culture "en rupture", en particulier un niveau "Protection intégrée".

Les systèmes de culture alternatifs aux systèmes actuels sont raisonnés pour répondre aux enjeux liés à la fois à la maîtrise des bioagresseurs et à l'usage des pesticides. La réflexion qui a conduit à ces propositions a été menée hors de toute contrainte économique, socio-économique, réglementaire, technique.

Les systèmes de culture ont été définis par :

- des stratégies de maîtrise (aux échelles du système de culture, de la campagne agricole et de l'ajustement tactique) ;
- des enchaînements ordonnés de Règles de décision en cohérence avec les stratégies décrites.

Ce travail s'est organisé en 3 séquences :

. Séquence 1 : Identification des enjeux liés à la thématique "Bioagresseurs et pesticides" pour l'agriculture de demain :

- Quels problèmes générés par les systèmes de culture actuels ?
- Dans quels contextes ces problèmes sont-ils les plus importants ?

Cette séquence a pour objectif de faire émerger des contextes 'types' et des systèmes de culture 'types' qui vont servir de base pour des propositions de systèmes de culture "en rupture" au cours de la séquence 3.

. Séquence 2 : Définition des finalités et objectifs des systèmes de culture alternatifs à proposer, en réponse aux enjeux identifiés en séquence 1 ; définition des critères d'évaluation des Systèmes de culture innovants, et proposition d'indicateurs d'évaluation.

. Séquence 3 : Proposition de systèmes de culture alternatifs, permettant de répondre aux enjeux identifiés, dans le cadre d'une réflexion hors de toute contrainte socio-économique, réglementaire, technique.

Résultats : les systèmes de culture proposés

Ces systèmes sont évalués dans la section suivante "performances comparées".

• Cas des systèmes de culture avec cultures industrielles sur limons profonds du Bassin parisien

Les successions de cultures fréquemment rencontrées dans ces systèmes rejoignent les successions décrites par le groupe Ecophyto "Grandes cultures" :

- Betterave – blé - (colza ou pois ou lin ou féverole ou PdT) - blé
- PdT – blé - (lin ou pois) - blé
- Betterave – PdT – blé – légumes - (blé ou orge)

Sur ces successions, les principaux bioagresseurs à gérer sont :

- les adventices à levées printanières dans les cultures implantées au printemps (en particulier en betterave),
- les maladies aériennes sur céréales (septoriose, rouille) et Pomme de Terre (mildiou),
- les adventices à levées automnales dans les cultures implantées à l'automne.

Les stratégies de maîtrise des bioagresseurs proposées dans le cadre de nouvelles successions reposent sur les principes suivants :

Vis-à-vis des adventices :

- allongement des rotations pour réduire la fréquence de cultures implantées au printemps et augmenter la fréquence de cultures à forte compétitivité,
- travail du sol : jouer sur la fréquence de labours. Objectif = un nombre impair de labours entre 2 pailles successives (effet également sur piétin-verse). Faux-semis répétés pendant les périodes de levée préférentielle des adventices.

Vis-à-vis des maladies aériennes :

- esquivage par raisonnement des dates de semis,
- choix de variétés résistantes, mélanges de variétés tolérantes,
- raisonnement de la fertilisation azotée.

La mise en œuvre de ces principes a conduit le groupe à proposer 2 successions alternatives à l'existant. A ces 2 successions construites selon les principes explicités et conduisant à des rotations très longues et diversifiées ont été rajoutées 2 autres propositions, plus simples mais intégrant certaines modifications de successions de nature à dégager des marges de manœuvre intéressantes. Ces 2 autres successions sont intermédiaires d'un point de vue des modifications engendrées :

- Betterave – Triticale - Luzerne (2 ans) – Blé – Chanvre – PdT - Blé
- Luzerne (2 ans) - Blé - Betterave - Blé - Chanvre - PdT - Orge H
- Betterave – Blé – Chanvre – PdT - Orge H
- Betterave - Blé - Chanvre - Blé - PdT - Orge H

NB : Les 2 premières successions ont été proposées dans le cadre du projet ADAR, les 2 suivantes ont été rajoutées par la suite.

• Cas des systèmes de culture céréaliers sur sols argilo-calcaires à cailloux (zone intermédiaire Lorraine – Bourgogne – Poitou-Charentes)

Les successions de cultures fréquemment rencontrées dans ces systèmes rejoignent les successions décrites par le groupe Ecophyto "Grandes cultures" :

- Colza – blé - orge H
- (Tournesol ou colza) - blé

Sur ces successions, les principaux bioagresseurs à gérer sont :

- les adventices à levée automnale dans les successions "tout hiver", les adventices à levée printanière dans les successions courtes avec tournesol,

- les insectes ravageurs du colza (charançons, méligèthes) et dans une moindre mesure pucerons sur céréales,
- les maladies aériennes sur céréales (septoriose, rouille)

Les stratégies de maîtrise des bioagresseurs proposées dans le cadre de nouvelles successions reposent sur les principes suivants :

Vis-à-vis des adventices :

- allongement des rotations pour : insérer des cultures de printemps dans les rotations "tout hiver", ou réduire la fréquence de cultures implantées au printemps dans les rotations avec tournesol ; augmenter la fréquence de cultures à forte compétitivité pour limiter la production de semences d'adventices,
- faux-semis répétés pendant les périodes de levée préférentielle des adventices.

Vis-à-vis des insectes :

- augmentation de la densité de la faune auxiliaire à l'échelle du territoire,
- attraction des méligèthes par des "fleurs pièges" à l'échelle de la parcelle.

Vis-à-vis des maladies aériennes :

- esquivage par raisonnement des dates de semis,
- choix de variétés résistantes, mélanges de variétés tolérantes,
- raisonnement de la fertilisation azotée.

La mise en œuvre de ces principes a conduit le groupe à proposer 2 successions alternatives à l'existant, auxquelles nous rajoutons 2 autres successions un peu intermédiaires d'un point de vue des modifications engendrées :

Luzerne ou trèfle (2 ans) – Blé – Tournesol – Triticale – Colza – Blé - Orge P (zone sud)

Luzerne ou trèfle (2 ans) - Blé - Triticale - Pois H - Blé - Colza - Blé - Orge P (zone nord)

Colza – Blé – Orge P

Tournesol - Blé - Colza - Blé - Orge P

NB : Les 2 premières successions ont été proposées dans le cadre du projet ADAR, les 2 suivantes ont été rajoutées par la suite. Elles positionnent moins loin le « curseur » en matière de réduction.

Performances comparées sur différents critères

Le tableau 47 présente de manière synthétique les performances des différents systèmes de culture identifiés comme candidats intéressants par le projet ADAR "Systèmes de culture innovants". Les résultats sont issus de l'application des itinéraires décrits en 2c dans la partie culture. Ils peuvent donc s'éloigner pour partie des résultats présentés dans le cadre du projet ADAR. Sont également présentés les résultats de systèmes de culture plus « intermédiaires ».

La voie choisie par le projet ADAR pour répondre à l'objectif de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires a consisté à commencer par allonger la rotation en introduisant des cultures de printemps et en augmentant la part des cultures très compétitives vis-à-vis des adventices, puis à favoriser la faune auxiliaire et à utiliser des plantes pièges. Ces innovations font appel à une gestion du travail du sol utilisant les ressources du désherbage mécanique et du faux semis, de la réduction de la fréquence du labour, comme à l'usage très limité des cultures intermédiaires. Ces options conduisent à des IFT moyens sur la succession très bas, entre 1.6 (en argilo-calcaires à cailloux) et 2.8 (Bassin parisien) pour les 4 systèmes issus du groupe ADAR. Les 2 systèmes rajoutés, plus simples, sont un peu moins performants à cet égard. Du point de vue de l'IFT, ces systèmes présentent donc un réel avantage par rapport aux systèmes actuels, avec une réduction de plus de 50% de l'IFT - l'IFT moyen d'un système "classique" (conduite niveau "actuel") à base de colza et de pailles en systèmes céréaliers sur petites terres à cailloux oscille entre 3.9 et 4.2 ; dans les systèmes avec cultures industrielles du Bassin parisien, les valeurs varient entre 4.7 et 7.6.

Tableau 47. Exemple de performances de systèmes de culture

Systèmes de culture avec cultures industrielles sur limons profonds du Bassin parisien				
Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Betterave – Triticale - Luzerne (2 ans) – Blé – Chanvre – PdT - Blé	Luzerne (2 ans) - Blé - Betterave - Blé - Chanvre - PdT - Orge H	Betterave – Blé – Chanvre – PdT - Orge H	Betterave - Blé - Chanvre - Blé - PdT - Orge H
IFT	2.8	2.7	3.6	3.4
Marge brute (€)	995	985	1308	1195
Temps W (heures)	3.8	3.7	4.8	4.5
Consommation NRJ (GJ)	9.6	9.6	11.8	11.9
Balance azotée (kg N)	16	18	25	24
Systèmes de culture céréaliers sur sols argilo-calcaires à cailloux				
Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Luzerne ou trèfle (2 ans) – Blé – Tournesol – Triticale – Colza – Blé - Orge P (zone sud)	Luzerne ou trèfle (2 ans) - Blé - Triticale - Pois H - Blé - Colza - Blé - Orge P (zone nord)	Colza – Blé – Orge P	Tournesol - Blé - Colza - Blé - Orge P
IFT	1.6	1.6	2.4	2.0
Marge brute (€)	405	383	415	432
Temps W (heures)	3.2	2.7	3.5	3.7
Consommation NRJ (GJ)	9.1	8.5	11.5	11.1
Balance azotée (kg N)	14	19	29	21

D'un point de vue plus général, ces systèmes de culture présentent des avantages également en ce qui concerne les charges opérationnelles phytosanitaires (réduites de plus de 50% en moyenne) et du coût énergétique (limité à 8.5 à 9.5 GJ/ha/an).

Leurs principales limites sont qu'ils nécessitent plus de travail (augmentation d'environ 10% du temps moyen passé sur la succession, mais très variable selon les successions), même s'ils conduisent à un nombre de passages réduit en moyenne de 20 à 30% ; les interventions mécaniques mises en œuvre pour le contrôle des adventices sont plus longues, et ceci hors temps d'observation au champ. Les charges de mécanisation et main d'œuvre sont également globalement plus élevées.

3.2.1.2. Le travail de prototypage mené en Poitou-Charentes pour Ecophyto R&D

Un travail similaire à celui réalisé dans le cadre du projet ADAR, également centré sur les conditions pédoclimatiques du Poitou-Charentes, a été mené dans le cadre de Ecophyto "Grandes cultures"¹⁴.

Méthode mise en œuvre

Cet exercice a regroupé des conseillers agronomie des Chambres d'agriculture de la région Poitou-Charentes, qui sont aussi impliqués dans le RMT "Systèmes de culture innovants". Ce groupe de travail comportait par ailleurs un conseiller spécialisé en agriculture biologique.

On distingue 4 principaux systèmes actuellement pratiqués en AB en grandes cultures, en lien essentiellement avec les types de sol et l'accès ou non à l'irrigation :

- Succession en sec sur groie moyenne (rendzine développée sur calcaire dur),
- Succession irriguée sur groie moyenne,
- Succession en sec sur limon profond sain,
- Succession en sec sur aubues / champagne (rendzine développée sur calcaire crayeux).

¹⁴ NB : Il est entendu que ces systèmes sont des prototypes qu'il convient de tester au champ (ce qui va être fait dans le cadre du RMT système de culture, sur une période qui va de 2008 à 2013). Il s'agit de l'avis de conseillers sur la cohérence minimale à donner aux systèmes de culture de Poitou-Charentes pour répondre à l'objectif de réduction de moitié de l'IFT et en aucun cas des références généralisables dès aujourd'hui.

Ces systèmes ont été décrits à partir d'une base documentaire issue d'enquêtes réalisées par Agrobio Poitou-Charentes et les Chambres d'agriculture auprès de 40 fermes en AB en 2001. Les paramètres renseignés étaient les suivants : succession des cultures ; dates de semis ; positionnement et nombre de travaux du sol, de désherbages mécaniques ; niveaux de rendement atteints (minimum, médian, maximum) et fréquence d'obtention de ces rendements (1 année sur 10, 8 années sur 10 et 1 année sur 10).

Pour ces différents systèmes, les 5 principaux bioagresseurs ont été identifiés par chacun des conseillers selon le principe du MétaPlan¹⁵. Un consensus est établi sur la hiérarchisation des bioagresseurs en fonction de leur nuisibilité sur la productivité du système de culture.

La démarche a ensuite consisté à adapter ces systèmes de culture en AB pour augmenter les niveaux de rendement, par l'introduction de fertilisants minéraux et de produits phytosanitaires. L'objectif recherché était de proposer des systèmes de culture dont les IFT moyens sont réduits d'au moins 50% par rapport aux pratiques actuelles moyennes.

La première adaptation a consisté à modifier les successions de culture, en partant du principe que certaines filières étant très peu développées, elles ne pourraient pas absorber un afflux important de cultures nouvelles, (lin, chanvre, féverole, triticale). Les agriculteurs en AB ont eux-mêmes des difficultés à pérenniser certaines filières et à promouvoir le développement de cultures intéressantes sur le plan agronomique. Cette modification n'a toutefois pas conduit à revenir aux successions culturales actuelles.

La seconde modification a consisté à réintroduire l'utilisation de produits phytosanitaires en hiérarchisant les risques. Il a été convenu de conserver les principaux insecticides qui permettent de lutter contre les ravageurs aériens (pucerons, coléoptères ravageurs du colza) à une fréquence proche des pratiques actuelles moyennes. La lutte contre les adventices s'est appuyée sur l'adoption d'une rotation adaptée, et l'alternance des travaux du sol (retournement / non retournement), la mise en œuvre des techniques de faux-semis, et enfin le recours aux techniques de désherbage mécanique. Les désherbants sont retenus pour lutter principalement contre les adventices contre lesquelles les leviers mobilisés en AB sont peu efficaces (folle avoine, gaillet, chardons). Hors gestion des adventices, les itinéraires techniques des cultures sont globalement ceux proposés dans le niveau 2a. De ce fait, le recours aux fongicides et aux régulateurs est très fortement réduit par rapport au système actuel sur céréales et colza.

Résultats : les systèmes proposés

Les systèmes proposés sont donc intermédiaires entre des systèmes céréaliers conduits en agriculture biologique et des systèmes "conventionnels" : la rotation retenue est plus longue que la rotation conventionnelle moyenne, mais ne mobilise pas autant la diversité d'espèces que le permet le système d'agriculture biologique moyen. Le recours au désherbage mécanique rejoint celui constaté en AB. En revanche, le labour, quasi systématique en AB, n'est mobilisé dans la stratégie "intégrée" qu'à une fréquence d'une année sur 3 pour enfouir les résidus de culture intermédiaire avant culture de printemps.

Le traitement de semences Gaucho a été retenu pour la culture d'orge d'hiver, particulièrement sensible aux viroses transmises par les pucerons - ce traitement de semences (comme tous les autres) n'est pas comptabilisé dans le calcul de l'IFT. Les attaques de ravageurs du sol (taupins, zabre) ne sont pas non plus prises en compte dans cette description, car elles sont très dépendantes de la parcelle, de sa localisation et de son historique ; les solutions de lutte chimique sont aujourd'hui peu nombreuses et régulièrement soumises à réévaluation.

¹⁵ Ces principes visent à favoriser la créativité au sein d'un groupe de personnes (participation et interaction) en s'appuyant sur des techniques de visualisation et de structuration des idées émises.

Tableau 48. Région Poitou-Charentes : successions de cultures en niveau 2c et recours aux techniques alternatives

Milieu	Groie en sec 1	Groie en sec 2	Groie irriguée	Limons profonds sains	Aubues
Succession et travail du sol	(NL) COH / (NL) BTH / (NL) OH / couvert (L)TO / (NL) BTH / (NL)Trèfle (1 an) (L)	(NL) COH / (NL) BTH / (NL) OH / couvert (L)TO / (NL) BTH/	couvert (NL) M / (NL) M / (L) OP / couvert (NL) TO / NL (BTH)	(NL) COH / (NL) BTH / couvert (L) M sec / (NL) OH / couvert (L) TO / (NL) BTH	(L) CO / (NL) BTH / couvert (NL) OP/ couvert (L) TO / (NL) BTH
Techniques alternatives mobilisées	Binages répétés sur CO, TO ; herse étrille sur céréales (1 à 2 par an) Utilisation du <i>Contans</i> Rupture d'un an avec une légumineuse fauchée (trèfle)	Binages répétés sur CO, TO ; herse étrille sur céréales (1 à 2 par an) Utilisation du <i>Contans</i>	Herse étrille sur toutes les cultures, binage des cultures sarclées	Binages répétés sur CO, TO, M ; herse étrille sur céréales (1 à 2 par an) Utilisation du <i>Contans</i>	Binages répétés sur CO, TO ; herse étrille sur céréales (1 à 2 par an) Utilisation du <i>Contans</i>

L/NL : Labour, Non Labour ; BTH : blé tendre d'hiver ; COH : colza d'hiver ; OH : Orge d'Hiver ; OP : Orge de Printemps ; TO : Tournesol ; M : Maïs

Performances comparées sur différents critères

Tableau 49. Performances des prototypes de systèmes de culture en niveau 2 c pour la région Poitou-Charentes

Milieu	Groie en sec 1	Groie en sec 2	Groie irriguée	Limons profonds sains	Aubues
Rendement minimum, médian et maximum pour chaque culture (fréquence d'obtention sur 10 années)	CO 15 (2)/ 27 (7)/ 35 (1) BTH 45 (1)/60 (8)/75(1) OH 45 (1)/60 (8)/75(1) TO 15 (1)/22 (8)/30 (1) BTH 40 (1)/60 (8)/75(1)	CO 15 (2)/ 27 (7)/ 35 (1) BTH 45 (1)/60 (8)/75(1) OH 45 (1)/60 (8)/75(1) TO 15 (1)/22 (8)/30 (1) BTH 40 (1)/60 (8)/75(1)	M 90 (1)/105 (8)/120 (1) M 90 (1)/105 (8)/120 (1) OP 50 (2)/70 (7)/80 (1) TO 20 (1)/27 (8)/35 (1) BTH 55 (1)/70 (8)/80(1)	CO 20 (2)/ 30 (7)/ 40 (1) BTH 50 (1)/70 (8)/80(1) M 40 (1)/65 (8)/90(1) OH 50 (1)/70 (8)/80 (1) TO 15 (1)/23 (8)/30 (1) BTH 50 (1)/65 (8)/75(1)	CO 15 (2)/ 27 (7)/ 35 (1) BTH 50 (1)/65 (8)/85(1) OP 35 (2)/55 (7)/75 (1) TO 20 (1)/27 (8)/35 (1) BTH 50 (1)/65 (8)/80(1)
IFT moyen par culture de la succession : nom de la culture / herbicide / hors herbicide / total	CO/1,08/3,25/4,33 BTH/0,50/1,43/1,93 OH/2,00/0,75/2,75 TO/0,33/0,00/0,33 BTH/0,50/0,83/1,33 trèfle/1,00/0,00/1,00	CO/1,08/3,25/4,33 BTH/1,50/1,43/2,93 OH/2,00/0,75/2,75 TO/0,33/0,00/0,33 BTH/1,50/0,83/2,33	M/0,83/0,00/0,83 M/1,17/0,50/1,67 OP/0,75/0,50/1,25 TO/0,33/1,00/1,33 BTH/0,50/0,83/1,33	CO/1,08/3,25/4,33 BTH/1,50/2,03/3,53 M/0,83/0,00/0,83 OH/1,50/0,75/1,50 TO/0,33/0,00/0,33 BTH/1,13/0,83/1,33	CO/1,08/3,25/4,33 BTH/1,50/1,43/2,93 OP/0,75/0,50/1,25 TO/0,33/0,00/0,33 BTH/1,13/0,20/1,33
IFT moyen du système de culture : herbicide / hors herbicide / total	0,90/1,04/1,94	1,28/1,25/2,53	0,72/0,57/1,28	1,06/1,14/1,97	0,96/1,08/2,03
Réduction de l'IFT en % par rapport au système de culture de référence	De 56 à 61% selon les systèmes	De 43 à 50% selon les systèmes	59%	De 56 à 61% selon les systèmes	De 54 à 60% selon les systèmes
Nombre moyen de travaux du sol sur la succession : déchaumages, labours, désherbages mécaniques	Déchaumages : 10 Labours : 2 Roulages : 6 Binages : 5 Hersages : 5 Broyage : 2	Déchaumages : 9,5 Labour : 1 Roulages : 6 Binages : 5 Hersages : 5 Broyages : 2	Déchaumages : 10,5 Labour : 1 Roulages : 6 Binages : 4,5 Hersages : 4,5 Broyages : 5	Déchaumages : 8 Labours : 2 Roulages : 4 Binages : 6 Hersages : 5 Broyages : 3	Déchaumages : 8,5 Labours : 2 Roulages : 2 Binages : 5 Hersages : 6 Broyages : 2

Niveaux de rendements, valeurs d'IFT Herbicides et hors herbicides, réduction par rapport au niveau 0, niveau de recours au travail du sol.

Pour tous les systèmes, c'est l'IFT herbicide qu'il est le plus difficile de réduire. De même, le recours aux insecticides reste comparable à celui pratiqué en niveau 0 en l'absence de pratique éprouvée permettant la lutte alternative contre les ravageurs. La réduction relative de la pression herbicide s'accompagne d'une augmentation du recours au désherbage mécanique, ainsi qu'aux faux semis.

3.2.2. Contraintes des systèmes 2c

Faisabilité à l'échelle de l'exploitation agricole – calendrier de travail

La faisabilité à l'échelle des exploitations est un élément important de l'évaluation de systèmes agricoles innovants, et l'organisation du travail est l'un des aspects de cette faisabilité. Les systèmes Ecophyto envisagés dans ce rapport sont susceptibles d'affecter l'organisation du travail des agriculteurs, par exemple par les modifications des dates de semis envisagées (retards de dates de semis pour réduire les risques de maladies en céréales), par la suppression de certaines interventions (traitements phytosanitaires) et par la réalisation de nouvelles interventions, parfois consommatrices en temps de travail (ex : désherbage méca.).

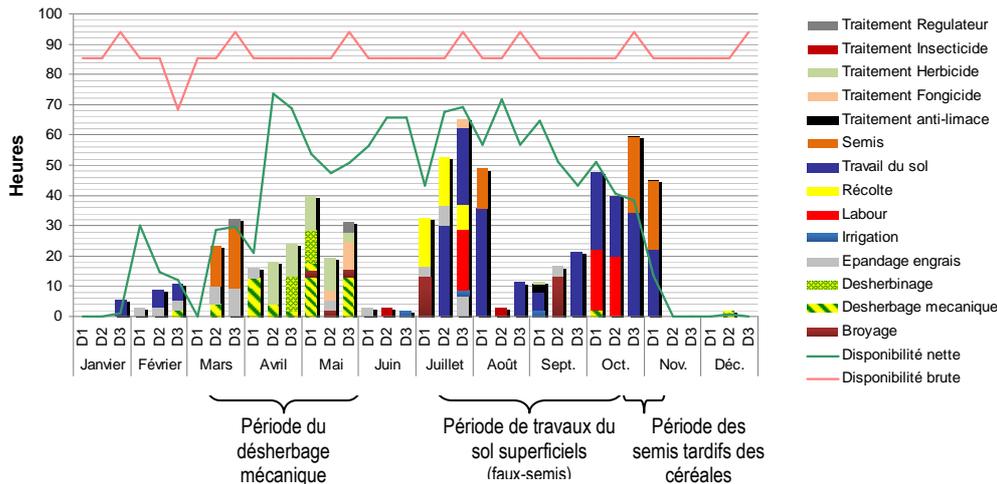
Le groupe d'experts Ecophyto-Grandes Cultures n'avait pas les moyens, dans le temps imparti, d'évaluer les conséquences des scénarios envisagés en termes d'organisation du travail, en tenant compte des diversités, en France, des structures d'exploitations, des sols et des climats. Cependant, la question de la faisabilité en termes d'organisation du travail est illustrée par un exemple, portant sur des systèmes à faible usage d'herbicide testés par l'INRA à Dijon, qui montre comment les systèmes agricoles innovants peuvent être confrontés à des difficultés de faisabilité.

Les données de cet exemple sont issues d'une expérimentation en cours permettant d'évaluer les performances de prototypes de systèmes relevant de la Protection intégrée (PI) contre la flore adventice. Cette expérimentation comporte 5 systèmes, avec 2 répétitions, soit 10 parcelles. L'étude des conséquences sur l'organisation du travail a porté sur 10 exploitations agricoles fictives de 130 ha et 1 travailleur, chaque exploitation correspondant à une des parcelles d'essai. L'organisation du travail a été simulée pour chaque ferme avec le simulateur Equip'Agro (Chambre régionale d'Agriculture de Bourgogne), sur la base d'un assolement correspondant aux rotations des prototypes (6 ans), et sur la base des dates des travaux agricoles effectivement réalisés sur l'expérimentation. L'étude a nécessité de lister pour chaque exploitation le matériel nécessaire et le débit de chantier des différents outils. La répartition des temps des travaux correspondant aux prototypes de systèmes de culture sur les 36 décades d'une année est comparée à la disponibilité en temps, compte tenu des conditions climatiques, qui limitent les possibilités de réaliser certains travaux à certaines périodes de l'année, en particulier en hiver. La disponibilité en temps tient compte de la variabilité interannuelle, et la référence de temps disponible utilisée ici correspond à une année peu favorable (l'année la plus mauvaise sur 5 années).

Les prototypes de systèmes de PI diffèrent du système de référence par de nombreuses adaptations, dont plusieurs sont susceptibles d'affecter l'organisation du travail : (i) une diversification des rotations (et donc des assolements) permettant un étalement des travaux ; (ii) des semis plus tardifs des céréales pour esquiver les levées d'adventices d'automne ; (iii) moins de passages de pulvérisateur ; (iv) moins de labours, réalisés seulement un an sur deux ; (v) plus de passages de travaux du sol superficiels, pour réaliser des faux-semis, notamment en automne ; (vi) des passages de désherbage mécanique, avec des outils à débits de chantier variés : bineuse, herse étrille, houe rotative.

La figure 22 illustre les résultats d'une des 10 exploitations fictives, correspondant à un prototype de système de culture très peu consommateur d'herbicide (environ -60% d'IFT_H par rapport au système de référence).

Les temps de travaux totaux de la ferme PI sont très proches (environ 700 heures/an) de ceux du système de référence (système Colza-Blé-Orge d'hiver labouré tous les ans et pratiques de désherbage "actuelles"), mais sont mieux étalés dans le temps. Les interventions de désherbage mécanique, majoritairement au printemps, et les interventions nombreuses de travail du sol superficiel pour la réalisation de faux-semis, majoritairement en automne, s'insèrent bien dans le calendrier de travail, à des périodes où la disponibilité nette de travail est suffisante, compte tenu des travaux à réaliser et des conditions climatiques. En revanche, la règle des semis tardifs des céréales, très efficace pour esquiver les levées d'adventices d'automne, mais également nécessaire pour limiter les risques de maladies des céréales et esquiver les pucerons d'automne, génère des tensions d'organisation du travail fin octobre - début novembre sur cette exploitation fictive. Le temps nécessaire pour la préparation des lits de semences et la réalisation des semis dépasse la disponibilité nette de jours disponibles au moins une année sur cinq, du fait de la dégradation fréquente des conditions climatiques à cette période de l'année.



Les barres correspondent au temps réel nécessaire pour la réalisation des travaux au champ. La ligne rouge correspond à la disponibilité brute de l'agriculteur. La ligne verte correspond à la disponibilité de temps nette, pour 4 années sur 5, compte tenu des jours disponibles pour réaliser les interventions aux différentes décades (Simulations avec le simulateur Equip'Agro, collaboration INRA-Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne)

Figure 22. Distribution annuelle des temps de travaux pour une exploitation fictive de 130 ha pratiquant un prototype de système agricole relevant de la Protection Intégrée contre la flore adventice en Bourgogne

D'autres simulations d'exploitations fictives ont montré des résultats moins défavorables. Il existe également probablement une grande variabilité de la faisabilité du retard des dates de semis en fonction des structures d'exploitation et des pédo-climats. Néanmoins, cette illustration montre bien que **le retard des dates de semis des céréales n'est pas une mesure facilement adoptable par les agriculteurs**, bien qu'elle soit agronomiquement nécessaire pour réduire les risques de maladies et le niveau des infestations adventices.

Il existe des solutions techniques pour limiter les tensions d'organisation du travail générées par les semis tardifs de céréales : la première, intégrée dans ces prototypes de système PI, consiste à réduire la sole de blé via la diversification des cultures. La deuxième consiste à augmenter le débit des chantiers de semis par l'utilisation de matériel spécifique. Il reste que ces résultats expliquent la motivation des agriculteurs à avancer les dates de semis des céréales pour limiter les risques de dégradation des conditions climatiques. Enfin, il faut également signaler que le retard des dates de semis n'est pas populaire pour les agriculteurs du fait de la réduction du potentiel de rendement du blé associé aux semis tardifs !

3.3. Les systèmes de culture "biologiques" (niveau 3)

Les systèmes bio en grandes cultures sont très complexes : ils font appel à une plus grande diversité de cultures que ceux mis en œuvre en agriculture conventionnelle, avec notamment l'utilisation importante de cultures en mélanges (variétés ou espèces), des successions plus longues, le recours à la pratique des engrais verts...

En 2003, la part en céréales (blé tendre + orge + maïs) des surfaces en grandes cultures en France est de 52% en agriculture biologique contre près de 90% en conventionnel. L'AB se distingue aussi par l'importance des surfaces cultivées en mélange d'espèces et/ou de variétés. En blé par exemple : la variété Renan occupe la 1^{re} place dans les assolements bio, avec 25% de la sole ; le mélange variétal de blés est en 2^e position, avec 6% des surfaces (données 2006).

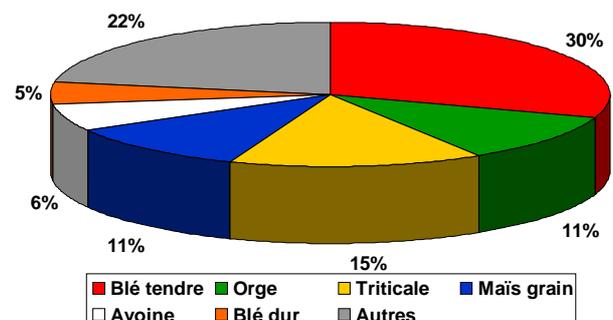


Figure 23. Diversité des cultures en bio (année 2003)

3.3.1. Identification des successions de cultures céréalières en agriculture biologique

Ce travail a bénéficié d'une collaboration avec des acteurs du projet RotAB (Rotations céréalières en Agriculture Biologique) soutenu par le CasDAR. Il a également mobilisé, quand elles étaient connues et disponibles, des données issues de suivis de fermes de référence en AB. C'est le cas en particulier de la Région Poitou-Charentes, pour laquelle cette identification s'appuie sur un réseau de 40 fermes suivies de 1998 à 2002.

L'origine géographique des experts mobilisés (Rhône Alpes et Poitou-Charentes) a très certainement des conséquences directes sur la vision des systèmes céréaliers en conduite agriculture biologique décrite par la suite. L'organisation d'une confrontation avec un plus large panel d'experts n'a hélas pas été possible dans le temps de cette expertise. Notons que ce travail est par ailleurs en cours de réalisation dans le cadre du projet CasDAR RotAB et devrait donner lieu à synthèse début 2009.

On distingue en France 4 principaux types de systèmes de production dominants conduisant des grandes cultures en agriculture biologique.

1) **Les systèmes de polyculture/élevage**, avec un atelier (en général bovin). Ces systèmes produisent pour une partie de leur chiffre d'affaire des céréales à la vente, en fonction d'excédents et/ou de contexte de prix rémunérateurs. Ces systèmes sont surtout localisés dans les régions C, D et F du groupe "Scénarios"¹⁶.

Les successions de cultures qu'ils mettent en œuvre reposent sur des rotations longues (6 à 8 ans) permettant de gérer un ratio légumineuses fourragères / culture de l'ordre de 60/40. Les successions répondent au schéma général suivant : 4 ans de légumineuse fourragère (systèmes prairiaux simples à base de trèfle ou luzerne) – blé (de vente) – céréale pour l'autoconsommation (orge H ou triticales) – 3^e année de culture ouverte en fonction des besoins d'affouragement (maïs fourrage, protéagineux ou association céréales légumineuses). Les successions les plus fréquentes sont les suivantes :

Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticales ou orge – association protéagineux/céréales

Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticales ou orge – maïs F (zone Ouest)

Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – maïs ou triticales - association protéagineux/céréales (zone Est)

2) **Les systèmes céréaliers purs** : ces systèmes encore récents en France et marginaux, intègrent une forte proportion de blé et des cultures spécialisées (betterave, pomme de terre, légumes dans le cadre de micromarché de légumes bios de plein champ). L'assolement "classique" des exploitations repose sur 40% de blé, 20% de pommes de terre, 20% de protéagineux, 20% autres.

Les successions rencontrées sont les suivantes :

Betterave – blé – protéagineux – blé

Betterave – blé - pomme de terre – blé - légumes

Ces systèmes "intensifs nord européens" sont surtout localisés dans les zones B et G. Très anecdotiques, ils ne seront pas traités faute de temps.

3) **Les systèmes céréaliers plutôt intensifs** de la moitié sud de la France. Localisés en zones A, E et H préférentiellement, ces systèmes s'appuient sur des successions de type :

Blé – soja – blé – maïs – soja (surtout en Rhône Alpes, où les systèmes sont irrigués)

Blé – soja – blé – tournesol

Maïs – soja- blé

Blé – féverole – blé – tournesol (sauf en Rhône Alpes)

Ils sont plutôt intensifiés au regard de la fertilisation et du nombre de passages de matériels.

¹⁶ A : Centre Poitou ; B : IdF Champagne Ardenne Bourgogne ; C : Limousin Auvergne ; D : Lorraine Alsace Franche-Comté ; E : Midi-Pyrénées Aquitaine Languedoc ; F : Bretagne Pays de la Loire ; G : Nord Picardie Normandie ; H : Sud est (Rhône Alpes)

4) **Les systèmes céréaliers extensifs d'exploitations mixtes** : ces systèmes sont présents dans des exploitations disposant d'un ou plusieurs autres ateliers (ovin, caprin, vigne...). La part affectée aux grandes cultures est minoritaire et repose fréquemment sur le choix de cultures à bonne valeur ajoutée. On retrouve ces systèmes en zones A, E et H.

Les successions les plus fréquentes sont les suivantes :

Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – orge ou petit épeautre ou lentilles ou blé de force – tournesol

Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – blé dur – tournesol ou lentilles ou pois chiches - blé

Soja et maïs sont pratiquement exclus de ces systèmes qui sont conduits en culture sèche.

Si les mélanges variétaux sont pratiqués (en particulier en céréales), il faut noter que les mélanges d'espèces concernent surtout les exploitations de polyculture/élevage pour l'autoconsommation du troupeau. La réticence encore forte à la collecte de ces mélanges par les collecteurs (qui s'explique en particulier par le coût de triage, la logistique en termes de cellules...) est un verrou important à leur développement.

Pois protéagineux et colza sont des espèces très peu cultivées chez les céréaliers en AB. Le principal frein à leur développement est en particulier le problème de non maîtrise des insectes pouvant conduire certaines années à des absences de récolte (cas relativement fréquent en colza).

Les chiffres publiés par l'Agence bio en 2006 viennent conforter ces données :

Tableau 50. Part des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux en mode de production bio en France en 2006

Région	Surfaces céréales* bio (ha)	Part en % de la surface totale	Surfaces oléagineux** bio	Part en % de la surface totale	Surfaces protéagineux*** bio	Part en % de la surface totale
Alsace	1249	1.5	107	0.6	24	<0.1
Aquitaine	4724	5.6	2889	15.4	1187	10.6
Auvergne	3087	3.7	321	1.7	184	1.6
Basse-Normandie	2400	2.9	68	0.4	283	2.5
Bourgogne	6553	7.8	986	5.3	927	8.3
Bretagne	6157	7.3	149	0.8	557	5
Centre	5791	6.9	967	5.2	1277	11.4
Champagne Ardenne	1541	1.8	170	0.9	133	1.2
Franche-Comté	2766	3.3	315	1.7	306	2.7
Haute Normandie	677	0.8	47	0.2	188	1.7
Ile de France	1761	2.1	236	1.3	344	3.1
Languedoc-Roussillon	2453	2.9	663	3.5	63	0.5
Limousin	1911	2.3	177	0.9	118	1
Lorraine	3221	3.8	130	0.7	98	0.9
Midi-Pyrénées	10349	12.3	6413	34.3	1701	15.2
Nord-Pas de Calais	739	0.9	9	0	138	1.2
Pays de la Loire	10815	12.9	1010	5.4	1948	17.5
Picardie	1772	2.1	53	0.3	396	3.6
Poitou-Charentes	6381	7.6	2237	12	1067	9.6
PACA	3716	4.4	433	2.3	100	0.9
Rhône-Alpes	5793	6.9	1317	7	112	1

Source Agence bio

* parmi les céréales, blé tendre, orge, triticale et maïs occupent respectivement 36%, 11%, 11% et 9%. Les associations céréales-pois représentent 13% des surfaces en céréales.

** tournesol et soja représentent respectivement 52% et 35%. Le colza en 2006 représente 10% des oléagineux cultivés en bio.

*** féverole pour 67% et pois protéagineux pour 26%

3.3.2. Performances des systèmes de culture en AB

Il n'existe pas vraiment de statistiques sur les performances de tels systèmes. Ont été mobilisées des données issues de contrats de collecte sur le bassin Rhône Alpes pour décrire les principales caractéristiques des conduites dans les différents systèmes. Les rendements du blé sont issus de telles informations. Pour les autres cultures et les autres régions, en l'absence de données statistiques sur lesquelles appuyer une estimation des pertes de rendement liées à la conduite en AB par rapport à une conduite conventionnelle, le tableau 51 s'appuie sur la mobilisation des données disponibles et l'expertise pour proposer une estimation de la productivité en bio par rapport à une stratégie conventionnelle. La comparaison à quelques données ponctuelles corrobore cette estimation.

Tableau 51. Estimation par expertise de la productivité de différentes cultures conduites en bio

Cultures	Productivité de la conduite en bio par rapport à une conduite conventionnelle
Blé tendre d'hiver	40 à 50% du conventionnel
Triticale	50%
Orge d'hiver	40%
Maïs (sec ou irrigué)	60 à 90%
Tournesol	60 à 100%
Colza	10 à 70%
Pois : rarement cultivé seul. En mélange avec de l'orge de printemps	20 à 30%
Féverole	60 à 70%
Soja	80 à 90%
Luzerne	90 à 100%

Les valeurs sont des données moyennes, généralisables France entière

Les itinéraires par culture et leurs performances ont été décrits par expertise ; ils sont présentés dans l'annexe C1 et C2, ainsi que l'ensemble des indicateurs pour les successions identifiées. Le tableau 52 présente les résultats des performances comparées de ces différents systèmes sur 5 indicateurs.

Tableau 52. Performances des systèmes de culture en AB, pour 3 types de systèmes de production

Systèmes de "Polyculture élevage" (bovin)

Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Successions de cultures "dominantes"		
	Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticale ou orge – association protéagineux/céréales	Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticale ou orge – maïs (zone W)	Luzerne ou trèfle (3/4 ans) – blé – maïs ou triticale - association protéagineux/céréales (zone E)
IFT	0	0	0
Marge brute (€)	743	869	637
Temps travail (heures)	1.9	2.3	1.6
Consommation NRJ (GJ)	4.3	4.6	3.7
Balance azotée (kg N)	3	19	3

Systèmes "Céréaliers intensifs"

Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Successions de cultures "dominantes"			
	Blé – soja – blé – maïs – soja	Blé – soja – blé – tournesol	Maïs – soja – blé	Blé – féverole – blé – tournesol
IFT	0	0	0	0
Marge brute (€)	980	705	1048	520
Temps travail (heures)	4.4	4.1	4.6	3.6
Consommation NRJ (GJ)	6.0	6.5	5.8	5.6
Balance azotée (kg N)	43	42	44	42

Systèmes "Céréaliers mixtes extensifs"

Performances moyennes sur la succession (/ha/an)	Successions de cultures "dominantes"	
	Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – orge ou petit épeautre ou lentilles ou blé de force – tournesol	Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – blé dur – tournesol ou lentilles ou pois chiches - blé
IFT	0	0
Marge brute (€)	656	588
Temps travail (heures)	2.1	2.0
Consommation NRJ (GJ)	3.6	4.4
Balance azotée (kg N)	1	0

Les enseignements de ces tableaux sont divers, même s'il faut rester très prudent face aux résultats : il convient notamment de rappeler le caractère approximatif de la marge brute dans les systèmes où les productions sont auto-consommées.

Néanmoins, ces systèmes conduits en AB montrent des consommations énergétiques très inférieures à celles des systèmes plus conventionnels (de 2 à 3 fois selon les systèmes), et ce quel que soit le niveau de rupture appliqué sur ces systèmes. On note malgré tout des différences entre systèmes de production AB, avec les consommations énergétiques les plus élevées chez les "céréaliers intensifs".

Ces céréaliers intensifs en AB se distinguent également par un temps de travail consacré à leurs systèmes de culture beaucoup plus importants que chez les céréaliers mixtes en AB. Dans ces systèmes AB intensifs, le temps de travail est même supérieur à celui consacré à des successions équivalentes conduites en non AB, du fait du recours à des techniques de travail du sol "chronophages". Les systèmes en niveau 2a proposés sont également moins consommateurs de temps de travail, malgré les techniques de désherbage mécanique fortement mobilisées, du fait d'un recours moins fréquent au labour (quasi systématique en bio).

Enfin, l'indicateur "balance azotée" montre un déséquilibre de ce poste dans ces systèmes céréaliers bio intensifs, qui s'explique par le recours à des produits ou amendements organiques systématiques, dont la gestion délicate peut amener à un enrichissement potentiel des sols (et in fine à des risques de lixiviation de l'azote minéral et de pollution concomitante). Une gestion de l'azote équilibrée dans ces systèmes est clairement difficile.

3.4. Quelques éléments pour une approche territoriale

L'approche développée dans ce rapport est centrée sur la parcelle. Les moyens mobilisés dans les différents niveaux de rupture sont ceux qui ont montré leur efficacité à cette échelle. Ce cadre d'analyse limite donc le champ des possibles. En effet, un grand nombre de bioagresseurs ont au moins une forme dans leur cycle qui leur permet de se disséminer sur des distances supra-parcellaires. Cela explique que les techniques de lutte non chimique doivent, pour être efficaces, être menées de manière concertée à l'échelle des territoires.

Une approche intégrant l'échelle du territoire peut se décliner de deux manières :

- en renforçant l'efficacité de certains moyens déjà employés dans le cadre d'une mise en œuvre et d'une gestion collective des solutions proposées (actions de lutte agronomique concertée) ;
- en envisageant le territoire d'une façon nouvelle, qui le rende apte à rendre certains "services écologiques" permettant de réduire de manière significative la pression de certains bioagresseurs, essentiellement des ravageurs (actions de gestion et conservation des habitats).

Actions de lutte agronomique concertée

La lutte contre des bioagresseurs à l'échelle de bassins de production a souvent été engagée de manière collective avec succès. Certains exemples actuellement existants mériteraient d'être développés à plus grande échelle. C'est en particulier le cas de la lutte contre la pyrale et la sésamie à l'échelle de bassins de production de maïs.

Des coopératives ou négoce développent depuis 5 ans environ des démarches volontaires de lutte contre la pyrale du maïs par dépôt de capsules qui contiennent des hyménoptères parasitoïdes (**trichogrammes**). Près de 25% des surfaces traitées contre la pyrale le sont avec cette technique de lutte qui est très demandeuse en temps, donc en main d'œuvre. Dans les zones avec une présence exclusive de pyrale, à forte pression (Nord d'une ligne La Rochelle/ Lyon) cela devrait conduire à réduire les IFT sur maïs de l'ordre de 1 pt.

Concernant les sésamies, la combinaison de la rupture de la monoculture de maïs et de la lutte mécanique (broyages précoces de cannes de maïs, déchaumages et/ou labour) permet de limiter le pourcentage de

larves aptes à survivre à l'hiver (la larve, à la fin du cycle du maïs migre vers le bas de la tige et se met à l'abri des prédateurs et du gel). Ces recommandations sont par ailleurs reprises pour lutter contre la chrysomèle du maïs, dans les zones touchées par ce ravageur.

L'exemple du **Contans** sur sclérotinia relève aussi de cette catégorie. Le sclérotinia est une maladie montante du colza depuis 2007. Des stocks de scléroties se sont reconstitués dans les sols suite à des impasses ou à des positionnements inadéquats de traitement fongicides. La pression mesurée par les outils de détection engage la quasi-totalité des prescripteurs à préconiser une application systématique de fongicide anti-sclérotinia. Un moyen de lutte biologique relativement efficace existe contre le sclérotinia : le CONTANS®. Ce type de lutte est rarement envisagé par les agriculteurs et leurs conseillers au motif que l'inoculum de sclérotinia est suffisamment mobile pour provenir des parcelles voisines. Une lutte concertée sur toutes les parcelles d'un territoire emblavé avec des espèces sensibles (tournesol, pois, colza) avec ce moyen de lutte biologique permettrait de baisser significativement le nombre de scléroties dans le sol et envisager régulièrement la suppression du traitement fongicide contre le sclérotinia.

L'impact en termes de réduction d'IFT pourrait être de 0,8 point sur colza au bout de 2 ans : les deux premières années de lutte, un maintien de la protection fongicide serait nécessaire, le temps que le taux de scléroties dans le sol baisse suffisamment pour avoir une pression d'inoculum suffisamment faible pour envisager une impasse de traitement fongicide les années suivantes. Des bénéfices induits pourraient exister sur le pois et le tournesol, espèces également touchées par le sclérotinia, mais il n'existe actuellement pas de moyen de lutte et pas de chiffrage de la nuisibilité ; on peut émettre l'hypothèse d'une amélioration des rendements pour ces deux espèces.

Enfin, une approche souvent citée dans la bibliographie de phytopathologie et d'épidémiologie consiste à créer un obstacle ou un ralentissement à la progression des pathogènes via la constitution d'un damier spatialisé de variétés ou d'espèces aux caractéristiques génotypiques différentes, présentant une diversité de types de résistance à des pathogènes. En présence d'un panel diversifié de type de résistances à ses agressions, les populations de pathogènes sont fragmentées en souches capables d'attaquer spécifiquement une variété caractérisée par un trait génotypique. L'inoculum capable d'attaquer une variété donnée est présent en moins grande quantité dans l'environnement.

Ce concept a été mobilisé sur colza pour valoriser les quatre origines génétiques de résistances des variétés au phoma. La préconisation consiste à alterner les modes de résistances donc les variétés à la fois dans l'espace et dans le temps. Cette pratique est relativement effective pour le colza, culture pour laquelle le renouvellement des variétés est très rapide. Une gestion territoriale qui assure la durabilité de la résistance au phoma est d'autant plus capitale que dans les faits, la lutte contre le phoma du colza est essentiellement variétale. Le traitement fongicide d'automne contre le phoma est une pratique désormais révolue. Dans ce cas précis du colza, cette approche territoriale permet "juste" de contenir l'IFT à son niveau actuel.

En revanche, le cas emblématique de non gestion de caractéristiques génétiques est représenté par le blé tendre d'hiver pour lequel certaines variétés couvrent parfois jusqu'à 50% des emblavements. Des mécanismes de contournement de résistances à la rouille brune sont ainsi rapidement constatés (cas de Soissons et plus récemment d'Orvantis ou d'Aubusson) sur des variétés ayant des notes de 7 ou 8 à l'inscription. On peut se poser la question, par exemple de ce qu'aurait été l'évolution de la résistance à la rouille brune de la variété Caphorn si sa part dans les assolements était restée inférieure à 10% (on constate actuellement une dérive graduelle de la résistance du cultivar Caphorn à la rouille brune par rapport au niveau qu'il avait au moment de son inscription). Les moyens à mettre en œuvre seraient de travailler de concert avec les sélectionneurs pour identifier les traits génotypiques de résistance aux rouilles (information apparemment facilement détectable pour la rouille jaune, mais moins pour la rouille brune), d'assurer une transparence sur l'accès à cette information, d'organiser avec les agriculteurs et les distributeurs de semences un damier qui assure une diversité de types de résistances aux rouilles à l'échelle d'un territoire. Le coût de ce type d'organisation est évidemment difficile à chiffrer (0,1 à 0,2 ETP d'agent de développement par département ? pour coordination à l'échelle départementale), mais l'impact en termes de réduction d'IFT, pour les régions sud, pourrait se chiffrer 0,5 à 1 point.

Actions de gestion et conservation des habitats

Il s'agit à l'échelle soit de la parcelle soit d'un territoire de créer des zones non perturbées par les interventions agricoles qui servent de refuge à des auxiliaires de culture.

Selon que la cible est mobile à l'échelle infra-parcellaire ou à l'échelle d'un territoire de la dimension du canton, les techniques de lutte développées ne seront pas les mêmes : la lutte mécanique et agrotechnique peut être envisagée à l'échelle parcellaire pour lutter en général contre des bioagresseurs peu mobiles (larves de carabes phytophages, larves de lépidoptères, limaces, rongeurs, certaines maladies telluriques). Mais certains de ces bioagresseurs peuvent être contrôlés par des auxiliaires dont les effectifs peuvent être favorisés par des aménagements à l'échelle de la parcelle. Des cibles dont une des formes dans le cycle est mobile peuvent être contrées à la fois par la lutte mécanique mais aussi par une gestion du territoire.

Les aménagements intra- parcellaires

La mise en place de zones refuges à l'intérieur des parcelles d'une dimension même modeste, exempte de traitements phytosanitaires, d'apports de fertilisants et de travail du sol constituent des zones refuges pour de nombreux carabes carnivores. Ces carabes ont une mobilité réduite depuis une zone dans laquelle ils trouvent refuge (35 m environ). Des « beetle banks » de 2 m de large disposées tous les 70 m permettraient de maintenir des populations de carabes suffisantes pour réguler des populations de limaces. De même, des bandes herbeuses ou fleuries disposées en transition entre une haie, une lisière et le champ cultivé constituent des abris pour les carabes.

L'impact en termes de réduction d'IFT repose sur la suppression des applications d'anti-limaces.

Le coût de cette technique est lié à l'exclusion d'une partie de la surface pour la production (9% dans le cas de beetle banks tous les 70 m). Ce type de dispositif est envisageable dans le cas de mise en place de parcelles en agroforesterie (zones autour des alignements d'arbres). Leur association à des techniques de mulching qui permettent aux carabes de se déplacer à couvert pendant les périodes d'interculture permettrait d'augmenter les distances entre deux beetle banks.

Les aménagements à l'échelle de la parcelle

De même, des bandes herbeuses ou fleuries disposées en transition entre une haie, une lisière et le champ cultivé constituent des abris pour les carabes, mais aussi pour de nombreux autres arthropodes, ainsi que des batraciens ou reptiles auxiliaires de culture (certains crapauds sont reconnus comme consommateurs de limaces, les reptiles sont des consommateurs de petits rongeurs).

La présence de fleurs tout au long de l'année est une condition pour la présence d'insectes dont les adultes sont floricoles, mais dont les larves trouvent leur source de protéines dans la consommation d'un grand nombre de pucerons (jusqu'à 500 par individus). Les principaux taxons favorisés par une présence diversifiée de fleurs sur un territoire sont les syrphes, les chrysopes, les coccinelles qui sont reconnus comme consommateurs de pucerons dans les stades larvaires pour les deux premiers, mais aussi les hyménoptères parasitoïdes dont les larves se développent à l'intérieur d'un hôte en entraînant sa mort. Ces hôtes sont très diversifiés : pucerons mais aussi larves de coléoptères (charançons, méligèthes) et de lépidoptères.

Depuis une zone refuge, la mobilité des adultes de ces familles d'auxiliaires est variable : de grande (jusqu'à 500 m pour les syrphes) à moyenne (de l'ordre de la centaine de mètres pour les hyménoptères parasitoïdes).

Le maintien et l'entretien, voire la création de mares permet dans certains milieux d'offrir un habitat à des batraciens qui sont des consommateurs de limaces.

L'impact potentiel en termes de réduction d'IFT repose sur la suppression des aphicides de printemps sur BTH, colza, et tournesol. Il peut être estimé à 0,9 IFT/ha/an.

Le coût de la technique est difficile à estimer : dans le cas de semis de mélange floral, les fournisseurs proposent aujourd'hui des produits prototypes encore très coûteux. Dans l'idéal : consacrer 4 à 5 % de la surface, idéalement en bordure de haie. Cela induit une perte de production liée à l'exclusion d'une partie de la surface productive. Dans le cas de parcelles bordées de haies ou en lisière de bois, l'exclusion d'une partie de la surface productive pour la consacrer à la création d'habitats ne devrait avoir que de faibles

conséquences sur la productivité de la parcelle, car la zone en bordure de haie qui subit une concurrence pour les nutriments à une faible productivité.

Ces quelques exemples de leviers mobilisables en changeant d'échelle d'action (individuelle vs collective) ou d'échelle spatiale (parcelle vs territoire) n'ont pas été mobilisés dans la réflexion. Ils renvoient à un travail particulier qui devrait s'alimenter des références produites par l'EsCO Biodiversité, quand elles seront disponibles.

4. Discussion et bilan

Ce rapport, en présentant les performances comparées de différents modes de conduite des grandes cultures à l'échelle de la culture seule, ou de la culture dans son système, permet de considérer plusieurs stratégies possibles pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en grandes cultures, et constitue une première approche de l'analyse multicritère de ces différentes stratégies. Il doit aussi être considéré comme une "brique" élémentaire que le groupe "Scénarios" mobilisera pour bâtir et renseigner différentes combinaisons territoriales de ces stratégies. Il devrait également permettre d'identifier, au travers des principes de conduite décrits, des changements techniques dont l'acceptabilité est à tester auprès des différents acteurs de l'agriculture (cf. Tome VI : rapport du groupe d'experts "Stratégies d'acteurs").

Ce travail présente des limites qu'il est important d'explicitier pour préciser les conditions d'utilisation potentielles des données présentées. Si les références technico-économiques produites sont perfectibles ou pourraient être précisées ou complétées, elles constituent néanmoins la première analyse systématique de la situation française, fondée à la fois sur des données statistiques robustes et sur l'expertise de terrain disponible.

4.1. Contraintes et limites méthodologiques de l'étude

Ces limites sont de 2 types assez distincts : le premier renvoie au cadrage de l'étude lui-même et au périmètre travaillé ; le second concerne les limites liées aux méthodes mobilisées et aux choix réalisés dans ce contexte.

4.1.1. Les limites liées au cadrage de l'étude

La réflexion a été menée dans le cadre du contexte "actuel", assimilé à celui de 2006. De fait, le groupe n'a pas pris en compte les retraits en cours ou déjà prévus de substances actives importantes (trifluraline, carbamates, par exemple) résultant notamment du plan de réduction des pesticides élaboré suite au Grenelle de l'environnement ou des mesures qui seront prises au plan communautaire dans le cadre du nouveau règlement concernant l'autorisation et l'utilisation des pesticides. Les conséquences des phénomènes de résistance des bioagresseurs aux pesticides, non identifiées en 2006, n'ont pas non plus été appréhendées. Il paraît plus que probable que ces évolutions auront des conséquences en termes d'évolution du parasitisme des cultures, de rendement et d'IFT. Le groupe n'a pas non plus intégré d'innovations : progrès génétique, nouvelles molécules ou nouveaux matériels. Le cadre de raisonnement est donc bien celui lié aux conditions prévalant en 2006. Ce choix est autant justifié par la référence utilisée (l'état zéro décrit est celui de 2006) que par les difficultés d'une connaissance prospective sur l'ensemble des interdictions et/ou innovations prévues à moyen terme, ces évolutions dépendant de phénomènes biologiques plus ou moins prévisibles, mais aussi de choix politiques résultant d'arbitrages complexes.

Ce rapport ne vise pas à fournir des "recettes" de conduite à appliquer aux cultures et aux systèmes. Il a pour objectif d'apporter un éclairage sur les grands modes de conduite existants aujourd'hui ou possibles mais encore peu développés, à des fins d'identification des possibilités d'évolution et des performances attendues en regard de l'existant. Les principes sur lesquels s'appuient ces différents modes de conduite sont suffisamment explicités pour que ce travail puisse être repris si besoin dans une optique plus prospective, intégrant l'évolution du marché des produits phytosanitaires par exemple.

Pour ces mêmes raisons, les évolutions prévisibles ou soupçonnées liées au changement climatique (sur le climat et les potentialités des cultures, sur l'évolution des bioagresseurs et de leur comportement...) n'ont pas non plus été discutées, résultant d'un niveau de complexité encore plus élevé.

La réflexion est centrée sur la parcelle. Les exploitations agricoles comme lieux de décision et de cohérence des systèmes de culture, et leur diversité, ont peu ou pas été prises en compte. A cette échelle de la parcelle se trouvent également exclues de la réflexion les régulations biologiques qui peuvent être valorisées collectivement sur un territoire du fait de sa structure et de son organisation. Seules les régulations biologiques au sein de la parcelle ont été mobilisées. Mais elles pourraient être renforcées (ou à l'inverse diminuées) selon le territoire dans lequel on se trouve. Le manque de connaissances actuelles relatives aux effets sur les bioagresseurs des organisations spatio-temporelles des systèmes de cultures, des modes de gestion des composantes "hors-champs" du paysage, des interactions régulatrices entre organismes, justifie à lui seul le choix d'exclure l'échelle supra-parcellaire de l'expertise.

4.1.2. Les limites liées aux méthodes mises en œuvre

Les méthodes mises en œuvre sont issues d'une réflexion collective et de choix menés dans un cadre de contraintes fort, défini par :

- les conditions de l'exercice (appel à des experts - peu nombreux sur cette question et donc "sur-sollicités" - dans un temps limité, temps consacré restreint...),
- les données réellement mobilisables pour répondre à l'exercice et la capacité du groupe à les traiter (cf. point ci-dessus).

Un ensemble de méthodes/décisions a été proposé au fur et à mesure de l'avancement du travail sur lesquelles il convient de revenir pour certaines et d'en éclairer les limites.

Renseignement des variantes (niveaux de référence et zonage)

- Le niveau de référence "0" qualifié d'intensif a été approché par l'échantillon des 30% de parcelles ayant le plus recours aux produits phytosanitaires. Il est évident que cette catégorie couvre une diversité encore importante de conduites : cette intensité de recours aux pesticides, traduite par un IFT parmi les plus élevés, peut être le résultat d'une intensification non cohérente qui peut conduire à des rendements en deçà du potentiel. Ce niveau regroupe donc de "vrais intensifs" qui optimisent l'utilisation de produits phytosanitaires dans le but d'obtenir un rendement maximum, et des agriculteurs plutôt "gaspilleurs" utilisant par exemple tous les produits à dose homologuée, sans que l'on ait les moyens de les isoler.
- Les variantes régionales (zonage) proposées s'appuient sur les niveaux de potentialités des zones (définis par les meilleurs rendements moyens régionaux sur les 10 dernières années - source Agreste) et les niveaux d'IFT. Les pressions des principaux bioagresseurs (données 2006) sont présentées à titre illustratif. Il reste évidemment une diversité intra-régionale importante derrière ces variantes (voir chapitre 1). Des discussions au sein du groupe ont débouché sur des propositions alternatives, de nature à restreindre cette variabilité, reposant sur un croisement par région de 2 niveaux de potentialité (faible à moyenne, et moyenne à élevée) avec 2 niveaux de pression bioagresseurs (faible à moyenne, et moyenne à élevée), mais qu'il n'a pas été possible de mettre en œuvre dans le cadre de l'étude.
- Enfin, les caractéristiques des cultures par grande zone intègrent "par construction" les systèmes dans lesquels s'insèrent préférentiellement ces cultures, du fait des données mobilisées pour les calculer. Par exemple, le blé dur de PACA est plutôt un blé dur en monoculture, alors que celui de région Centre (qui n'a pas les mêmes IFT), est plutôt assolé.

Evaluation des performances à partir d'indicateurs

Le calcul des indicateurs retenus n'est pas trivial. Il nécessite pour chacun des données d'entrée compatibles avec le calcul (en particulier des données sur les pratiques et les rendements), mais aussi un paramétrage adapté au "grain" auquel sont décrites les pratiques. Le groupe a donc dû adapter le calcul de la plupart des indicateurs à cette résolution, conduisant à des simplifications à différents niveaux.

- Simplification des options **techniques**

Ainsi, dans la description des itinéraires techniques, un "parc matériel type" a été défini, assorti de son paramétrage propre (vitesse de travail, coût en énergie). Le paramétrage proposé, qui s'appuie sur les barèmes Cuma/entraide et ADEME, se réfère donc à ce matériel type de taille moyenne, qui peut différer des matériels réellement mis en œuvre dans les exploitations.

Suivant la même logique, les fertilisants minéraux ont été résumés à des unités de N, P et K. Le paramétrage N (en termes de coût € et énergie) a été assimilé à celui de l'ammonitrate pour l'ensemble des niveaux, sauf en agriculture biologique où une référence moyenne correspondant au coût de l'unité des produits spécifiques utilisés (farine de plumes, soies de porcs...) a été proposée. Les unités de P et K renvoient au coût de l'unité issue du superphosphate et du chlorure de potasse respectivement. Les apports de phosphore et potasse sont par ailleurs assimilés aux exportations de ces éléments compte tenu du niveau de production retenu. Cette simplification basée sur la gestion compensatrice des exportations permet d'éviter les artéfacts liés à la pratique courante du blocage de ces fumures sur les "têtes de rotations" (ou la culture la plus exigeante), conduisant à de fausses impasses sur les cultures qui suivent.

- Les **hypothèses économiques** ont été fixées dans un contexte proche de celui connu en 2006. Devant la très forte volatilité des prix 2007, 2008, et l'absence totale de lisibilité, établir des scénarios cohérents combinant des prix de vente, prix d'intrants et énergie s'est révélé impossible au groupe, qui renvoie ce travail au groupe "Scénarios".

Concernant le volet spécifique aux charges phytosanitaires, un paramétrage spécifique à Ecophyto GC a été produit par le groupe. Les limites liées à ce paramétrage sont évidemment nombreuses.

- La non prise en compte de la variabilité liée à la négociation commerciale : un écart conséquent peut par exemple exister entre les prix catalogues et les prix négociés par les agriculteurs. Ces différences, ainsi que les choix faits par les agriculteurs en matière de produits (banalisés vs produits plus coûteux) influencent directement le coût de l'unité IFT. Or l'hypothèse que fait le groupe (mais qu'il n'a pas pu tester) est que ce coût IFT chez un agriculteur s'inscrivant dans des logiques plus "intégrées" n'est pas le même que chez un agriculteur plus "conventionnel" (cette variabilité est très liée au choix des produits).
- La non prise en compte de la variabilité liée au contexte régional : il peut jouer sur les prix, du fait de problèmes sanitaires ou adventices spécifiques (par exemple résistances de certains bioagresseurs à certaines substances actives) obligeant à un usage spécifique de produits généralement plus coûteux.
- Enfin, il n'y a pas de relation directe entre le coût du produit et sa dose d'utilisation : certains produits très peu coûteux correspondent à des IFT le plus souvent élevés (insecticides, isoproturon) et inversement (exemple des herbicides betterave type Bétanal). Mais il existe également des produits coûteux utilisés le plus souvent à dose pleine, donc générant des IFT élevés (sulfonilurées). Cette variété de combinaisons possibles augmente la variabilité du coût IFT.

Malgré ces limites réelles, le choix d'un coût moyen de l'unité IFT et le test de cette décision dans d'autres situations régionales en montre la pertinence dans la grande majorité des situations.

Enfin, les marges n'incluent pas dans leur calcul le coût de l'irrigation (eau et électricité).

- Le **choix des indicateurs** eux-mêmes traduit une volonté de porter un regard multicritère sur l'évaluation des performances des itinéraires techniques et des systèmes de culture proposés, afin d'approcher autant que possible les effets induits par les changements identifiés. Les indicateurs retenus permettent de vérifier que des propositions visant à réduire l'utilisation de phytosanitaires ne déplacent pas le problème vers d'autres compartiments de l'environnement. Ils permettent également d'évaluer grossièrement les conséquences des options envisagées sur les niveaux de production et la rentabilité économique du point de vue de l'agriculteur.

Il convient de souligner que tous les indicateurs environnementaux utilisés sont des indicateurs de pression liée aux pratiques, et en aucun cas des indicateurs d'émission ou d'impact. Plusieurs raisons justifient ce choix : la nature même des données travaillées, qui exclut de fait une caractérisation du milieu (au sens du sol

et du climat, et encore moins de la position dans le territoire et de la connectivité avec d'autres parcelles) pourtant indispensable dès que l'on s'intéresse aux émissions et aux impacts. La seconde raison tient à l'absence d'outils opérationnels permettant de réaliser ces évaluations d'impact aujourd'hui. Les données d'entrée, le paramétrage et le temps nécessaires pour faire tourner les modèles mécanistes issus de la recherche (sous réserve que ces modèles aient des domaines de validité très large...) n'étaient pas disponibles.

L'hypothèse forte repose donc sur le fait que la réduction de l'utilisation de pesticides, mesurée au travers de l'indicateur IFT, générerait une réduction des impacts indésirables de cette utilisation, tant sur le plan de l'environnement (et notamment de la biodiversité) que sur le plan de la santé publique (notamment celle des applicateurs). Cette hypothèse paraît raisonnable, mais le groupe n'a pas abordé la question de l'évaluation de sa pertinence. En effet, au travers de la notion d'IFT, on ne tient compte ni de la quantité de substance active apportée, ni de la toxicité, ni du risque de dispersion des matières actives dans les différents compartiments de l'environnement, lié à leur nature intrinsèque et aux milieux d'application. Mais il n'existe pas à ce jour d'indicateur intégrateur simple et objectif qui prenne en compte cet ensemble de critères. Le mérite de l'IFT reste son caractère opérationnel et son utilisation dans d'autres pays européens.

Conception de systèmes de culture "innovants" par prototypage

La démarche de prototypage à dire d'experts (cf. chapitre 3) est riche et peut s'avérer un cadre indispensable de réflexion préalable à la mise en expérimentation d'essais de longue durée. En revanche, la réflexion débouche dans la pratique sur la proposition d'un nombre réduit de systèmes "alternatifs" : c'est bien souvent un seul système qui est décrit très finement, alors même qu'une grande diversité pourrait exister. Le résultat est aussi très dépendant des règles appliquées par le collectif d'experts, et en particulier, ici, du choix fait par le groupe "Méthode" de n'introduire dans les rotations que des cultures déjà présentes régionalement pour ne pas bouleverser les filières économiques locales. Les systèmes proposés ne doivent surtout pas être considérés avec une vision normative : ils ne sont que des supports de réflexion qui ont la vertu d'illustrer les relations qu'on peut identifier a priori entre le niveau d'usage de pesticides et les autres critères d'évaluation des systèmes de culture. L'exercice permet également de situer le niveau de connaissances disponibles et mobilisables par les experts du domaine.

Au cours de cette démarche de prototypage, la difficulté majeure a été de caractériser des systèmes en rupture correspondant aux niveaux 2a et 2c, intégrant des mesures alternatives et prophylactiques de maîtrise des bioagresseurs, respectivement à l'échelle de l'itinéraire technique et à l'échelle de la succession des cultures. La difficulté est en partie liée au nombre limité de références disponibles correspondant à ces niveaux de rupture. Elle est également liée au fait que les systèmes décrits correspondent à une position du curseur sur une gamme des systèmes possibles très large. La diversité des systèmes en rupture se caractérise par des antagonismes entre les divers critères d'évaluation, en particulier entre le niveau d'utilisation de pesticides et le niveau de production, la variabilité interannuelle, le niveau de rentabilité économique, la facilité de mise en oeuvre du point de vue du temps de travail et de son organisation, du recours à des équipements spécifiques, de l'organisation des filières et des marchés... Toute modification des modes de production agricoles et des systèmes de culture nécessite des modifications du paysage agricole, plus ou moins importantes. Malgré les règles fixées, il est difficile d'arrêter le curseur à un niveau donné, et ceci d'autant plus que le groupe d'experts est divers et réunit des sensibilités différentes.

4.2. Bilan

Ce travail permet de dégager plusieurs enseignements sur la situation actuelle et les réductions de produits phytosanitaires que l'on peut attendre des niveaux de rupture envisagés. Ils sont proposés de manière synthétique au travers des 3 points suivants.

Contribution des cultures à la consommation de pesticides et stratégies de réduction

Toutes les cultures ne contribuent pas à même hauteur à l'utilisation de pesticides en France. Au sein des grandes cultures, des profils différents émergent, combinaison d'une intensité d'utilisation sur la culture et du poids de la culture dans l'assolement national. Par rapport à ce constat, plusieurs stratégies peuvent être engagées, qu'il ne nous appartient pas de trancher :

- compte tenu de l'objectif quantitatif et ambitieux de réduction affiché par le Grenelle de l'environnement, une stratégie pourrait consister à s'attaquer aux postes les plus lourds (dose/ha et surfaces importantes), et donc aux cultures les plus contributrices, quelles que soient les difficultés soulevées pour certaines ;
- une autre stratégie, intégrant des aspects plus qualitatifs, pourrait chercher à réduire l'utilisation des molécules les plus problématiques, c'est-à-dire les substances actives ou les types de produit (herbicides) considérés comme les plus nocifs et/ou rencontrés les plus fréquemment dans l'environnement ;
- enfin, une 3^e stratégie pourrait consister à s'attaquer aux changements les plus faciles à mettre en œuvre à l'échelle du système de production, même si pour certains l'enjeu reste faible, dans un objectif d'apprentissage et d'acquisition de savoirs faire, permettant de progresser vers des changements plus lourds.

Réductions d'utilisation des pesticides à attendre des différents niveaux de rupture

Les améliorations permises par des stratégies de conduite différentes sont nettes pour tous les niveaux de rupture, sous l'angle de l'analyse du couple IFT x marge brute. Ces résultats montrent un intérêt certain pour les systèmes de culture en 2a et 2c, permettant "sur le papier" un maintien voire une augmentation de la marge brute par rapport à des conduites intensives, pour un recours aux produits phytosanitaires très fortement réduit (de plus de la moitié, dès le niveau 2a, par rapport à des stratégies intensives). L'analyse d'indicateurs complémentaires vient tempérer ce constat ou au contraire le consolider (consommation énergétique, temps de travail...) selon les situations.

Tableau 53. Synthèse par culture : écart moyen (en %), par rapport au niveau "intensif", de la mise en œuvre des 3 niveaux de rupture 1, 2a et 2c

Cultures	Ecart moyen des 3 niveaux de rupture par rapport au niveau 0 « intensif » à l'échelle de la culture (en %)														
	IFT			Rendement			Marge Brute			Temps travail			Coût énergie		
	1	2a	2c	1	2a	2c	1	2a	2c	1	2a	2c	1	2a	2c
Blé tendre	-28	-56	-63	-1.5	-10	-10	+5	+2.5	+5	-7	-7	-9.5	-2.5	-8	-10
Blé dur	-31	-44	-51	-2	-12	-12	+6	-5	-5	-9	+1	-7	-3	-7	-9
Orge hiver	-29	-49	-53	-1.5	-10	-10	+33	+40	+44	-8	-6	-4	-2	-7	-6
Orge printemps	-7	-37	-49	-2	-11	-11	+3	+13	+17	-1.5	+3	+4	-2	-7	-7
Maïs grain	-40	-57	-76	0	-6	-10	+7	+2	0	-5	+19	+51	0	0	+6
Colza	-31	-52	-65	-6	-15	-19	+6	+6	+14	-12	-5	+3	-6	-12	-12
Tournesol	-16	-62	-66	+11	-4	0	+24	+24	+32	-2	+46	+55	+6	+14	+23
Pois	-3	-42	-46	0	-5	-5	0	+18	+27	0	-8	+3	0	+3	+9
Pomme de terre	-21	-41	-45	-6	-20	-20	-6	-21	-20	-11	+20	+30	-5	-3	+2
Betterave	-19	-56	-68	0	-6	-9	+2	+2	+1	-4	-9	-12	-1	-5	-5

En complément, une analyse assez simpliste¹⁷ d'extrapolation de ces données a été menée pour tenter d'approcher les modifications des performances à attendre d'une mise en œuvre généralisée des différents modes de conduite à l'échelle France entière (comparaison avec le niveau "actuel"). Les résultats sont présentés dans le tableau 54.

Tableau 54. Variation des performances des différents modes de conduites des cultures (échelle ITK)

	Ecart moyen des 3 niveaux de rupture par rapport au niveau "actuel" (%)					
	IFT			Production*		
	1	2a	2c	1	2a	2c
Blé tendre	+7%	-39%	-50%	+6%	-4%	-4%
Blé dur	+7%	-14%	-22%	+5%	-4%	-4%
Orge hiver	0	-30%	-38%	+4%	<-5%	<-5%
Orge printemps	+42%	-4%	-22%	+6%	-4%	-4%
Maïs grain	-8%	-29%	-62%	+4%	-2%	-6%
Colza	-1%	-33%	-51%	-4%	-13%	-17%
Tournesol	+31%	-42%	-47%	+16%	0	+4%
Pois	+37%	-18%	-24%	+4%	0	0
Pomme de terre	+1%	-24%	-30%	-3%	-17%	-17%
Betterave	+15%	-38%	-55%	<+2%	<-5%	-7%

* on entend par production le volume produit dans l'hypothèse où les surfaces sont inchangées. Cette hypothèse est par définition fautive en 2c.

Ces résultats éclairent la diversité des "réponses" en fonction des cultures et des niveaux de rupture considérés.

La mise en œuvre de façon systématique et généralisée d'une approche "raisonnée" (**niveau 1**) sur l'ensemble des parcelles France (pour autant que cela ait un sens...) conduirait à une augmentation quasi systématique de l'utilisation des pesticides sur grandes cultures (mesurée au travers de l'IFT) et des volumes de production (sauf en pomme de terre et en colza).

La généralisation de conduites en **niveau 2a** permettrait "sur le papier" une diminution de l'utilisation de produits phytosanitaires pouvant être élevée (la diminution s'échelonne de 4 à 42% selon les cultures) pour une réduction systématique du volume de production inférieure à 5%, sauf pour la pomme de terre et le colza pour lesquels cette réduction aurait plus d'ampleur (baisse de 13 à 17%).

Enfin, le **niveau 2c** permettrait de poursuivre la réduction d'utilisation (de 22 à plus de 62% selon les cultures) pour des volumes de production comparables à ceux obtenus en 2a (sous l'hypothèse de surfaces de cultures inchangées, ce qui n'est pas le cas pour ce niveau).

Ces résultats montrent que les objectifs du Grenelle de réduction de 50% de l'utilisation des produits phytosanitaires ne seraient pas atteints avec la "seule" mise en œuvre de stratégies relevant du niveau 2a (ITK intégrés). En grandes cultures, l'atteinte de cet objectif semble devoir nécessiter la mise en œuvre de systèmes totalement revisités (à l'image du niveau 2c).

L'exemple Danois conforte ces résultats : il montre que la réduction de l'utilisation des fongicides, insecticides et régulateurs de croissance peut se concevoir dans une stratégie 1 ou 2a, non négligeable, et sans bouleversement de l'agriculture (exploitation et filière). Pour avoir un impact significatif sur les herbicides, il faut en revanche modifier de manière significative les systèmes de production (niveau 2c) : modification de l'assolement, investissement dans du matériel de désherbage mécanique, etc.

¹⁷ Un IFT « moyen France » par culture a été réalisé pour chaque niveau de rupture en prenant en compte la surface extrapolée de la culture dans chaque zone. La production repose sur les mêmes principes : extrapolation, au prorata des surfaces, des rendements par niveau de rupture. Cette méthode simpliste a juste pour objectif d'appréhender de façon grossière les principales tendances d'évolution de la « ferme France actuelle » sous une application généralisée au territoire (des grandes cultures) des différents niveaux de rupture identifiés.

Systèmes de culture intégrés : réductions d'utilisation des pesticides à attendre et adaptation des filières à prévoir

L'échelle du système de culture apporte un niveau de complexité supérieur, que l'on propose de restreindre de manière simpliste dans le tableau ci-dessous. Dans ce tableau, les niveaux 1 et 2a sont appliqués sur les mêmes successions de cultures (les successions « dominantes » identifiées), dans les mêmes zones géographiques. En revanche le niveau 2c présenté ici correspond à des successions de cultures différentes, issues du travail de prototypage à partir d'un système de référence, rendant délicate la comparaison. Les systèmes 2c présentés dans le tableau ci-dessous sont ceux développés dans la partie 3, concernant les systèmes de culture céréaliers sur sols argilocalcaires à cailloux.

Tableau 55. Variation des performances des différents modes de conduites des cultures (échelle SdC)

Indicateurs	Ecart moyen des 3 niveaux de rupture par rapport au niveau "0" intensif, à l'échelle de la succession des cultures											
	IFT			Marge brute			Temps travail			Coût énergie		
Niveaux	1	2a	2c*	1	2a	2c*	1	2a	2c*	1	2a	2c*
Ecart moyen sur l'ensemble des successions	-21%	-41%	-69%	+4%	+4%	+19%	-5%	+1%	-3%	-2%	-5%	-20%
Ecart min	-11%	-22%	-61%	+2%	0	+16%	-2%	-10%	-8%	-1%	-2%	-10%
Ecart max	-25%	-53%	-73%	+6%	+9%	+24%	-9%	+7%	+6%	-5%	-9%	-28%

* écart estimé par rapport au système « dominant » conduit en niveau « intensif » à partir des exemples de systèmes de cultures céréaliers sur sols argilocalcaires à cailloux (système « dominant » = colza-blé-orge H dans cet exemple)

Ces résultats montrent que les systèmes de culture alternatifs conduisent tous à des réductions d'IFT par rapport aux systèmes de niveau 0. Ces réductions sont déjà importantes en 2a (41% en moyenne). Elles atteignent 69% en système de culture intégré. En revanche ces systèmes s'accompagnent en moyenne d'une très légère diminution du temps de travail (-3%), mais avec des écarts importants entre systèmes et des augmentations de temps de 6% dans certains cas. La répartition du temps de travail sur l'année sera à préciser. La marge brute de ces systèmes intégrés est en moyenne augmentée, malgré une dégradation de 13% de produit brut en moyenne (résultats non montrés). Enfin, ces systèmes 2c sont beaucoup plus économes en énergie avec une réduction moyenne de 20% de la consommation.

Ces différentes approches sont limitées à la situation parcellaire et n'intègrent donc ni les cohérences et contraintes d'une exploitation agricole, ni l'apprentissage nécessaire à leur mise en œuvre, autant du point de vue de l'agriculteur que de son accompagnement. Elles doivent donc être considérées comme un premier éclairage partiel des possibilités et des potentialités d'amélioration des pratiques et des systèmes à l'échelle des grandes cultures en France. Elles constituent juste une première brique à la réflexion à laquelle les approches futures développées par les groupes "Scénarios" et "Stratégies d'acteurs" devraient donner plus de sens.

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- Aubertot JN., Barbier JM., Carpentier A., Gril JJ., Guichard L., Lucas S., Savary S., Savini I., Voltz M. (éditeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France) 64 p.
- Bouchard et al., 2008, "Associer des itinéraires techniques de niveaux d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique", *Courrier de l'environnement* n°55.
- Brunet N., Guichard L., Omon B., Pingault N., Pleyber E., Seiler A. 2008. L'Indicateur Fréquence de Traitements (IFT) : un indicateur pour une utilisation durable des pesticides, *Courrier de l'environnement* n° 56, à paraître.
- Chikowo, R., Faloya, V., Munier-Jolain, N.M. The performance of Integrated Weed Management for containing weeds at the cropping system level in field crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (Soumis)
- Debaeke, P., Munier-Jolain, N.M., Bertrand, M., Guichard, L., Nolot, J.M., Faloya, V., Saulas, P. Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems: methodology and case studies. *Agron. for Sust. Dev.* (sous presse).
- Jezequel S., Viaux P., Jouy L., Verjux N., Desvignes P., Malaval C. 2007. Evaluer les systèmes de culture avec des indicateurs objectifs, *Perspectives agricoles* n°337, septembre 2007, pp 52-54.
- Munier-Jolain NM., Deytieux V., Guillemain 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* (2008) 3, 75-88
- Pardo, G., Rivavololona M., Munier-Jolain NM. Integrated Weed Management in eastern France : simulation of labour organisation at farm level and economic analysis. *Agricultural Systems* (Soumis)
- Valantin-Morison M., Meynard JM. 2008. Yield variability of Organic Winter Oil Seed Rape (WOSR) in France: a diagnosis on a network of farmers fields. *ASD* 28.

Documents techniques, rapports...

- ADAR « Systèmes de culture innovants » 2006. Document du groupe de travail « Bioagresseurs et pesticides », Evaluation multi-critère des systèmes de culture en rupture : Résultats, 22 pages, juillet 2006.
- Agence Bio, 2006. L'agriculture biologique française, chiffres 2006. 152 pages.
- Baranger E. et al., 2008. Cultiver des associations céréales protéagineux : des intérêts agronomiques, économiques et environnementaux à découvrir. Rapport technique final du Programme coordonné par l'UNIP avec le soutien du CASDAR Appel à projets 2005 - N° 431, 112 pages.
- Briard L., 2007. Plus d'Agronomie, Moins d'Intrants – Evaluation multicritère de systèmes de culture intégrés testés en Bourgogne, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne. Mémoire de fin d'études d'ingénieur ENITA Clermont-Ferrand, 43 p.
- Champeaux C., 2007. Les stratégies de protection du blé tendre contre ses bioagresseurs et la verse : valorisation des données de l'enquête « Pratiques Culturelles » du SCEES en 2001. INRA, rapport d'étude commanditée par le MAP (DGFAR), 91 pages.
- Champeaux C., 2006. Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures : évolution de l'indicateur de fréquence de traitements au travers des enquêtes "pratiques culturelles" du SCEES entre 1994 et 2001, INRA, rapport d'étude commanditée par le MAP (DGFAR), 100 pages.
- Corpen 2008, documents de travail du sous-groupe STEPHY.
- Delos M. et al, 2008. Memento d'assistance technique pour la mise en œuvre de bonnes pratiques agronomiques, volet santé des végétaux. Document de travail interne, différentes versions, 383 pages.

Info.PI@ine Production intégrée, n° 5 du 22 février 2008, Chambre d'agriculture Seine et Marne, 2 pages.

ITAB, 2008. Actes de la journée techniques « Grandes cultures biologiques » : quelle contribution de la recherche face aux obstacles techniques, Paris, 5 février 2008.

ITAB 2003, Journées techniques grandes cultures « quelle contribution de la R&D à l'émergence de filières ? », dossier participant, 69 pages

ITB, 2007. Betterave sucrière : progrès techniques et environnement, 63 pages.

Morison M. et al., 2008., Conduite intégrée du colza d'hiver pour une réduction de l'utilisation des pesticides.

AO MEDD 2004-2007 Programme « Évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides », Rapport final, 64 pages

Mothes S., Vinson C., Les associations blé-pois : quelle faisabilité technique et quels débouchés ? Projet d'ingénieur DAA AGER 2005, Option « pilotage de la qualité dans les filières de production végétale »

ONIGC, 2007. Les cahiers de l'ONIG. Agriculture biologique : statistiques grandes cultures campagne 2005/2006.

Proléa 2007. De la production à la consommation France Europe Monde, Statistiques des oléagineux et protéagineux huiles et protéines végétales 2006/2007. 144 pages.

Schott C. et al, 2007. Dynamiques des systèmes de culture du bassin de la Seine : mise en évidence d'une intensification des pratiques culturales au cours des trois dernières décennies. Rapport du programme PIREN Seine, 61 pages.

Yvergniaux M., 2007. Cultiver des associations céréales protéagineux : des intérêts agronomiques, économiques et environnementaux à découvrir. Mémoire de fin d'études ESA, septembre 2007.

Liens internet

<http://www2.mst.dk/udgiv/publications/2000/87-7944-3/html/> Bichel. Reports from the Sub-committee on Agriculture : 5. Present agricultural production / 8. Alternative methods of controlling and preventing pests / 9. Total phase-out of pesticides in agriculture - 0-scenario / 10. Partial phasing out of pesticides in agriculture / 13. Perspectives and conclusions

http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/agriculture_et_biodiversite_rapport_d_expertise

http://www.agro-transfert-rt.org/IMG/pdf/fiche_houe_rotative-3.pdf

http://www.agro-transfert-rt.org/IMG/pdf/fiche_herse_etrille.pdf

<http://www.itab.asso.fr/publications/fichestechniques.php>

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

A. Données de terrain	I
A1. Agriculture raisonnée : les pratiques d'une vingtaine d'agriculteurs du réseau FARRE.....	I
A2 Le réseau d'expérimentation d'itinéraires techniques intégrés en colza d'hiver.....	IV
A3. Systèmes de culture intégrés dans 8 fermes pilotes en Picardie	VII
A4. Systèmes de culture intégrés dans les fermes en Bourgogne.....	IX
A5. Agriculture biologique : données régionales.....	XII
B. Les matrices des performances technico-économiques, par culture, zone de production et niveau de référence.....	XIII
B1. Matrices des itinéraires techniques par culture et par zone.....	XIII
B2. Matrices des indicateurs calculés à l'échelle « itinéraire technique », par culture et par zone..	XXVIII
B3. Calcul des indicateurs à l'échelle des successions culturales dominantes, par zone du groupe « Scénarios »	XL
B4. Matrices des systèmes de culture 2c issues du prototypage.....	LV
B5. Paramétrage économique retenu	LVI
C. Matrices relatives à l'agriculture biologique	LVII
C1. Matrices de niveau de rupture 3 (échelle ITK).....	LVII
C2. Exemples de matrices agriculture biologique (échelle SdC).....	LXVI
D. Liste des abréviations	LXVII

A. Données de terrain

A1. Agriculture raisonnée : les pratiques d'une vingtaine d'agriculteurs du réseau FARRE

L'agriculture raisonnée est une démarche volontaire de certification des exploitations agricoles définie par un cadre juridique précis depuis 2002. Les premières certifications sont délivrées depuis 2004. En 2008, on compte environ 2800 exploitations qualifiées au titre de l'agriculture raisonnée (toutes productions confondues). Le réseau FARRE (Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement) est une association interprofessionnelle créée en 1993, qui a pour vocation de faire connaître les avantages de l'agriculture raisonnée et de contribuer à sa généralisation.

Nous avons sollicité des agriculteurs membres de ce réseau afin de pouvoir mettre en lumière les spécificités de ce type d'agriculture en termes de traitements phytosanitaires. Volontaires, ils nous ont transmis un historique de leurs pratiques pour les parcelles et les années de leur choix, s'échelonnant de 2005 à 2007, qui nous a permis de calculer l'IFT.

Au final, l'échantillon s'élève à 340 "parcelles-années" fournies par 20 agriculteurs issus de tout le territoire national. La répartition de ces parcelles est la suivante :

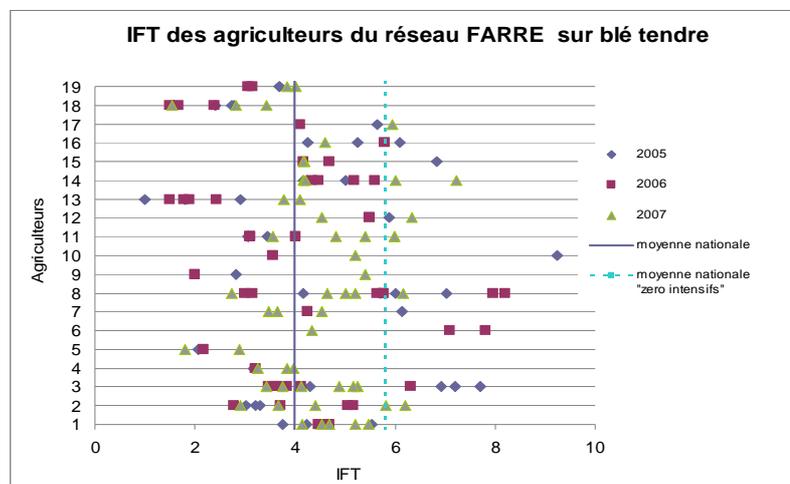
Nombre de parcelles dans la base FARRE selon les années				
Espèce	2005	2006	2007	Sous-total par espèce
Betterave	9	8	8	25
Blé tendre	41	49	54	144
Orge	19	16	15	50
Colza	14	19	25	58
Tournesol	1	2	2	5
Pois de printemps	6	8	7	21
Maïs grain	13	13	9	35
Pomme de Terre	2	4	3	9
Sous-total par année	105	119	123	347

Cet échantillon n'a évidemment pas vocation à être représentatif de l'agriculture raisonnée compte tenu du caractère bénévole et non exhaustif des réponses reçues. Ce travail vise essentiellement à illustrer par quelques exemples les conséquences en termes de recours aux pesticides de la mise en œuvre de raisonnements de traitements sur la base d'observations.

Résultats sur blé tendre et colza

L'analyse porte sur 144 parcelles de blé tendre fournies par 19 agriculteurs, et 58 parcelles de colza fournies par 14 agriculteurs sur 3 campagnes. Les résultats sont présentés dans les graphiques suivants qui mettent en lien pour les 2 cultures la variabilité des IFT selon les parcelles, les années et les agriculteurs. Figurent également sur ces graphiques la moyenne nationale de l'IFT, calculée à partir des données du SCEES 2006, et utilisée comme valeur "repère" caractérisant le niveau moyen des "pratiques actuelles".

Sur blé tendre comme sur colza, la variabilité des traitements pratiqués par les agriculteurs FARRE enquêtés est importante et l'IFT auxquels ils conduisent est très variable. On note ainsi de fortes adaptations des traitements en fonction des années et des parcelles puisque un même agriculteur peut enregistrer des écarts de plus de 5 points d'IFT entre ses parcelles pour une même culture (cas des agriculteurs n°3, 8,10 pour le blé ou n°8 et 13 pour le colza). Au minimum (sauf exception : cas de l'agriculteur n°9 sur colza qui présente une gestion des phytosanitaires à des niveaux identiques), l'écart d'IFT entre parcelles de la même espèce est d'environ 1 point.

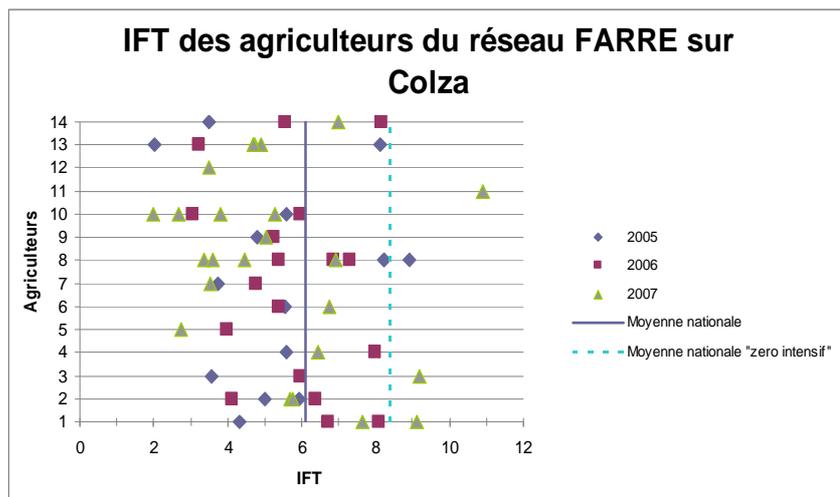


Ces premiers résultats illustrent l'adaptation réelle des pratiques par les agriculteurs selon les années, mais aussi selon les parcelles une même année.

La comparaison des IFT de cet échantillon de parcelles à la moyenne française issue de l'exploitation des données « enquêtes pratiques culturales » du SCEES 2006 (avec les réserves quant au caractère juste illustratif de l'échantillon FARRE) situe cette population dans la moyenne générale (tableau ci-dessous). L'IFT moyen blé sur l'échantillon FARRE est de 4.3, contre un IFT moyen de 4 au niveau national (et 5.8 pour les plus intensifs). Sur colza, il est de 5.5 contre 6.1 au niveau national (et 8.4 pour les plus intensifs). Les pratiques des agriculteurs du réseau FARRE présentent donc des caractéristiques en termes d'IFT moyen très comparables à celles des pratiques moyennes de la ferme France.

En revanche, on observe un recours plus fréquent aux mélanges de produits commerciaux plutôt qu'à des produits commerciaux plus "complets". Ainsi, pour un nombre de passages comparable, les parcelles de blé reçoivent en moyenne 8,5 produits commerciaux dans l'échantillon FARRE contre 5,5 en moyenne nationale (données SCEES 2006). Ce constat traduit une plus grande complexité dans l'application des produits et un souci d'adaptation du choix des substances actives aux bioagresseurs visés.

Les niveaux de rendements obtenus par le groupe d'agriculteurs FARRE sont comparables voire légèrement supérieurs à ceux obtenus, au niveau national, par les 30% de parcelles correspondant à la stratégie "zéro intensif" (voir chapitre 1). Ainsi, les parcelles en blé tendre de l'échantillon FARRE ont un rendement moyen de 76 q/ha, comparable à la moyenne obtenue sur les parcelles du groupe "zéro intensif" en 2006, alors que l'IFT de l'échantillon FARRE est inférieur. De même en colza, les rendements moyens de l'échantillon FARRE sont de 32 q/ha avec un IFT de 5.5 (pour 31 q/ha et un IFT de 6 au niveau national pour le "zéro intensif").



Rendements et IFT moyens comparés pour 3 "populations" : "zéro intensif" correspondant aux 30% des parcelles à plus fort IFT (sources SCEES 2006), "actuel" correspondant à la moyenne de l'ensemble des parcelles SCEES 2006, et "groupe FARRE". Résultats sur blé tendre et colza

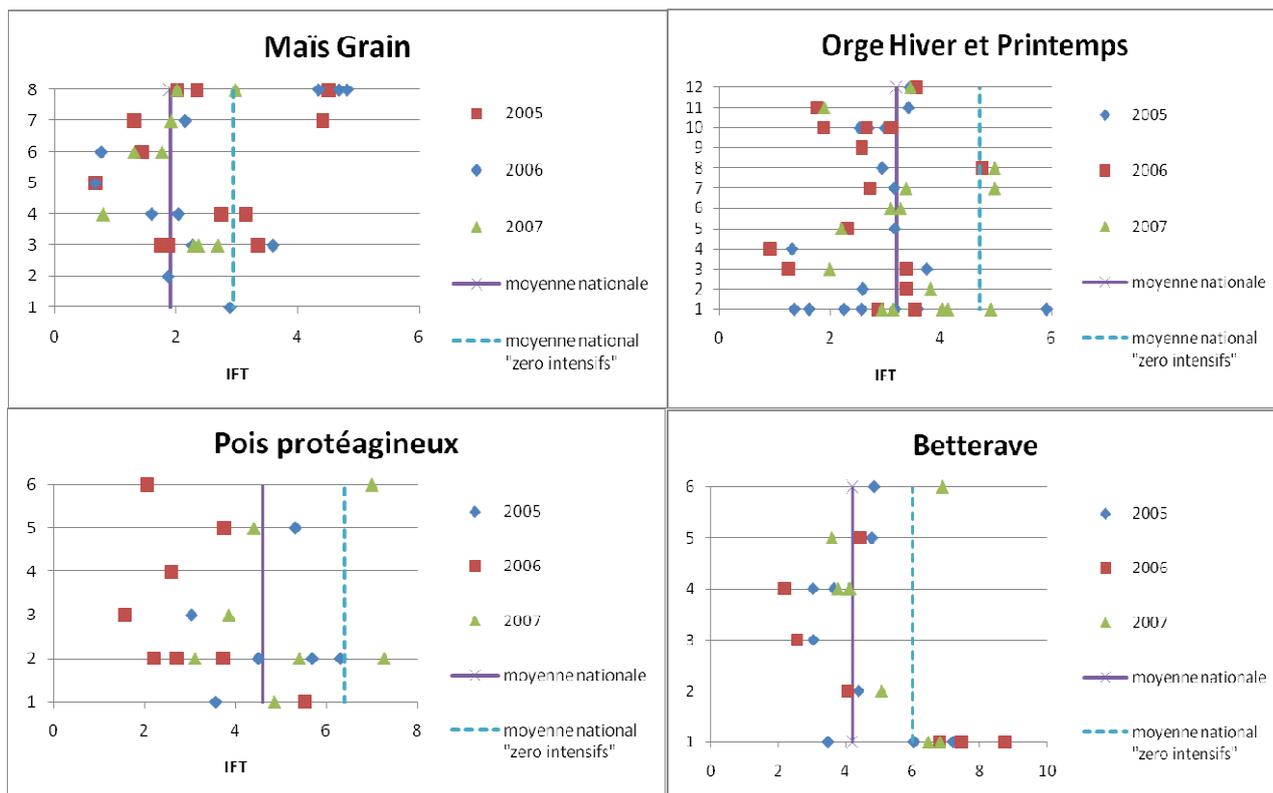
	Rendement blé tendre (q/ha)	IFT blé tendre	Rendement colza (q/ha)	IFT colza
"zéro intensif", échelle nationale, 2006	76	5.8	31	8.4
"actuel", échelle nationale, 2006	72	4	30	6.1
Groupe FARRE ¹⁸	76	4.3	32	5.5

Autrement dit, cette analyse illustre que l'agriculture raisonnée (et les principes qu'elle sous-tend comme le raisonnement des interventions en fonction du contexte pédoclimatique et/ou de pression sanitaire) ne conduit pas forcément à une diminution de l'utilisation des intrants phytosanitaires (en moyenne) par rapport au niveau actuel. Elle conduit toutefois à une diminution de l'utilisation moyenne par rapport aux 30% les plus intensifs, tout en restant sur des niveaux de rendement comparables à ces intensifs.

Résultats sur les autres cultures

Les résultats obtenus pour les autres cultures enquêtées sont présentés sans commentaires dans les graphiques suivants. Ils vont dans le sens de ceux discutés sur blé et colza et confirment la très grande variabilité de pratiques selon les années et les parcelles.

¹⁸ Moyenne de rendement et d'IFT calculée sur l'ensemble des parcelles 2005/2007 : ce choix, qui conduit à de très faibles variations / 2006 seule, permet d'augmenter le nombre de parcelles prises en compte.



Remerciements : nous tenons à remercier les 20 agriculteurs qui ont accepté de participer à ce travail, ainsi que l'équipe animatrice du réseau Farre pour le travail de collecte des données.

A2 Le réseau d'expérimentation d'itinéraires techniques intégrés en colza d'hiver

Les résultats d'essais de mise en œuvre d'itinéraires techniques intégrés présentés et discutés dans le rapport (section 2.3.1.4.) ont été acquis dans le cadre de ce réseau "colza".

La constitution du réseau

Suite à des recherches menées sur colza entre 1997 et 2004, un travail de modélisation des effets des pratiques culturales sur les relations peuplement / phoma / mauvaises herbes a été entrepris. Il a conduit à la conception d'un modèle, "OMEGA sys" (Valantin-Morison, 2007), dont l'évaluation nécessitait de tester un certain nombre d'itinéraires techniques intégrés, dans différentes conditions de milieu.

Les premiers essais ont été menés en stations expérimentales INRA et Cetiom en 2005 et 2006, en Ile de France, dans le centre et l'ouest de la France. Dans ces essais expérimentaux, plusieurs modalités d'implantation (date et densité de semis, travail du sol, écartement) de la culture étaient testées, et pour chaque modalité, un témoin "traité – potentiel" était mis en place à côté d'un test "conduite intégrée" pour lequel les passages herbicides et fongicides automne étaient raisonnées selon les règles de décision.

Ce n'est qu'en 2006 et surtout en 2007 et 2008 que des tests ont été réalisés en parcelles agricoles, avec l'aide des Chambres d'agriculture. Pour ces essais, un seul itinéraire technique dit "intégré", choisi en fonction des conditions de milieu, était mis en place par parcelle. Il combinait des règles de décision sur l'implantation (travail du sol, date densité de semis, variété) et des règles de décision en cours de cycle pour les passages de fongicides et herbicides mais aussi molluscicides et insecticides, ce qui était nouveau par rapport aux essais de 2005 et 2006.

Afin d'aller plus loin dans l'élaboration d'itinéraires techniques intégrés et le test en parcelles agricoles, un projet de Casdar a été accepté dans l'appel d'offre de cette année (Picoblé).

Les essais réalisés

Des essais ont été réalisés dans 10 départements français appartenant à 6 régions : Ile de France (réseau suivi par l'INRA ; stations expérimentales à Versailles et Grignon , Seine et Marne; 2004-2007), Normandie (Eure, réseau suivi par l'INRA et la Chambre d'Agriculture (CA) Parcelles agricoles ; 2004-2007), Picardie (Somme et Oise, réseau suivi par l'INRA et la CA Parcelles agricoles ; 2005-2007), Centre (Cher et Indre, réseau suivi par le CETIOM Parcelles agricoles ; 2004-2006) et Poitou-Charentes (Deux-Sèvres et Charente, réseau suivi par le CETIOM et la CA Parcelles agricoles ; 2004-2007) et Champagne-Ardenne (CA entre 2006 et 2008).

Les itinéraires techniques intégrés ont été testés dans un dispositif en bandes de 24 m minimum sans répétition des traitements. Dans chaque expérimentation, une bande était traitée de manière systématique en traitement s'assurance afin d'éviter les contaminations de phoma, de mauvaises herbes, pour servir de témoin. Le tableau suivant présente les itinéraires techniques intégrés qui ont été testés, dans différents contextes (disponibilité en azote à l'automne, et possibilité ou non de labourer).

Ces essais permettent principalement d'évaluer des itinéraires techniques qui visaient à réduire l'utilisation d'herbicides et de fongicides. Si quelques essais en agriculture biologique fournissent des références techniques sur les effets de pratiques culturales qui réduiraient l'utilisation d'insecticides d'automne, les références sont encore insuffisantes pour évaluer les performances d'itinéraires techniques réduisant les utilisations d'insecticides et de fongicides de printemps.

Les itinéraires techniques intégrés en colza d'hiver

Codes des essais	Conditions de mise en œuvre	Objectifs	Pratiques culturales
SP*.L.e.N+	Sol riche en azote Labour possible	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser la croissance du colza pour étouffer les adventices. Contrôler le phoma, qui risque d'être favorisé par la croissance du colza, avec une lutte chimique raisonnée 	<ul style="list-style-type: none"> Labour Semis précoce avec faible écartement Pas de désherbage en prélevée RDD : Si la densité de mauvaises herbes est supérieure à celle du colza, désherbage de post levée en favorisant le désherbage mécanique Traitement phoma raisonné si le top PV est dépassé Variété TPS et à faible élancement
SN.L.E.N+/N-	Sol riche en azote ou pas Labour possible	<ul style="list-style-type: none"> Freiner la croissance du colza pour réduire le risque d'élancement et donc de phoma, mais garder la possibilité d'une lutte chimique si besoin Limiter l'emploi d'herbicide avec un désherbage mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> Labour Semis en fin de période optimale avec grand écartement Pas de Désherbage en prélevée RDD : Si la densité de mauvaises herbes est supérieure à celle du colza, désherbage de post levée en favorisant le désherbage mécanique Traitement phoma raisonné si le top PV est dépassé Variété PS ou TPS
ST.L.E.N-	Sol pauvre en azote Labour possible	<ul style="list-style-type: none"> Eviter la levée de certaines flores adventices estivales par un semis tardif Limiter l'emploi d'herbicide avec un désherbage mécanique Contrôler le phoma, qui risque d'être favorisé le semis tardif, avec une lutte chimique raisonnée 	<ul style="list-style-type: none"> Labour Semis en fin de période optimale avec grand écartement Désherbage en prélevée RDD : Si la densité de mauvaises herbes est supérieure à celle du colza, désherbage de post levée en favorisant le désherbage mécanique Traitement phoma raisonné si le top PV est dépassé Variété PS ou TPS
SP.NL.E.N+	Sol riche en azote Labour impossible	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser la croissance du colza pour étouffer les adventices Limiter l'emploi d'herbicide avec un désherbage mécanique dans un contexte de non labour qui est favorable aux repousses et aux graminées estivales Contrôler le phoma, qui risque d'être favorisé par la croissance du colza, avec une lutte chimique raisonnée 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de labour Semis précoce avec grand écartement Pas de désherbage en prélevée RDD : Si la densité de mauvaises herbes est supérieure à celle du colza, désherbage de post levée en favorisant le désherbage mécanique Traitement phoma raisonné si le top PV est dépassé Variété TPS et à faible élancement
SN.NL.E.N-	Sol pauvre en azote Labour impossible	<ul style="list-style-type: none"> Limiter l'emploi d'herbicide avec un désherbage mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de labour Semis en période optimale avec grand écartement Désherbage en prélevée RDD : Si la densité de mauvaises herbes est supérieure à celle du colza, désherbage de post levée en favorisant le désherbage mécanique Eviter le désherbage chimique en post-levée Traitement phoma raisonné si le top PV est dépassé Variété PS ou TPS

* L : labour ; NL : non labour ; SP : semis précoce (10/08) ; SN : semis normal (25/08) ; ST : semis tardif (après 10/09) ; e : faible écartement (12 ou 17 cm) ; E : fort écartement (> 24 cm) ; PS, TPS : peu sensible très peu sensible au phoma. RDD : règle de décision

Tableau – Bilan des essais itinéraires techniques (ITK) colza récoltés entre 2005 et 2008. 1ITK= 1 bande avec un des itk décrit plus haut en témoin traité ou conduit selon la logique intégrée

Site	Commune	Essai	2005	2006	2007	2008
78	Versailles	Inra-Versailles	12 ITK	12 ITK	12 ITK	
	Grignon	Inra-Grignon		12 ITK		
17	Loiré sur Nie	CA-17			2 ITK	
27	Coudres	CA-27	6 ITK	3 ITK	2 ITK	(Pas récolté)
51	Somme Tourbe	CA-51			2 ITK	2 ITK
	St Rémy sur Bussy	CA51			2 ITK	2 ITK
60	Bailleul le Soc	CA-60			2 ITK	2 ITK
	Rosoy en multien	CA-60			2 ITK	
	Trocy en multien	CA-60			2 ITK	
77	Pézarches / Brie comte Robert	CA-77			Pézarches : 2 ITK	BCR : 2 ITK
	Marolles sur seine / Poigny	CA-77			Marolles : 2 ITK	Poigny : 2 ITK
80	Ham	CA-80		6 ITK		
89	Dollot	CA-89			2 ITK	2 ITK
36	St Florent sur Cher	Cetiom	36012 : 6 ITK	7029 : 12 ITK		
	St Florent sur Cher	Cetiom	36013 : 6 ITK	3036 : 4 ITK		
	St Florent sur Cher	Cetiom	36011 : 6 ITK	3037 : 4 ITK		
18	St Florent sur Cher	Cetiom	18014 : 6 ITK			
17	Surgères	Cetiom	17025 : 6 ITK			
			79026 ?			
Total			8 42 ITK	7 53 ITK	11 32 ITK	6 12 ITK
						32 essais

A3. Systèmes de culture intégrés dans 8 fermes pilotes en Picardie¹⁹

Un programme « systèmes de culture intégrés » animé en Picardie par Agro-Transfert Ressources et Territoires a été initié en 2003 pour faire suite au programme « protection intégrée du blé ». Ce passage de l'échelle de l'itinéraire technique au système de culture a pour ambition de réduire davantage l'azote et les pesticides en utilisant un ensemble de moyens agronomiques préventifs des adventices, maladies et insectes.

Huit agriculteurs volontaires avec une bonne technicité, participent à ce programme depuis 2003. Les fermes représentent une grande diversité de situations : elles sont de type polyculture avec en moyenne 15% de la SAU en betterave, pour une surface comprise entre 130 et 240 hectares. Les principales successions de cultures sont de type Betterave - blé - pois [ou colza] - blé - blé [ou orge]. En terres à plus faible potentiel, c'est la succession Colza - blé - blé [ou escourgeon] qui domine. Le parcellaire des exploitations est groupé dans la moitié des cas et dispersé dans l'autre, avec des parcelles parfois éloignées de 20 km. Les terres sont à bon potentiel de rendement dans 67% des cas (limons) et plus faible dans 33% des cas (sables, cranettes, etc...). Parmi les fermes, 2 possèdent un atelier d'élevage (un élevage ovin et un de bovins-lait) et 4 autres ont une activité complémentaire (2 en diversification, 1 en gîte rural et 2 une double activité).

Une analyse à mi-parcours des résultats obtenus permet de faire le bilan des progrès et les points à améliorer sur les aspects agronomiques, environnementaux (pesticides et azote notamment) et économiques.

Résultats agronomiques

Réduction significative des impacts négatifs sur l'environnement

La réduction de la balance d'azote de 18 kg N / ha est le premier élément de réduction des impacts négatifs sur le milieu. Pour les pesticides, la quantité moyenne de matière active épanchée (IQM) a été réduite significativement de 36% entre 2002 et 2006, soit une baisse moyenne de 31% du nombre de doses homologuées (IFT). En 2007, en raison des conditions climatiques, cette baisse d'IFT est limitée à 22%. Il faut souligner que l'usage des pesticides des 8 fermes est dès 2002, inférieur aux références régionales : l'IFT moyen est de 4.5, glyphosate compris, contre 6.6 en Picardie.

Quatre ans plus tard, la réduction d'usage des phytosanitaires est de l'ordre de 50% en 2006, par rapport aux références régionales (IFT). L'IFT moyen des fermes est de 2.9 en 2006 et 3.5 en 2007, contre 6.6 pour la référence (somme des IFT herbicides et autres phytosanitaires).

Le tableau ci-dessous illustre ces variations d'IFT des exploitations sur les principales cultures (blé, betterave, colza, orge de printemps), qui représentent un peu plus de 80% de la SAU.

Evolution des IFT moyens des exploitations entre 2002 (année de référence) et 2007 (dernière année disponible) pour les 4 principales cultures présentes dans les 8 fermes

IFT*	Exploitation		Blé tendre		Betterave		Colza		Orge de printemps	
	H**	Autres phytos	H	Autres phytos	H	Autres phytos	H	Autres phytos	H	Autres phytos
2002	2.14	2.41	2.11	2.66	3.56	2.28	1.36	2.45	1.22	2.10
2006	1.75	1.04	1.85	1.02	2.26	0.65	1.55	2.62	0.95	0.62
2007	1.85	1.56	2.10	1.56	2.71	1.55	1.59	1.26	0.97	1.27
Surface 2002	100%		50%		19%		8%		5%	
Surface 2007	100%		43%		15%		10%		14%	

* Pour obtenir l'IFT par culture, additionner l'IFT herbicide (H) et l'IFT autres pesticides ; ** glyphosate d'interculture inclus

Cette baisse d'IFT est expliquée par une très forte réduction d'usage des fongicides, insecticides et régulateurs de croissance. La réduction d'usage des herbicides n'est que de 5 à 10% et peu différente de la référence d'IFT régionale (1.9 doses d'herbicides). L'augmentation légère de l'IFT herbicide en 2007 est liée à l'hiver doux et au printemps pluvieux (mai-juin) 2006-2007, favorable à la croissance des adventices et interdisant le désherbage mécanique. L'augmentation des surfaces des cultures à plus faible IFT herbicide comme l'orge de printemps a composé la hausse en blé et en betterave.

L'analyse agronomique montre que la gestion des adventices est l'aspect le plus difficile à mettre en œuvre. Des stratégies de désherbage plus économes en herbicides ont été proposées et testées avec l'appui de 4 des 8 agriculteurs. Elles reposent sur des techniques de désherbage mécanique et le retard de date de semis en blé. Mais les freins au développement de ces méthodes

¹⁹ Ce projet est mis en œuvre par Agro-Transfert dans le cadre d'un réseau de 8 fermes pilotes volontaires en partenariat avec les Chambres d'Agriculture, Agro-Transfert, le CETIOM, l'ITB et l'INRA. Travaux réalisés avec le concours financier du Conseil Régional de Picardie et les Agences de l'Eau Artois-Picardie et Seine-Normandie.

agronomiques sont variés : conditions climatiques (pluie) et contraintes organisationnelles ont limité en 2007 le recours au déchaumage, au retard de date semis en blé et au désherbage mécanique.

Les agriculteurs doivent par ailleurs s'approprier ces nouvelles stratégies, nécessitant un apprentissage par l'expérience.

La gestion des maladies, des ravageurs et de la verse est incontestablement le point fort avec le développement des itinéraires intégrés sur quasiment toute la sole de blé. En 2007, 77% des parcelles étaient cultivées avec des semis clairs et des variétés rustiques ; le reste étant concerné par du blé sur blé ou des contrats spécifiques avec des variétés plus sensibles aux maladies et à la verse. Le fait marquant est également la diminution des surfaces en blé sur blé (de 15 à 5% entre 2002 et 2007), par l'introduction progressive notamment de cultures de printemps (orge de printemps, tournesol) dans la succession de cultures.

En 2006 les 8 fermes ont un IFT fongicide sur blé de 1.1 contre 1.8 dans la référence régionale. Les parcelles « régulées » des huit fermes représentent seulement 27% du total en 2006 et 10% en 2007.

Pour les autres cultures, le développement des conduites innovantes est en cours d'acquisition avec une baisse globale d'usage des pesticides, qui se traduit par une baisse d'IFT.

La gestion de l'azote est un autre point fort. Les fermes ont généralisé l'utilisation de techniques de pilotage de la fertilisation azotée qui ont permis de réduire la balance azotée d'un excédent de +28u N/ha en 2002 à +10 en 2006 (engrais organiques inclus). En 2007, les rendements globalement plus faibles ont généré une hausse de l'excédent, qui est cependant restée à 5 kg N en dessous de 2002.

Impact économique de la mise en œuvre de la production intégrée

Le développement de la production intégrée dans les 8 fermes a permis une réduction forte des intrants, qui compense pour le moment la hausse des charges de mécanisation. Entre 2002 et 2006, les charges en pesticides toutes cultures confondues ont été réduites de 25%, soit -35 €/ha. En 2007, les conditions climatiques défavorables ont conduit à une hausse d'usage des pesticides, limitant cette baisse à 16% par rapport à 2002 ; la marge brute et la marge directe ont été maintenues sur blé, comparativement à des références d'enquêtes de groupes aux pratiques plus intensives.

Conclusion et perspectives

A mi-projet, la mise en œuvre de moyens agronomiques par les 8 fermes concerne plutôt les itinéraires techniques que le système de culture. Mais les agriculteurs ont commencé à agir sur le système en diversifiant leur assolement. Ce processus s'explique par une appropriation plus facile des techniques dont l'effet est à l'échelle de l'année, et d'un recul plus grand sur ces techniques. A contrario, les techniques mobilisables à l'échelle du système de culture nécessitent du temps : il y a moins de recul sur les effets agronomiques de ces techniques et leur impact sur l'organisation des travaux dans les exploitations agricoles.

Les 8 fermes ont démontré qu'il est possible de réduire l'utilisation des pesticides (hors herbicides) et de l'azote, en partant d'un niveau d'utilisation déjà modéré, sans affecter la marge brute. Cette expérience montre aussi que la réduction d'usage des pesticides est possible aux conditions suivantes :

- Continuer à développer l'usage de moyens agronomiques réprimant les bio-agresseurs
- Agir au niveau du système de culture : user de leviers tels que le choix de variétés, de densités de semis, de faux semis, de successions de cultures appropriées en fonction des bio-agresseurs potentiellement présents
- Former les agriculteurs et leurs prescripteurs : c'est l'acquisition de savoirs nouveaux qui facilite le changement
- Prendre en compte le temps nécessaire aux changements, l'acquisition d'un savoir-faire nouveau
- Prendre en compte tous les enjeux au niveau de l'exploitation (objectifs économiques, potentiel agronomique, environnement économique et social).

A4. Systèmes de culture intégrés dans les fermes en Bourgogne

Le programme "Plus d'agronomie, Moins d'intrants – Recherche de systèmes de culture innovants vers une agriculture durable"²⁰, mis en place à l'automne 2003 a pour objectif d'étudier la faisabilité de mise en œuvre de systèmes de culture intégrés co-construits avec des agriculteurs et testés sur leurs exploitations dans différentes situations pédoclimatiques.

A partir des enjeux environnementaux locaux, les agriculteurs et les conseillers agricoles ont défini les objectifs visés et co-construit des systèmes de culture prometteurs, à tester au champ. Sur chaque site, le protocole élaboré intègre la rotation et les règles de décisions pour la conduite du système de culture et des cultures. Les 4 sites d'expérimentation qui ont démarré à l'automne 2003 ont été mis en place sur 4 à 11 parcelles de chacune des exploitations, pour une durée de 5 à 14 ans. Le programme régional "Plus d'agronomie, Moins d'intrants" compte au total aujourd'hui 14 sites d'expérimentation. Concernant la prise de risque, en particulier au niveau économique, il est à noter qu'aucun dispositif d'indemnisation n'a pu être mis en œuvre dans le cadre du programme régional.

A l'issue des 3 premières années de test au champ, une évaluation multicritère au niveau agronomique, environnemental, social et économique a été réalisée sur ces 4 sites. Cette évaluation a permis d'apprécier les performances des systèmes de culture testés et leur faisabilité sur les campagnes 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 par rapport au diagnostic initial réalisé sur les campagnes 1999-2000, 2000-2001, 2001-2002.

Présentation des sites expérimentaux étudiés

Site	Caractéristiques principales	SdC référence	SdC testé
Demigny (71) Chalonnais	Limons battants hydromorphes - Non labour Semis simplifié	Maïs-Blé	Maïs-Soja-Blé-Colza-Blé
Champcevrains (89) Puisaye	Limons profonds battants - Arrêt du labour en 2004 Problèmes de gestion des adventices et maladies	Colza-Blé	Pois-Colza-Blé-Triticale-Tournesol-Blé
Lézennes (89) Plateaux de Bourgogne	Argilo-calcaires superficiels - Non labour depuis 2000 Problèmes de gestion des adventices	Colza-Blé-Orge d'hiver	Colza-Blé-Tournesol-Blé-(Orge P./Orge H./ Pois P)
Tart-le-Bas (21) Plaine de Dijon	Argilo-limoneux profonds (alluvions)	Betterave-Blé-Orge de printemps	3 Luzerne-Blé-Betterave-Blé-Tournesol- Orge H-Betterave-Blé-Pois P-Blé- Tournesol-Orge H

L'évaluation à mi-parcours après 3 années d'expérimentation montre des résultats encourageants au niveau agronomique, environnemental, social et économique, qui demanderont à être confirmés sur au moins un cycle de la rotation. Les résultats présentés ci-dessous sont issus de 3 années d'expérimentation et ont été extrapolés à l'échelle du système de culture pour l'évaluer dans son intégralité.

Des modifications de pratiques et des objectifs de rendements atteints

Les règles de décisions du protocole ont globalement été respectées. Certaines règles de décision, souvent pluriannuelles et d'ordre stratégique, ont été adoptées progressivement.

Au niveau agronomique, tous sites confondus et en moyenne sur les 3 années d'expérimentation, les objectifs de rendement définis (rendement moyen des 5 dernières campagnes, soit – 5% par rapport au rendement visé en agriculture raisonnée) sont atteints. Aucune chute de rendement importante n'a été constatée. Par rapport au système de référence, une perte de 5% de rendement en blé et pour les autres cultures est observée conformément aux objectifs fixés.

Au niveau social par rapport au temps de travail, des gains de temps ont été observés dans la plupart des systèmes étudiés. Ceci s'explique par la diminution du nombre de passages (temps d'observation non pris en compte), sauf à Lézennes en raison du développement des faux semis, et également par des modifications de pratiques (arrêt du labour, modification d'itinéraires techniques, introduction de cultures moins consommatrices en temps).

²⁰ Ce projet est conduit par les Chambres d'Agriculture de Bourgogne et le lycée agricole Olivier de Serres de Dijon-Quétigny, l'INRA, les instituts techniques (CETIOM, ARVALIS, ITB), la DRAF- SRPV et l'ENESAD. Ces travaux sont réalisés avec le concours financier du Conseil Régional de Bourgogne, des Agences de l'Eau (Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie), du CASDAR (Compte d'Affectation spéciale Développement Agricole et Rural), l'Union Européenne, et des Chambres d'Agriculture.

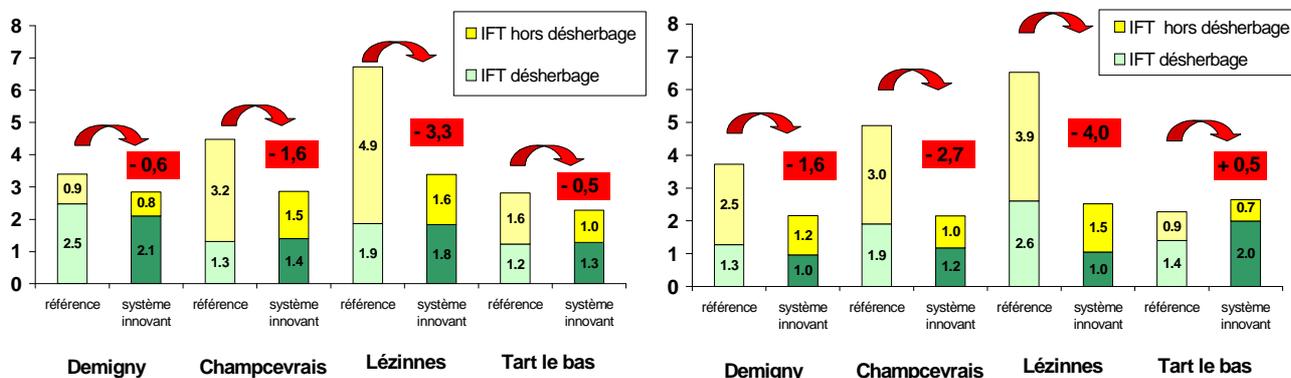
Une réduction nette de l'utilisation des pesticides

La quantité moyenne de matières actives épandues a baissé en moyenne de 800 g/ha (soit -28%) avec la mise en place des systèmes intégrés.

Le nombre de doses homologuées (ou IFT = Indice de fréquence de traitement) est passé de 4,4 à 2,8 (soit une baisse 35 %). Ces valeurs d'IFT des systèmes de culture testés apparaissent inférieures aux références régionales 2006, de l'ordre de 5,77 pour la Bourgogne. La diminution de l'IFT dans la totalité des sites expérimentaux s'explique par : ① la suppression de traitements autres qu'herbicides, ② l'effet système de culture avec l'introduction de cultures ayant des conduites à bas niveaux d'intrants phytosanitaires comme le triticale ou la luzerne et, dans une moindre mesure, le tournesol. Toutefois, l'introduction de cultures comme le soja ou le pois protéagineux d'hiver ou de printemps est peu favorable en raison de leur IFT supérieur à celui du blé.

L'IFT herbicides a peu évolué dans les systèmes testés. Si certaines pratiques permettent d'améliorer la pression herbicide, comme le recours au faux semis, le binage du tournesol sur 1 site, l'introduction de la luzerne, ou encore la substitution de produits phytosanitaires par de nouvelles molécules utilisées à faible dose (sulfonylurées sur blé et herbicides de post levée sur maïs), d'autres modifications du système dégradent l'indicateur IFT herbicide. En effet, la suppression du labour dans certains systèmes testés se traduit par une utilisation plus importante de glyphosate. De plus, le choix d'herbicide ayant un meilleur profil environnemental (évalué selon l'indicateur lphy de l'INRA) se traduit parfois in fine par une augmentation de l'IFT (par exemple, sur colza : la substitution du colzor trio par 2 produits Tréflan + Novall).

Evolution des IFT* moyens des sites expérimentaux



Toutes cultures confondues Blé seul

Si on s'attache plus précisément à la culture du blé qui représente 28 à 40% de la sole dans les systèmes innovants testés, il apparaît que le gain d'IFT sur cette culture est important, en moyenne proche de 2, mais variable. Ceci s'explique par le fait que, sur cette culture, il est aisé de supprimer les régulateurs et l'équivalent d'un fongicide, sur tous les sites. En système innovant, l'IFT hors herbicide varie de 0,7 à 1,5, correspondant pratiquement à un passage de fongicide proche de la dose homologuée. L'évolution de l'IFT en matière d'herbicides est très nuancée et très variable entre sites.

L'iphy (méthode Indigo de l'INRA Colmar) sur les systèmes de culture testés est également amélioré, même si le niveau de 7 recommandé en agriculture intégrée n'est pas atteint, avec une moyenne de 6 contre 4,25 pour les systèmes de référence. Ceci s'explique grâce à l'effet du système de culture, aux évolutions de pratiques, notamment les impasses, l'arrêt d'utilisation de certaines molécules ayant un profil environnemental médiocre ou encore la substitution par de nouvelles molécules ayant un meilleur profil environnemental.

Evaluation de la durabilité économique

Le calcul des charges opérationnelles est réalisé à prix constant basé sur un index des prix de la campagne 2005.

La mise en place de l'agriculture intégrée permet de limiter les charges en intrants (semences, pesticides et engrais) de 93 €/ha en moyenne (50 à 139 €/ha selon les sites) et parfois les charges de mécanisation grâce à la suppression de passages de pulvérisateurs et l'arrêt du labour.

La viabilité économique des systèmes a été évaluée avec 2 hypothèses de prix de vente des produits.

En hypothèse de prix bas (blé à 100 €/t), les marges nettes des systèmes innovants sont meilleures que les systèmes raisonnés classiques pour les 4 sites d'expérimentation. La réduction des charges compense intégralement la baisse des produits liés à l'introduction de cultures moins rémunératrices dans la rotation et à la légère baisse des rendements.

En hypothèse de prix de vente à la hausse (blé à 160 €/T), la performance économique des systèmes intégrés est bonne et à la hausse par rapport à l'hypothèse de prix bas ; toutefois, elle reste inférieure aux systèmes de référence (avec en moyenne, - 130 €/ha de marge nette).

Cette moins bonne performance des systèmes innovants dans un contexte économique de prix hauts est principalement due à l'allongement de la rotation et à la présence de cultures à plus faible marge (pois, tournesol, soja). En système innovant sur le blé, il faut noter que la perte de rendement, et donc de produit, est encore totalement compensée par les charges opérationnelles plus faibles.

Conclusion et perspectives

La mise en place de systèmes de culture prometteurs par rapport aux enjeux locaux en vraie grandeur chez des agriculteurs volontaires montre que les changements de pratiques et de façons de travailler sont progressives : "on ne change pas tout en un an...". Ce travail à l'échelle du système de culture induit de passer de l'application de «recettes» au niveau de l'itinéraire technique à un raisonnement global à l'échelle du système de culture.

Par rapport aux pesticides, s'il paraît envisageable de faire diminuer nettement et rapidement les traitements fongicides, régulateurs, voire insecticides, les herbicides posent plus de problèmes sur le terrain. La rotation, le travail du sol avant le semis, la date et la dose de semis peuvent contribuer à limiter le développement des adventices mais risquent de ne pas pouvoir permettre la suppression des herbicides dans un grand nombre de cas. La piste du désherbage mécanique avec l'utilisation de matériel spécifique de type herse étrille, houes rotatives, bineuse... dans des conditions adéquates est à développer. Toutefois, ce type de matériel n'existe pas ou très peu aujourd'hui sur les exploitations conventionnelles de grandes cultures. Son acquisition et sa maîtrise (stade, conditions d'intervention et réglages) nécessiteront plusieurs années et un accompagnement technique.

Ces résultats seront à conforter dans la suite de l'expérimentation sur la durée d'au moins une rotation et dans les 10 autres sites d'expérimentation suivis au niveau régional. Ces expérimentations feront partie du réseau d'expérimentation "système de culture innovant" du RMT²¹ Systèmes de culture innovants - en cours de mise en place en 2008.

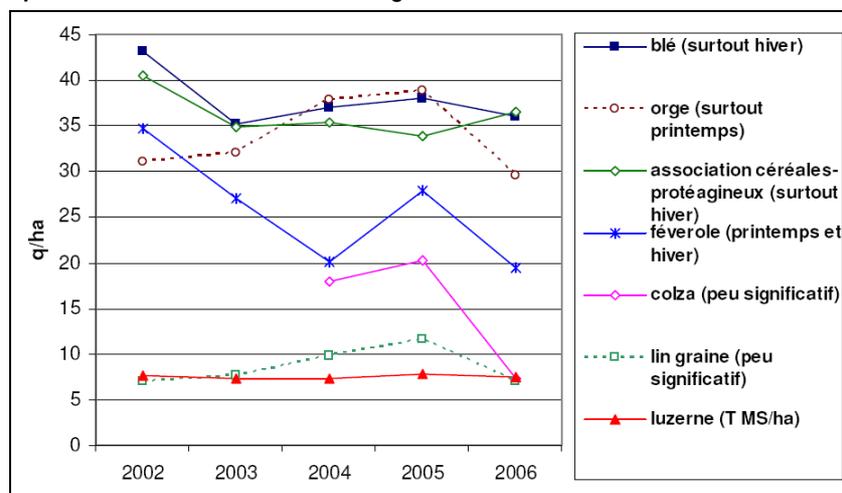
Bibliographie

Briard L., 2007. *Plus d'Agronomie, Moins d'Intrants – Evaluation multicritère de systèmes de culture intégrés testés en Bourgogne, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne. Mémoire de fin d'études d'ingénieur ENITA Clermont-Ferrand, 43 p.*

²¹ Réseau Mixte Technologique

A5. Agriculture biologique : données régionales

Exemple d'évolution des rendements en grandes cultures bio de 2002 à 2006 dans l'Eure

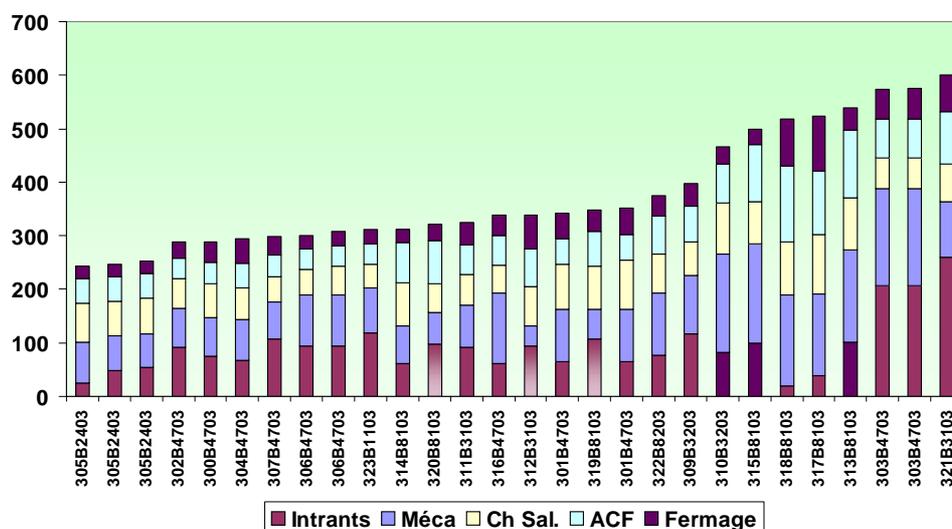


Rendement Midi Pyrénées comparaison bio/conventionnel (source AgriBio Union 2003)

		Rendement bio (q/ha)	Rendement conventionnel (q/ha)	Ecart moyen de rendement en % du conventionnel
Blé tendre	Année moyenne / 2003	35 / 30	63 / 60	44 / 50
Triticale	Année moyenne / 2003	34 / 27	NR	
Soja irrigué	Année moyenne / 2003	28 / 25	30 / 29	7 / 14
Soja sec	Année moyenne / 2003	24 / 15	NR	
Tournesol	Année moyenne / 2003	19 / 17	27 / 26	30 / 35
Féverole	Année moyenne / 2003	20 / 11	25 / 15	20 / 27
Lentille	Année moyenne / 2003	11 / 10	NR	

NR : Non Renseigné

Cumul des charges (en euros/tonne) blé tendre Midi Pyrénée 2003



B. Les matrices des performances technico-économiques, par culture, zone de production et niveau de référence

B1. Matrices des itinéraires techniques par culture et par zone

BLE TENDRE

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) Ensemble des parcelles SCEES 2006	Intensif (niveau 0) Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7 ^{ème} décile	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a			
ZONE 1 Basse-Normandie Bourgogne Champagne-Ardenne Haute-Normandie Ile de France Nord Pas de Calais Picardie	Rendement	77.8 (12.6)	81,4 (11,4)	81	Un peu inférieur à intensif	73	-9%/raisonné en moyenne (de -5 à -20%)	73	Idem 2a
	IFT _{total}	4.9 (0.8)	6,8 (1,1)	4.9	Expertise / conseils CA	2.6		2.1	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.6)	1.9 (0.8)	1.8	1 désherbage Automne 2 années sur 3 à 3 années sur 4 t un rattrapage de printemps systématique	1.4	1 ttt automne 1 an sur 4 + 1 rattrapage de printemps + 1 Dge méca 1 an sur 2 Effet date de semis essentiellement	1.2	1 pleine dose de printemps + 1 rattrapage éventuel (non labour)
	IFT _{fongicides}	1.9 (0.7)	2.5 (0.8)	1.6	2 passages à 0.5-0.6 IFT et un 3 ^{ème} passage 1 an sur 3	0.8	1 ttt à 80% de la dose (Semis tardif, choix variétal, N réduit)	0.6	1 ttt mi-dose à 80% selon les années
	IFT _{insecticides}	0.4 (0.5)	0.9 (0.8)	0.6	1 traitement automne 1 an sur 3 et 1 traitement épis 1 an sur 2 à 4	0.2	1 insecticide 2 ans/10 (cas rares d'insecticides automne (date semis) + raisonnement strict au printemps (variétés plus précoces)	0.2	Idem 2a
	IFT _{autre}	1.1 (0.6)	1.5 (0.6)	0.9	1 régulateur un an sur 2 suivant les régions et 1 antilimaces 1 an sur 6	0.2	Pas de régulateur sauf hiver doux (N réduit, faible densité, Semis tardif)	0.1	Régulateur inutile 1 antilimace 1 an sur 10
Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvérisation : 5.5 Engrais M : 3.1 (172 U) Engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvérisation : 7.6 Engrais M : 3.1 (183 U) Engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.3 Pulvé : 5.5 Engrais M : 2.6 (170 N) Engrais O : 0 Dge méca : 0	Shunt du 1er apport N 1 an sur 2 (sols profonds avec RSH pouvant être importants)	Labour : 0.6 W superf : 2.9 Pulvé : 3.1 Engrais M : 2.1 (158 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0.5	Shunt du 1er apport N dans 90% des cas Herse 1 an sur 2	Labour : 0.25 W superf : 3.3 Pulvé : 2.3 Engrais M : 2.1 (158U) Engrais O : 0 Dge méca : 0.5	Labour juste devant précédents pluriannuels (luzerne) ou PdT, Betterave certaines années...) Shunt du 1er apport N ds 90% des cas Dge méca 1 an sur 2 (années humides où impossible)	
ZONE 2 Bretagne Centre Franche-Comté Pays de Loire Poitou-Charentes	Rendement	68.1 (11.5)	72,8 (10,8)	71	Un peu inférieur à intensif	65	-9%/raisonné en moyenne (de -5 à -20%)	65	Idem 2a
	IFT _{total}	3,5 (0,7)	5,2 (1,1)	4,1	Expertise / conseils CA	2,4		2	
	IFT _{herbicides}	1,3 (0,5)	1,6 (0,7)	1,6	1 désherbage Automne 2 années sur 3 et un rattrapage de printemps systématique	1,2	Faux-semis + 1 ttt automne 1 an sur 3 + 1 chimique printemps Dge méca 1 an sur 2 Effet date semis	1	Faux-semis + 1 ttt printemps Dge méca 1 an sur 2
	IFT _{fongicides}	1,6 (0,6)	2,1 (0,6)	1,3	2 passages à 0,5 IFT et un 3 ^{ème} passage 1 an sur 3	0,8	1 ttt à 80% de la dose (Semis tardif, choix variétal, N réduit)	0,6	1 ttt mi-dose à 80% selon les années
	IFT _{insecticides}	0,3 (0,4)	0,6 (0,7)	0,5	1 insecticide automne 1 an sur 3 + 1 insecticide printemps 1 an sur 5	0,2	1 insecticide 2 ans sur 10	0,2	Idem 2a
	IFT _{autre}	0,4 (0,4)	0,9 (0,6)	0,7	1 régulateur un an sur 2 suivant les régions et 1 antilimaces 1 an sur 5	0,2	Régulateur et ou antilimaces occasionnels (surtout en limons de bretagne, PdL)	0,2	Idem 2a
Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 1.8 Pulvérisation : 4.1 Engrais M : 2.9 (152 U) Engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 1.8 Pulvérisation : 6.1 Engrais M : 2.9 (166 U) engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.3 Pulvé : 4.8 Engrais M : 2.9 (161 N) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 2.8 Pulvérisation : 2.8 Engrais M : 2.9 (143 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	Herse 1 an sur 2	Labour : 0.5 W superf : 3.3 Pulvérisation : 2.3 Engrais M : 2.9 (143 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	Herse 1 an sur 2	

BLE TENDRE(Suite)

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 3 Alsace Lorraine	Rendement	69.5 (8.7)	73,4 (7,6)	72	<i>Un peu inférieur à intensif</i>	65	<i>-9%/raisonné en moyenne (de -5 à -20%)</i>	65	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{total}	3,4 (0,7)	5,1 (1,1)	3.6		1.9		1.7	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.5)	1.8 (0.7)	1.6	<i>1 désherbage Automne 2 années sur 3 et un rattrapage de printemps systématique</i>	1.2	<i>Faux-semis + 1 ttt automne 1 an sur 3 + 1 chimique printemps Dge méca 1 an sur 2 Effet date semis</i>	1	<i>Faux-semis + 1 ttt printemps Dge méca 1 an sur 2</i>
	IFT _{fongicides}	1 (0.5)	1.5 (0.6)	1.1	<i>1 traitement à dose réduite + un 2^{ème} 1 an sur 3</i>	0.5	<i>1 ttt à mi- dose (Semis tardif, choix variétal, N réduit)</i>	0.5	<i>Un ttt mi-dose</i>
	IFT _{insecticides}	0.2 (0.3)	0.4 (0.6)	0.3	<i>1 insecticide automne 1 an sur 5 + 1 insecticide printemps 1 an sur 5</i>	0.1	<i>1 insecticide 1 an sur 10 (effet date semis et variété plus précoce)</i>	0.1	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0.8 (0.5)	1.3 (0.6)	0.6	<i>Un régulateur 1 an sur 2. Un antilimace 1 an sur 5</i>	0.1	<i>Anti limaces sur une partie de la zone (sols plus argileux). Rare.</i>	0.1	<i>Idem 2a</i>
Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 1.9 Pulvérisation : 3.8 Epend. engrais M : 2.9 (157 U) Epend. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 1.9 Pulvérisation : 5.7 Epend. engrais M : 2.9 (169 U) Epend. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.2 Pulvé : 4 Engrais M : 2.9 (164 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0			Labour : 0.6 W superf : 2.7 Pulvé : 2.1 Engrais M : 2.9 (143 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	<i>Herse 1 an sur 2</i>	Labour : 0.25 W superf : 3.3 Pulvé : 1.9 Engrais M : 2.9 (143 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	<i>Labour derrière certains précédents (type luzerne) Herse 1 an sur 2</i>
ZONE 4 Auvergne Aquitaine Languedoc -Roussillon Limousin Midi Pyrénées PACA Rhône- Alpes	Rendement	60.6 (12.7)	65,2 (12,2)	64	<i>Un peu inférieur à intensif</i>	58	<i>-9%/raisonné en moyenne (de -5 à -20%)</i>	58	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{total}	2.4 (0.6)	3,9 (0,4)	2.5		2.2		1.7	
	IFT _{herbicides}	1.1 (0.5)	1.5 (0.7)	1.3	<i>1 désherbage Automne à dose réduite et un rattrapage 2 années sur 3</i>	1.2	<i>Faux-semis + 1 ttt automne 1 an sur 3 + 1 chimique printemps Dge méca 1 an sur 2</i>	1	<i>Faux-semis + 1 ttt printemps Dge méca 1 an sur 2</i>
	IFT _{fongicides}	0.9 (0.5)	1.5 (0.6)	0.9	<i>1 traitement à dose réduite (0.5) + un 2^{ème} 1 an sur 3</i>	0.8	<i>1 ttt à 80% (Semis tardif, choix variétal, N réduit)</i>	0.5	<i>1 ttt à mi-dose</i>
	IFT _{insecticides}	0.1 (0.3)	0.4 (0.6)	0.1	<i>1 insecticide automne rare</i>	0	<i>Semis tardif</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0.2 (0.3)	0.6 (0.5)	0.2	<i>1 antilimaces 1 an sur 5</i>	0.2	<i>1 antilimaces 1 an sur 5</i>	0.2	<i>Idem 2a</i>
Nb passages	Labour : 0.6 W superf : 1.9 Pulvérisation : 2.6 Epend. engrais M : 2.8 (145 U) Epend. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 1.9 Pulvérisation : 4.2 Epend. engrais M : 2.8 (159 U) Epend. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 1.9 Pulvé : 2.7 Engrais M : 2.8 (155 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0			Labour : 0.6 W superf : 2.4 Pulvé : 2.4 Engrais M : 2.8 (137 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	<i>Herse 1 an sur 2</i>	Labour : 0.6 W superf : 2.9 Pulvé : 1.8 Engrais M : 2.8 (137 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.5	<i>Pas de modif de la fréquence de labour (contraintes de milieu) Herse 1 an sur 2</i>

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires

BLE DUR

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 1 PACA	Rendement	28.5 (13)	35.7 (17,9)	35	<i>Un peu inférieur / intensif</i>	31.8	<i>-9%/raisonné (de -5 à -20)</i>	31.8	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{total}	0.9 (0.3)	2.1 (0.9)	1.7		1.4		1.2	
	IFT _{herbicides}	0.6 (0.3)	1.4 (0.6)	1	<i>1 à 2 ttt sortie hiver</i>	1	<i>1 ttt printemps pleine dose Dge méca (1 à 2 passages)</i>	0.8	<i>1 ttt printemps dose réduite Dge méca (1 à 2 passages)</i>
	IFT _{fongicides}	0.2 (0.3)	0.6 (0.6)	0.5	<i>0 à 2 traitements à dose réduite</i>	0.4	<i>Choix variétal sur 25% des parcelles (durabilité résistance) et « raisonné » sur 75%</i>	0.4	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{insecticides}	0.1 (0.1)	0.2 (0.5)	0.2	<i>1 ttt 1 an sur 5</i>	0	<i>Impasse (semis tardif)</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0 (0)	0 (0)	0	<i>Zéro régulateur et antilimaces</i>	0	<i>Zéro régulateur et antilimaces</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	Nb passages	Labour : 0.9 W superf : 2 Pulvérisation : 1 Engrais M : 2.3 (124 U) Epend. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.9 W superf : 2 Pulvérisation : 2.3 Engrais M : 2.3 (149 U) Epend. engrais O : 0 Dge méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2 Pulvé : 1.9 Engrais M: 2.3 (147 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 2.5 Pulvé : 1.6 Engrais M: 2.3 (135 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1.5		Labour : 0.25 W superf : 3 Pulvé : 1.3 Engrais M: 2.3 (135 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1.5	
ZONE 2 Languedoc-Roussillon	Rendement	36.7 (12.1)	45.3 (8,8)	44	<i>Un peu inférieur / intensif</i>	40	<i>-9%/raisonné (de -5 à -20)</i>	40	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{total}	1.9 (0.5)	3.4 (0.8)	2		1.6		1.4	
	IFT _{herbicides}	0.8 (0.4)	1.2 (0.5)	1	<i>1 à 2 ttt sortie hiver</i>	1	<i>1 ttt printemps pleine dose Dge méca (1 à 2 passages)</i>	0.8	<i>1 ttt printemps dose réduite Dge méca (1 à 2 passages)</i>
	IFT _{fongicides}	0.9 (0.4)	1.8 (0.5)	0.8	<i>1 à 2 traitements à dose réduite</i>	0.6	<i>Choix variétal sur 25% des parcelles (durabilité résistance) et « niveau 1 » sur 75%</i>	0.6	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{insecticides}	0.1 (0.2)	0.3 (0.5)	0.2	<i>1 ttt 1 an sur 5</i>	0	<i>Impasse (semis tardif)</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0 (0.1)	0 (0.2)	0	<i>Zéro régulateur et antilimaces</i>	0	<i>Zéro régulateur et antilimaces</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	Nb passages	Labour : 0.6 W superf : 2.2 Pulvérisation : 2.3 Engrais M : 3.3 (156 U) Epend. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.2 Pulvérisation : 4.1 Engrais M : 3.3 (186 U) Epend. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.2 Pulvé : 2.4 Engrais M: 3.3 (178 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 2.7 Pulvé : 1.9 Engrais M: 3.3 (167 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1.5		Labour : 0.25 W superf : 2.7 Pulvé : 1.7 Engrais M: 3.3 (167 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1.5	

BLE DUR (Suite)

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) Ensemble des parcelles SCEES 2006	Intensif (niveau 0) Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7 ^{ème} décile	Niveaux de rupture					
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 3 Centre Midi- Pyrénées Pays de Loire Poitou- Charentes	Rendement	55 (11.5)	57 (12.5)	55	Un peu inférieur / intensif	50	-9%/raisonné (de -5 à -20)	50	Idem 2a
	IFT _{total}	3.3 (0.6)	4.9 (0.9)	3.4	Expertise / conseils CA	2.7		2.5	
	IFT _{herbicides}	1.3 (0.5)	1.8 (0.7)	1.4	1 désherbage mixte Sortie Hiver + 1 rattrapage 1 an sur 2	1.2	1 ttt printemps pleine dose + 1 rattrapage occasionnel Dge méca 1 an sur 2	1	1 ttt printemps Dge méca 1 an sur 2
	IFT _{fongicides}	1.6 (0.5)	2.1 (0.6)	1.3	2 traitements (feuilles et épis. Traitement fusa obligatoire 0.7	1	1 ttt feuilles 1 an sur 2 + 1 ttt fusa à 0.7	1	Idem 2a
	IFT _{insecticides}	0.2 (0.3)	0.6 (0.7)	0.5	1 traitement 1 an sur 2	0.3	1 ttt 1 an sur 3	0.3	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.2 (0.3)	0.4 (0.4)	0.2	1 antilimace 1 an sur 5	0.2	Idem niveau 1	0.2	Idem 2a
Nb passages	Labour : 0.5 W superf : 2.4 Pulvérisation : 3.9 Engrais M : 3.6 (191 U) Epan. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.5 W superf : 2.4 Pulvérisation : 5.8 Engrais M : 3.6 (198 U) Epan. engrais O : 0 Dge méca : 0	Labour : 0.5 W superf : 2.3 Pulvérisation : 4 Engrais M : 3.6 (191 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0		Labour : 0.5 W superf : 2.8 Pulvé : 3.2 Engrais M : 3 (173 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0.5		Labour : 0.25 W superf : 2.8 Pulvé : 3 Engrais M : 3 (173 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0.5		

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

ORGE de printemps (peu d'Orge de printemps en zone 2 : Midi Pyrénées. Prendre valeurs zone 3)

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) Ensemble des parcelles SCEES 2006	Intensif (niveau 0) Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7 ^{ème} décile	Niveaux de rupture					
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 1 Haute- Normandie Nord-Pas de Calais Picardie	Rendement	68 (9.01)	72 (7)	70	-1 à 2%/niveau 0	64	-9%/niveau 1	64	Idem 2a (pas de retour OP élevé dans les SdC actuels)
	IFT _{total}	3.5 (0.6)	4.9 (0.6)	4.1	Expertise / conseils CA/boigneville	2,75		2,25	
	IFT _{herbicides}	1.3 (0.6)	1.7 (0.8)	1.6	1 base IPU pleine dose + 1 rattrapage éventuel à dose réduite	1.3	1 antidicot + 1 glypho 1 an / 2 0 à 2 herse étrille	1	Rotation (moins sale) Base méca + rattrapage chimique
	IFT _{fongicides}	1.3 (0.6)	1.8 (0.6)	1.2	1 ttt unique à 2 traitements à dose réduite (réf « choisir »)	0.6	1 ttt à dose réduite	0,6	Choix variétal
	IFT _{insecticides}	0.2 (0.3)	0.3 (0.6)	0.3	1 ttt 1 an sur 3	0.15	1 ttt 1 an sur 6	0.15	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.7 (0.4)	1 (0.4)	1	1 à 2 passages à dose réduite (1 antiverse + 1 casse épis)	0,7	Régulation ponctuelle (casse de col épi). Moins d'azote, pas de surdensité	0.5	1 ethèverse pour limiter casse col + impasse régul1
Nb passages	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvérisation : 4 Engrais M : 1.8 (108 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvérisation : 5.6 Engrais M : 1.8 (118 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvé : 4.7 Engrais M : 1.8(113 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 4 Pulvé : 3.1 Engrais M : 1 (85U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1	1 semis cult interm sur 50% de la sole (détruit méca). 2 W sup avant semis + glypho	Labour : 0.6 W superf : 4 Pulvé : 2.6 Engrais M : 1 (85 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1		Idem 2a

ORGE de printemps (peu d'Orge de printemps en zone 2 : Midi Pyrénées. Prendre valeurs zone 3) (Suite)

Variantes régionales	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 3 Bourgogne Bretagne Centre Champagne Franche-Comté Ile de France Lorraine Poitou-Charentes	Rendement	58.5 (13.9)	62.6 (13.4)	62	1 à 2% de moins que niveau 0	56	-9%/niveau 1	56	Idem 2a
	IFT _{total}	2.7 (0.6)	3.8 (0.7)	3.95	Expertise / conseils CA	2,65		2,15	
	IFT _{herbicides}	1.2 (0.5)	1.6 (0.7)	1.6	1 base IPU pleine dose + 1 ratrapage éventuel à dose réduite	1,3	1 antiodicot + 1 glypho 1 an / 2 0 à 2 herse étrille	0.8	Rotation => moins sale + désherbage méca. Fréquence de ratrapage plus faible
	IFT _{fongicides}	1 (0.4)	1.4 (0.5)	1,5	Réf « choisir » Complexe parasitaire plus fort et plus virulent que zone 1	0,75	Choix variétal + N réduit + pas de surdensité	0,75	Idem 2a
	IFT _{insecticides}	0.1 (0.3)	0.2 (0.5)	0.15	Anecdotique sauf Bretagne, IdF et Champagne	0.1	1 insecticide 1 an sur 10	0.1	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.4 (0.4)	0.7 (0.4)	0,7	1 régul sur sols profonds, 0 sur petites terres + Un anti-casse du col de l'épi quasi systématique	0,5	N réduit et pas de surdensité => impasse sur régulateur plus fréquente	0,5	Idem 2a
	Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvérisation : 3.5 Engrais M : 1.8(117 U) Engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvérisation : 4.9 Engrais M : 1.8 (127 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvé : 5.1 Engrais M: 1.8(125 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 3.3 Pulvé : 3.4 Engrais M: 1.5(113 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1	Idem niveau 1	0.1Pt labour de moins que Z1 (zone à cx)	0 à 2 hersages	Labour : 0.6 W superf : 3.3 Pulvé : 2.8 Engrais M: 1.5(113 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 2

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

ORGE d'hiver

Zonage	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 1 Haute- Normandie Nord-Pas de Calais Picardie	Rendement	76.6 (10.6)	78.9 (9.8)	78	1 à 2% de moins que niveau 0	71	-9% / niveau 1 (entre -5 et -20)	71	Idem 2a
	IFT _{total}	4.1 (0.6)	5.4 (0.9)	4,3		3,1		2,6	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.5)	2 (0.8)	1,5	<i>Un traitement racinaire automne systématique + un rattrapage anti graminée ou antidicot sortie d'hiver à vue</i>	1,5	<i>Idem niveau 1</i>	1	<i>Salissement moindre (rotation) => Dge automne pas systématique + herse + rattrapage</i>
	IFT _{fongicides}	1.7 (0.5)	2.1 (0.6)	1,5	<i>2 traitements à 0,75 dose homologuée</i>	0,8	<i>1 fongicide à 80% de la dose ou 2 fongicides à dose réduite</i>	0,8	<i>Choix variétal</i>
	IFT _{insecticides}	0.1 (0.3)	0.2 (0.4)	0,1	<i>Traitement gauch. Un relai insecticide une année sur 10</i>	0,1	<i>Traitement gauch. Un relai insecticide une année sur 10</i>	0,1	<i>Traitement gauch. Un relai insecticide une année sur 10</i>
	IFT _{autre}	0.8 (0.4)	1.1 (0.5)	1,2	<i>1 régulateur + 1 anti-casse du col de l'épi</i>	0,7	<i>1 éthéverse pour limiter casse col + impasse régul1</i>	0,7	<i>1 éthéverse pour limiter casse col + impasse régul1</i>
	Nb passages	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvérisation : 4.8 Engrais M : 2.5 (143 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvérisation : 6.3 Engrais M : 2.5 (149 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.8 W superf : 2.6 Pulvé : 5 Engrais M: 2.5(146 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 4 Pulvé : 3.6 Engrais M: 2 (129 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 4 Pulvé : 3 Engrais M: 2(129 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1	
ZONE 2 Midi- Pyrénées	Rendement	46.7 (15.4)	56 (13.6)	55	-1 à 2%/niveau 0	50	-9% /niveau 1	50	Idem 2a
	IFT _{total}	1.6 (0.5)	3 (0.8)	1.9		1,5		1.5	Idem 2a
	IFT _{herbicides}	0.9 (0.5)	1.6 (0.6)	1,1		1		1	Idem 2a
	IFT _{fongicides}	0.6 (0.4)	1.1 (0.5)	0,7		0,5		0,5	Idem 2a
	IFT _{insecticides}	0 (0.1)	0.1 (0.4)	0,1		0		0	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.1 (0.2)	0.2 (0.4)			0		0	Idem 2a
	Nb passages	Labour : 0.6 W superf : 1.7 Pulvérisation : 2 Engrais M : 2.2 (101 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 1.7 Pulvérisation : 3.7 Engrais M : 2.2 (124 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 1.7 Pulvé : 2.9 Engrais M: 2.2(121 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0		Labour : 0.6 W superf : 2 Pulvé : 1.9 Engrais M: 1.5(109 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 1		Labour : 0.6 W superf : 2 Pulvé : 1.9 Engrais M: 1.5(109 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 1	

ORGE d'hiver (Suite)

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)	économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a				
ZONE 3 Bourgogne Bretagne Centre Champagne Franche- Comté Ile de France Lorraine Poitou- Charentes	Rendement	67 (11.1)	71 (10)	70	-1 à 2%/niveau 0	64	-9%/niveau 1	64	Idem 2a
	IFT _{total}	3.5 (0.6)	4.9 (0.8)	3.4	Expertise / conseils CA	2,3		2,1	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.6)	1.9 (0.7)	1.5	Un traitement racinaire automne systématique + un rattrapage anti graminée ou antidicot sortie d'hiver à vue	1,2	Choix variété concurrentielle, Herse étrille + FOP ou hormone SH	1	1 anti-dicot à ½ dose + 1 anti graminée 1 année sur 2 + herse
	IFT _{fongicides}	1.3 (0.5)	1.7 (0.6)	1,5	2 traitements à 75% de la dose	0,8	Choix variétal + semis tardif + N réduit	0,8	Choix variétal + semis tardif + N réduit
	IFT _{insecticides}	0.2 (0.4)	0.5 (0.6)	0,1	Pas d'insecticide (traitement de semences gauchon + relai insecticide 1 année sur 10	0.1	1 insecticide 1 an sur 10	0,1	1 insecticide 1 an sur 10
	IFT _{autre}	0.5 (0.4)	0.8 (0.5)	0,3	Anti-casse du col de l'épi certaines années + régulateur occasionnel	0,2	Anti-casse du col de l'épi certaines années.	0,2	Anti-casse du col de l'épi certaines années.
	Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvérisation : 4.1 Engrais M : 2.5 (130 U) Echand. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.8 W superf : 2.3 Pulvérisation : 5.7 Engrais M : 2.5 (140 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 2.3 Pulvé : 4 Engrais M: 2.5 (138 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.5 W superf : 2.8 Pulvé : 2.7 Engrais M: 1.8 (123 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1		1 herse	Labour : 0.5 W superf : 3.3 Pulvé : 2.5 Engrais M: 1.8(123 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

COLZA

Zonage	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 1 Ile de France Picardie	Rendement	29.8 (6.6)	31.3 (5.9)	29.3	- 2q /intensif	26.6	0 à 10 q de perte / intensif (-30% pertes 1 an sur 2, idem 1 an sur 2)-15%/intensif	25.3	- 5% / 2a (risque maladies augmenté)
	IFT _{total}	5.9 (0.9)	8.3 (1.1)	6	Expertise / conseils CA	4.2		2.95	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.6)	1.9 (0.6)	1.5	1 désherbage automne + 1 désherbage post (antigram ou anticot) 1 an sur 3	1.2	Stratégie d'étouffement + 1 dose réduite en pré ou post précoce +chimique de complément	0.75	Dge méca (binage) + chimique à ¼ dose
	IFT _{fungicides}	1.3 (0.6)	1.6 (0.7)	1.2	1 traitement scléro éventuellement renouvelé 1 an sur 4 à 2 ans sur 5	0.8	1 ttt à 80% systématique	0	Contans dans la rotation (compté sur 3 cultures à 2kg puis 1 puis 1)
	IFT _{insecticides}	2.6 (1)	4.1 (1.4)	2.7	1 traitement automne (altises) 1 an sur 3 à 4 ans sur 5 + 2 traitements au printemps (méligèthes, charançons des tiges) + un 3ème traitement printemps 1 an sur 4 (charançon des siliques, méligèthes)	2	Insecticides contre charançons tige et BT, fleurs piège pour méligèthes, voire navette (semis précoce évite mouche, petite altise)	2	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.6 (0.7)	0.7 (0.9)	0.6	1 antilimaces 3 ans sur 4 à 5. Un régulateur sur les variétés sensibles 1 an sur 3	0.2	Pas de régulateur. Antilimace évité par semis précoce (1 traitement 1 an sur 5)	0.2	Antilimaces 1 an sur 5
	Nb passages	Labour : 0.6 W superf : 2.6 Pulvérisation : 6.4 Engrais M : 2.5 (160 U) Epan. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.6 Pulvérisation : 9 Engrais M : 2.5 (170 U) Epan. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0	Labour : 0.5 W superf : 2.6 Pulvé : 6.5 Engrais M: 2.5 (157 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 0		Labour : 0.5 W superf : 2.6 Pulvé : 4.5 Engrais M: 2.5 (139 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 0		Labour : 0.5 W superf : 2.6 Pulvé : 3.2 Engrais M: 2.5 (131 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 1.8	

COLZA (Suite)

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a			
ZONE 2 Franche-Comté Haute Normandie Centre Poitou-Charentes Lorraine Champagne Ardenne	Rendement	30.6 (6.1)	31 (5.9)	29	- 2q /intensif	26.3	0 à 10 q de perte / intensif (-30% pertes 1 an sur 2, idem 1 an sur 2) -15%/intensif	25	- 5% / 2a (risque maladies augmenté)
	IFT _{total}	5.9 (0.9)	8.2 (1.2)	6	Expertise / conseils CA	4		2.95	
	IFT _{herbicides}	1.8 (0.7)	2.2 (0.8)	1.5	Idem zone 1	1	Stratégie d'étouffement+ herse + binage + 1 dose réduite en pré ou post précoce +chimique de complément	0.75	Dge méca (binage)+ chimique à ¾ dose
	IFT _{fungicides}	1.1 (0.5)	1.3 (0.6)	1.2	Idem zone 1	0.8	1 ttt à 80% systématique	0	Contans dans la rotation (compté sur 3 cultures à 2kg puis 1 puis 1)
	IFT _{insecticides}	2.7 (0.9)	4.2 (1.2)	2.7	Idem zone 1	2	Insecticides contre charançons tige et BT, fleurs piège pour méligèthes, voire navette (semis précoce évite mouche, petite altise)	2	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.4 (0.5)	0.6 (0.6)	0.6	Idem zone 1	0.2	Pas de régulateur. Antilimace évité par semis précoce (1 traitement 1 an sur 5)	0.2	Antilimaces 1 an sur 5
	Nb passages	Labour : 0.7 W superf : 2.5 Pulvérisation : 6.9 Engrais M : 2.9 (161 U) Epend. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0	Labour : 0.7 W superf : 2.5 Pulvérisation : 9.6 Engrais M : 2.9 (165 U) Epend. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.5 Pulvé : 7 Engrais M: 2.9 (151 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 0			Labour : 0.6 W superf : 2.5 Pulvé : 4.7 Engrais M: 2.9 (133 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 0.8		Labour : 0.6 W superf : 2.5 Pulvé : 3.5 Engrais M: 2.9 (125 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 1.8

COLZA (Suite)

Zonage	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 3 Bourgogne	Rendement	28.7 (4.9)	31 (5)	29	- 2q /intensif	26.3	0 à 10 q de perte / intensif (-30% pertes 1 an sur 2, idem 1 an sur 2) -15%/intensif	25	- 5% / 2a (risque maladies augmenté)
	IFT _{total}	7.1 (0.9)	9.4 (1.2)	5.9	Expertise / conseils CA	4.2		2.95	
	IFT _{herbicides}	2 (0.6)	2.3 (0.7)	2	1 désherbage Automne suivi d'un post-semis et d'un éventuel rattrapage de printemps	1.2	Stratégie d'étouffement + 1 dose réduite en pré ou post précoce +chimique de complément	0.75	Dge méca (binage)+ chimique à ¼ dose
	IFT _{fongicides}	1.1 (0.5)	1.3 (0.5)	1	1 traitement	0.8	1 tt à 80% systématique	0	Contans dans la rotation (compté sur 3 cultures à 2kg puis 1 puis 1)
	IFT _{insecticides}	3.4 (1)	5 (1.2)	2.3	1 insecticide automne (grosses altises) 3 ans sur 5 + 1 insecticide printemps 1 an sur 2 (charançons tiges) + 1 insecticide (méligèthes) + 1 insecticide (charançon des siliques) 1 an sur 5	2	Insecticides contre charançons tige et BT, fleurs piège pour méligèthes, voire navette (semis précoce évite mouche, petite altise)	2	Idem 2a
	IFT _{autre}	0.6 (0.6)	0.7 (0.7)	0.6	1 antilimace 3 ans sur 4	0.2	Pas de régulateur. Antilimace évité par semis précoce (1 traitement 1 an sur 5)	0.2	Antilimaces 1 an sur 5
	Nb passages	Labour : 0.6 W superf : 3 Pulvérisation : 7.8 Engrais M : 2.9 (168 U) Engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 3 Pulvérisation : 10.3 Engrais M : 2.9 (183 U) Engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0	Labour : 0.5 W superf : 3 Pulvé : 6.5 Engrais M : 2.9(170 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0		Labour : 0.5 W superf : 3 Pulvé : 4.7 Engrais M : 2.9 (152 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 1		1 binage	Labour : 0.5 W superf : 3 Pulvé : 3.3 Engrais M : 2.9(144 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 2

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

MAIS GRAIN

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)					
ZONE 1 Haute-Normandie Nord Pas de Calais Bretagne Champagne Ardenne Lorraine Picardie Pays de la Loire Basse Normandie Franche Comté	Rendement	81.6 (20.7)	83.3 (22.8)	83.3	<i>Idem intensif</i>	78.3	<i>-6% intensif (effet binage principalement)</i>	75	<i>-10% intensif (semis tardif)</i>
	IFT _{total}	1.7 (0.4)	2.7 (0.6)	1.6	<i>Expertise / conseils CA</i>	1		0.6	
	IFT _{herbicides}	1.4 (0.4)	2 (0.6)	1.3	<i>Prélevée et complément postlevée, ou 2 passages en post ou postlevée précoce (association AG racinaire + produit foliaire)</i>	0.9	<i>Post levée en plein + binage</i>	0.6	<i>Désherbage sur le rang + binage</i>
	IFT _{fongicides}	0 (0)	0 (0.1)	0		0	<i>Idem niveau 1</i>	0	
	IFT _{insecticides}	0.3 (0.4)	0.7 (0.6)	0.2	<i>1 antipyrrole 1 an sur 5 sur la moitié de la zone + trichogrammes (25%)</i>	0	<i>Idem niveau 1</i>	0	<i>Maïs assolé + gestion des cannes => moins de pyrales</i>
	IFT _{autre}	0 (0.1)	0 (0.2)	0.1	<i>1 ttt Limaces 1 an sur 3 sur 1/3 de la zone</i>	0.1	<i>Idem niveau 1</i>	0	
	Nb passages	Labour : 1 W superf : 2.2 Pulvérisation : 2.1 Engrais M : 1.6 (113 U) Epand. engrais O : 0.4 Désherbage méca : 0.1	Labour : 1 W superf : 2.2 Pulvérisation : 3.3 Engrais M : 1.6(116 U) Epand. engrais O : 0.4 Désherbage méca : 0.1	Labour : 1 W superf : 2.2 Pulvé : 2 Engrais M : 1.6 (116 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0.1	<i>Pb MO pour tricho si sole maïs importante</i>	Labour : 1 W superf : 2.7 Pulvé : 1.2 Engrais M : 1.6 (106 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 1	<i>1 faux semis de printemps 1 an sur 2</i> <i>1 binage</i>	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 0.7 Engrais M : 2 (99 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 2	<i>1 faux semis sur labour + 1 à l'automne</i> <i>2 binages</i>
ZONE 2 Bourgogne Rhône Alpes Centre Auvergne Alsace Midi Pyrénées Poitou- Charentes Aquitaine Ile de France	Rendement	92.6 (27.4)	96.7 (25.2)	96.7	<i>Idem niveau 0</i>	90.9	<i>-6% intensif (effet binage principalement)</i>	87	<i>-10% intensif (semis tardif)</i>
	IFT _{total}	2.3 (0.5)	3.5 (0.7)	2.1	<i>Expertise / conseils CA</i>	1.7		0.9	
	IFT _{herbicides}	1.5 (0.5)	2 (0.6)	1.5	<i>1 désherbage de présemis + 1 pré ou postlevée + 1 rattrapage à dose réduite 1 an sur 2 (selon pression adventices et succès prélevée)</i>	1.1	<i>Post levée + binage</i>	0.6	<i>Désherbage sur le rang + binage (rotation => pas de flore spécialisée)</i>
	IFT _{fongicides}	0 (0.1)	0 (0.1)	0	<i>zéro</i>	0	<i>Idem niveau 1</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{insecticides}	0.6 (0.5)	1.3 (0.8)	0.5	<i>2 insecticide (pyrale ou sésamies) 1 an sur 2 sur 50% de la surface</i>	0.5	<i>Idem niveau 1</i>	0.3	<i>Rotation, broyages => baisse pression sésamies + trichogrammes</i>
	IFT _{autre}	0.1 (0.3)	0.2 (0.4)	0.1	<i>1 antilimaces 1 an sur 3 sur 1/3 de la surface (sols humides)</i>	0.1	<i>Idem niveau 1</i>	0	<i>Très occasionnel</i>
	Nb passages	Labour : 1 W superf : 2.1 Pulvérisation : 2.6 Engrais M : 2.3 (168 U) Epand. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0.3	Labour : 1 W superf : 2.1 Pulvérisation : 3.9 Engrais M : 2.3 (177 U) Epand. engrais O : 0.2 Désherbage méca : 0.3	Labour : 1 W superf : 2.1 Pulvé : 2.4 Engrais M : 2.3 (177 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 0.3		Labour : 1 W superf : 2.7 Pulvé : 1.9 Engrais M : 2.3 (165 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 1	<i>1 binage</i>	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 1 Engrais M : 2.3 (156 U) Engrais O : 0.2 Dge méca : 2	<i>2 binages</i>

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

TOURNESOL

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a			
ZONE 1 France	Rendement	22.7 (6)	23.6 (5.4)	26.3	<i>intensif + ½ ET</i>	22.7	<i>idem moyen</i>	23.6	<i>Idem intensif</i>
	IFT _{total}	2.1 (0.4)	3.2 (0.6)	2.7	<i>Expertise / conseils CA</i>	1.2		1.1	
	IFT _{herbicides}	1.6 (0.5)	2.1 (0.6)	1.8	<i>1 présemis + 1 désherbage au semis (+ 1 antigram rare (folles avoines))</i>	0.6	<i>1 traitement semis sur le rang au semis + binages</i>	0.6	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{fongicides}	0.1 (0.2)	0.2 (0.4)	0.4	<i>2 années / 5 (phomo/phoma)</i>	0.2	<i>1 année / 5 (choix variétal)</i>	0.1	<i>1 année / 10(rotation)</i>
	IFT _{insecticides}	0.2 (0.3)	0.4 (0.5)	0.2	<i>1 an sur 5 maxi</i>	0.1	<i>1 an sur 10</i>	0.1	
	IFT _{autre}	0.3 (0.4)	0.5 (0.5)	0.3	<i>1 antimaces 1 an sur 3</i>	0.3	<i>Idem niveau 1</i>	0.3	<i>Antlimaces à vue</i>
	Nb passages	Labour : 0.9 W superf : 2.2 Pulvérisation : 2.4 Engrais M : 0.9 (39 U) Epand. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0.3	Labour : 0.9 W superf : 2.2 Pulvérisation : 3.6 Engrais M : 0.9 (43 U) Epand. engrais O : 0.1 Désherbage méca : 0.3	Labour : 0.9 W superf : 2.2 Pulvé : 3.1 Engrais M: 0.9 (53 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 0.3	<i>Rattrapage 3 années/10</i>	Labour : 0.9 W superf : 2.7 Pulvérisation : 1.4 Engrais M: 0.5(39 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 2	<i>Faux-semis Réduit / raisonné (impasses) 2 binages + kit désherbage sur le rang (entre 6 et 20 k€)</i>	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 1.3 Engrais M: 0.5 (43 U) Engrais O : 0.1 Dge méca : 2	<i>Idem 2a</i>

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

POMME de TERRE

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a			
ZONE 1 France	Rendement	41.2 (7.4)	42.6 (8.3)	40	<i>Un peu inférieur à l'intensif</i>	34	<i>Perte rendement commercialisable -20 à 50 % (2ans/10). En moyenne -20%/intensif</i>	34	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{total}	16.6 (1.9)	21.2 (2.1)	16.7		12.6		11.6	
	IFT _{herbicides}	2.1 (0.6)	2.3 (0.6)	2.1	<i>Idem actuel</i>	1	<i>Combinaison chimique faibles doses (type sencoral) et sarclo-buttage</i>	0	<i>Tout mécanique</i>
	IFT _{fongicides}	12.3 (3.5)	16.3 (4.1)	13	<i>2 à 6 traitements de moins que intensif utilisation d'OAD (modèles)</i>	11	<i>Utilisation OAD avec adaptation seuils + choix variétal avec risque de contournement de résistance par le mildiou</i>	11	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{insecticides}	0.8 (1.3)	1.5 (2.1)	0.6	<i>Contre pucerons et doryphores, à vue selon seuils</i>	0.6	<i>Idem raisonné, pucerons et doryphore f(seuils)</i>	0.6	<i>Idem raisonné, pucerons et doryphore f(seuils)</i>
	IFT _{autre}	0.9 (2.7)	1.1 (3.2)	1	<i>Défanage chimique</i>	0	<i>Défanage mécanique</i>	0	<i>Idem 2a</i>
	Nb passages	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvérisation : 18 Engrais M : 2.2 (155 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0.1	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvérisation : 22.9 Engrais M : 2.2 (162 U) Epand. engrais O : 0.4 Dge méca : 0.1	Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 16.5 Engrais M: 2.2(150 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 0.1		Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 13.7 Engrais M: 2.2(119 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 3		Labour : 1 W superf : 3.5 Pulvé : 12.6 Engrais M: 2.2(119 U) Engrais O : 0.4 Dge méca : 4	

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

BETTERAVE

Zonage	Indicateurs de performance	Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Niveaux de rupture				Econome SdC (niveau 2c)	
				Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a			
ZONE 1 France	Rendement	77.5 (15.1)	78.8 (15.8)	78.8	<i>Idem intensif</i>	74	-5 à 7%/ niveau 1	72	- 7% à -10% / niveau 1 (maladies)
	IFT _{total}	4.2 (0.7)	6 (1)	4.8	<i>Expertise / conseils CA</i>	2.6		1.9	
	IFT _{herbicides}	2.1 (0.7)	2.6 (1)	2.3	<i>1 désherbage de prélevée à dose très réduite (mélange de produits) + 3 post-levée à dose très réduite (mélange de produits) + 1 post-levée 2 ans sur 5 à 3 ans sur 4 à dose très réduite (mélange de produits)</i>	0.8	<i>Faux semis lorsque possible / Désherbage en plein 1 fois ou 2 avant 2^{ème} feuille vraie + houe précoce et binage</i>	0.5	<i>Rotation (pas de spécialisation dicots de printemps), Faux semis lorsque possible / 1 désherbage en plein ou localisé sur le rang + houe et binage</i>
	IFT _{fongicides}	1.4 (0.6)	1.8 (0.6)	1.6	<i>1 traitement systématique + 1 traitement 3 ans sur 5</i>	1.2	<i>Choix d'une variété tolérante Oidium, cercosporiose et ramulariose ; Limitation de l'azote 1 ttt unique dose pleine + 1 rattrapage éventuel en année à problème</i>	0.8	<i>Choix d'une variété tolérante Oidium, cercosporiose et ramulariose ; Limitation de l'azote 1 ttt unique dose pleine 2 ans sur 3 + 1 rattrapage éventuel en année à problème</i>
	IFT _{insecticides}	0.7 (0.7)	1.5 (1.1)	0.8	<i>1 insecticide (pégomies) 2 ans sur 5 (2 traitements 1 an sur 5)</i>	0.5	<i>Insecticide contre pégomies, mais avec seuils intervention augmentés. Zéro si ttt semences</i>	0.5	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0 (0.1)	0 (0.2)	0.1	<i>1 antilimaces 1 an sur 10</i>	0.1	<i>Idem niveau 1</i>	0.1	<i>Idem 2a</i>
Nb passages	Labour : 1 W superf : 3.1 Pulvérisation : 6.6 Engrais M : 1.8 (105 U) Engrais O : 0.5 Désherbage méca : 0.8	Labour : 1 W superf : 3.1 Pulvérisation : 9.4 Engrais M : 1.8 (110 U) Engrais O : 0.5 Désherbage méca : 0.8	Labour : 1 W superf : 3.1 Pulvé : 7.5 Engrais M: 1.8(110 U) Engrais O : 0.5 Dge méca : 0.8		Labour : 0.5 W superf : 4 Pulvé : 4.1 Engrais M : 1(100 U) Engrais O : 0.5 Dge méca : 2	<i>faux semis</i> <i>Engrais localisé au semis + post levée 1 houe + 1 binage</i>	Labour : 0.5 W superf : 4 Pulvé : 3 Engrais M : 1(100 U) Engrais O : 0.5 Dge méca : 2	<i>Idem 2a avec 20 N de moins faux semis</i> <i>Engrais localisé au semis + post levée 1 houe + 1 binage</i>	

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

POIS

Zonage	Indicateurs de performance	Niveaux de rupture							
		Actuel moyen (moyenne – ET) <i>Ensemble des parcelles SCEES 2006</i>	Intensif (niveau 0) <i>Echantillon des parcelles SCEES 2006 dont l'IFT est supérieur ou égal au 7^{ème} décile</i>	Optimisé (niveau 1)		économe ITK (échelle annuelle, pas de modif succession) Niveau 2a		Econome SdC (niveau 2c)	
ZONE 1 France	Rendement	46.9 (9.8)	49 (9.2)	49	<i>Idem intensif</i>	47		47	
	IFT _{total}	4.6 (0.8)	6.4 (1.1)	6.3	<i>Epiéd 1998/2001 Optimisation pour l'essentiel sur désherbage et insecticide (raisonnement)</i>	3.75		3.5	<i>Effet ssdC sur le salissement, plafonnement du fongicide</i>
	IFT _{herbicides}	1.2 (0.5)	1.5 (0.6)	1.5	<i>1 désherbage de base (Prélevée complet à 80% dose) + 1 rattrapage AD et/ou AG dans 70% des cas pour 0.7 dose en moyenne</i>	1.25	<i>Idem niveau 1 sur 50% + tout en post (AD et AG à faible dose) sur 50%</i>	1	<i>Post levée seule = base AD à mi dose et AG mi dose sur 50% surface. Dèsh méca complément</i>
	IFT _{fongicides}	1.3 (0.6)	1.8 (0.7)	1.8	<i>2 traitements à dose réduite 3 ans sur 5 ou 3 passages à 60% dose</i>	1	<i>2 passages à ½ dose (choix variétal et diminution densité)</i>	1	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{insecticides}	2.1 (0.7)	3.2 (0.9)	3	<i>1 insecticide stade levée : sitones et/ou thrips + 1 tt. pucerons verts 1 an sur 2 + 1 à 2 insecticides pour tordeuses (seuils alim. humaine)</i>	1.5	<i>Sitones : ¼ ans, thrips 1 an sur 4 : faible développement culture et forte présence ravageur. Traitement tordeuse au seuil de 400 cumulés(alim animale) 1 passage 3 ans sur 4. Parfois pucerons verts</i>	1.5	<i>Idem 2a</i>
	IFT _{autre}	0 (0)	0 (0.1)	0		0		0	
	Nb passages	Labour : 0.9 W superf : 2.7 Pulvérisation : 5.6 Epend. engrais M : 0 Epend. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.9 W superf : 2.7 Pulvérisation : 7.8 Epend. engrais M : 0 Epend. engrais O : 0 Désherbage méca : 0	Labour : 0.9 W superf : 2.7 Pulvé : 7.7 Engrais M : 0 Engrais O : 0 Dge méca : 0		Labour : 0.9 W superf : 3.2 Pulvé : 4.6 Engrais M : 0 Engrais O : 0 Dge méca : 0	<i>Faux-semis 1 an sur 2</i>	Labour : 0.9 W superf : 3.7 Pulvé : 4.3 Engrais M : 0 Engrais O : 0 Dge méca : 1.5	<i>1 faux semis</i> <i>Herse et ou houe</i>

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

MATRICE des ESPECES RAJOUTEES pour le niveau 2c

Zonage	Indicateurs de perform.	TRITICALE		FEVEROLE DE PRINTEMPS		CHANVRE		SORGHO		LUZERNE		LIN OLEAGINEUX	
France	Rdmt	62	-5%/ Blé T en 2c	47	Moyenne nationale 2008 (UNIP)	6 à 10 t	Réf Bourgogne Franche Comté Eure. Bon précédent à blé	55		11 à 13 t		19	
	IFT _{total}	1.53		3.05	Effet SdC sur le salissement, plafonnement du fongicide	0		0.6		0.6/an		2,15	
	IFT _{herbicides}	0.9	Plus couvrant que le blé. Antigaminées très rare. Gestion des dicots de la rotation. Hersage.	0.8	AD prélevée sur la ½ des surfaces (pas de rattrapage AD en post) + AG rattrapage post 1 an sur 3 et mécanique seul sur le reste (houe + binage)	0	Plante très agressive. Etouffement (si semis sur sol réchauffé)	0.6	Binage + post	0.9 sur 3 ans = 0.3	Desh chim à l'implantation. Rien en prélevée Basagran 0.4 /dicots implantaion et stratos fréquence 1/3 /graminés + rattrapage mi dose 1année sur 3 en graminées	0.9	1 Dge chimique + desh méca
	IFT _{fongicides}	0.33	1 ttt mi-dose 2 ans sur 3 (choix variétal)	0.75	1 passage mi dose syst. + 1 passage plus précoce 1 an sur 2 (Trait de la rouille sur observ et très rarement de l'antracnose)	0	Pas de maladies	0		0		0,75	1 fungi automne (kabatlose) et un mi-does au printemps (septo)
	IFT _{insecticides}	0.2	1 ttt 1 an sur 5	1.5	Sitones, thrips : impasse bruches avec OAD (climat) Pucerons noirs : lorsque non régulation et dépassement seuil 20% paites avec manchons de pucerons	0	Pas de ravageurs	0		0.3	Intervention si sitones (1 an sur 3, mais risque diminue avec chute du pois)	0.5	1 ttt 1 an sur 2
	IFT _{autre}	0.1	Zéro régulateur (variétés peu sensible à la verse). Ttt bord de champs si limacés	0		0		0					
	Nb passages	Labour : 0.5 W superf : 3.3 Pulvé : 1.7 Engrais M : 2 (125 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1	Idem blé T en 2c 1 herse	Labour : 0.9 W superf : 3.7 Pulvé : 3.7 Engrais M : 0 Engrais O : 0 Dge méca : 1.5	Herse et/ou binage	Labour : 1 W superf : 1 Pulvé : 0 Engrais M : 2 (90 U) Engrais O : 0 Dge méca : 0	Labour : 0.6 W superf : 2.5 Pulvé : 0.7 Engrais M : 0.9 (100U) Engrais O : 0 Dge méca : 2	Labour : 0.5 W superf : 2 Pulvé : 0.5 Engrais M : 0 Engrais O : 0 Dge méca : 1 à 2 et 3 à 4 fauches	Herse étrille sur luzerne jeune	Labour : W superf : 2 à 3 Pulvé : 2 Engrais M : 2 (80 U) Engrais O : 0 Dge méca : 1	1 herse		

NB : Le nb de W superficiels proposé tient compte du passage de semoir en combiné.

B2. Matrices des indicateurs calculés à l'échelle « itinéraire technique », par culture et par zone

Blé tendre - Zone 1

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	77,8	81,4	81	73	73	96	100	100	90	90
IFT total	4,9	6,8	4,9	2,6	2,1	72	100	72	38	31
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,6	13,7	11	9,2	8,45	85	100	80	67	62
temps de travail (h/ha)	3,2	3,5	3,1	3,0	2,7	92	100	88	85	77
Produit brut (euros/ha)	973	1018	1013	913	913	96	100	100	90	90
Charges opérationnelles phytos	132	175	132	80	66	76	100	75	46	37
Charges opérationnelles engrais	201	213	202	186	186	94	100	95	87	87
Charges opérationnelles semences	50	50	50	30	30	100	100	100	60	60
charges de mécanisation et MO	270	287	261	258	240	94	100	91	90	84
Coût de production (€/q)	4,9	5,4	4,7	4,1	3,9	92	100	88	76	72
efficience économique (%)	149	140	157	165	175	106	100	112	117	125
MARGE BRUTE (€/ha)	589	580	628	616	631	102	100	108	106	109
MARGE DIRECTE (€/ha)	319	293	367	358	391	109	100	125	122	133
cout énergétique (GJ/ha)	13,2	13,9	13,1	12,6	12,4	95	100	94	90	89
produit énergétique (GJ/ha)	111,3	116,4	115,8	104,4	104,4	96	100	100	90	90
efficience énergétique (%)	841	836	885	829	843	101	100	106	99	101
bilan énergétique (GJ/ha)	98,0	102,5	102,7	91,8	92,0	96	100	100	90	90
Coût de production (MJ/q)	170	171	162	172	170	99	100	94	101	99
Bilan azoté (kg N/ha)	24	28	16	19	19	85	100	57	68	68

Blé tendre - Zone 2

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	68,1	72,8	71	65	65	94	100	98	89	89
IFT total	3,6	5,2	4,1	2,4	2	69	100	79	46	38
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,6	11,6	10,7	9,7	9,6	83	100	92	84	83
temps de travail (h/ha)	2,9	3,2	3,1	3,1	3,1	91	100	96	95	95
Produit brut (euros/ha)	851	910	888	813	813	94	100	98	89	89
Charges opérationnelles phytos	108	142	112	73	59	75	100	79	52	42
Charges opérationnelles engrais	177	192	187	168	168	92	100	97	87	87
Charges opérationnelles semences	50	50	50	30	30	100	100	100	60	60
charges de mécanisation et MO	252	268	262	263	263	94	100	98	98	98
Coût de production (€/q)	4,9	5,3	4,9	4,2	4,0	93	100	93	79	75
efficience économique (%)	145	139	145	152	156	104	100	104	109	112
MARGE BRUTE (€/ha)	516	525	539	541	555	98	100	103	103	106
MARGE DIRECTE (€/ha)	264	257	277	278	292	103	100	108	108	114
cout énergétique (GJ/ha)	12,0	12,9	12,7	11,9	12,0	94	100	99	93	93
produit énergétique (GJ/ha)	97,4	104,1	101,5	93,0	93,0	94	100	98	89	89
efficience énergétique (%)	810	810	800	782	774	100	100	99	97	96
bilan énergétique (GJ/ha)	85,4	91,3	88,8	81,1	80,9	94	100	97	89	89
Coût de production (MJ/q)	176	177	179	183	185	100	100	101	104	105
Bilan azoté (kg N/ha)	23	28	26	20	20	82	100	94	70	70

Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires

Blé tendre - Zone 3

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	69,5	73,4	72	65	65	95	100	98	89	89
IFT total	3,5	5	3,6	1,9	1,7	70	100	72	38	34
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,4	11,3	9,8	8,9	8,95	83	100	87	79	79
temps de travail (h/ha)	2,9	3,2	3,0	2,9	2,8	92	100	93	92	88
Produit brut (euros/ha)	869	918	900	813	813	95	100	98	89	89
Charges opérationnelles phytos	96	130	102	61	54	74	100	78	47	42
Charges opérationnelles engrais	183	195	190	168	168	93	100	97	86	86
Charges opérationnelles semences	50	50	50	30	30	100	100	100	60	60
charges de mécanisation et MO	252	267	254	255	246	94	100	95	96	92
Coût de production (€/q)	4,7	5,1	4,8	4,0	3,9	92	100	93	78	76
efficacité économique (%)	150	143	151	158	163	105	100	106	111	114
MARGE BRUTE (€/ha)	540	542	557	554	561	100	100	103	102	103
MARGE DIRECTE (€/ha)	288	275	304	298	315	105	100	111	109	115
cout énergétique (GJ/ha)	12,3	13,0	12,8	11,8	11,7	94	100	98	91	90
produit énergétique (GJ/ha)	99,4	105,0	103,0	93,0	93,0	95	100	98	89	89
efficacité énergétique (%)	808	805	807	786	792	100	100	100	98	98
bilan énergétique (GJ/ha)	87,1	91,9	90,2	81,1	81,2	95	100	98	88	88
Coût de production (MJ/q)	177	178	177	182	180	100	100	100	102	102
Bilan azoté (kg N/ha)	25	30	27	20	20	84	100	92	66	66

Blé tendre - Zone 4

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	60,6	65,2	64	58	58	93	100	98	89	89
IFT total	2,3	4	2,5	2,2	1,7	58	100	63	55	43
nombre de passages (hors semis et récolte)	8	9,6	8,1	8,8	8,7	83	100	84	92	91
temps de travail (h/ha)	2,7	2,9	2,7	2,9	2,9	92	100	93	100	102
Produit brut (euros/ha)	758	815	800	725	725	93	100	98	89	89
Charges opérationnelles phytos	73	114	80	72	54	64	100	70	63	48
Charges opérationnelles engrais	166	181	176	157	157	92	100	98	87	87
Charges opérationnelles semences	50	50	50	30	30	100	100	100	60	60
charges de mécanisation et MO	236	249	237	252	256	95	100	95	101	103
Coût de production (€/q)	4,8	5,3	4,8	4,5	4,2	90	100	91	85	79
efficacité économique (%)	144	137	147	142	146	105	100	107	103	106
MARGE BRUTE (€/ha)	469	471	494	466	484	100	100	105	99	103
MARGE DIRECTE (€/ha)	233	222	257	215	227	105	100	116	97	102
cout énergétique (GJ/ha)	11,6	12,4	12,1	11,4	11,6	93	100	98	92	94
produit énergétique (GJ/ha)	86,7	93,2	91,5	82,9	82,9	93	100	98	89	89
efficacité énergétique (%)	749	753	754	728	714	100	100	100	97	95
bilan énergétique (GJ/ha)	75,1	80,8	79,4	71,6	71,3	93	100	98	89	88
Coût de production (MJ/q)	191	190	190	196	200	100	100	100	103	105
Bilan azoté (kg N/ha)	30	35	33	27	27	85	100	95	76	76

Blé dur - Zone 1

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	28,5	35,7	35	31,8	31,8	80	100	98	89	89
IFT total	0,9	2,2	1,7	1,4	1,2	41	100	77	64	55
nombre de passages (hors semis et récolte)	6,2	7,5	6,8	8,5	8,35	83	100	91	113	111
temps de travail (h/ha)	2,6	2,8	2,5	2,9	2,7	93	100	90	104	98
Produit brut (euros/ha)	416	521	511	464	464	80	100	98	89	89
Charges opérationnelles phytos	26	65	49	44	38	40	100	76	68	59
Charges opérationnelles engrais	123	148	146	134	134	83	100	99	90	90
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	234	245	225	255	242	96	100	92	104	99
Coût de production (€/q)	7,5	7,8	7,4	7,6	7,5	96	100	96	98	96
efficience économique (%)	93	100	105	93	97	93	100	106	94	97
MARGE BRUTE (€/ha)	203	243	251	221	227	83	100	103	91	93
MARGE DIRECTE (€/ha)	-32	-2	26	-33	-15	2032	100	-1647	2149	981
cout énergétique (GJ/ha)	10,8	12,1	11,7	11,4	11,3	89	100	96	94	93
produit énergétique (GJ/ha)	40,8	51,1	50,1	45,5	45,5	80	100	98	89	89
efficience énergétique (%)	378	421	428	398	403	90	100	102	95	96
bilan énergétique (GJ/ha)	30,0	38,9	38,4	34,0	34,2	77	100	99	87	88
Coût de production (MJ/q)	378	340	334	359	355	111	100	98	106	104
Bilan azoté (kg N/ha)	70	81	81	75	75	86	100	99	92	92

Blé dur - Zone 2

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	36,7	45,3	44	40	40	81	100	97	88	88
IFT total	1,8	3,3	2	1,6	1,4	55	100	61	48	42
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,4	10,2	8,5	10	9,45	82	100	83	98	93
temps de travail (h/ha)	2,7	2,9	2,7	3,1	2,8	91	100	92	105	95
Produit brut (euros/ha)	536	661	642	584	584	81	100	97	88	88
Charges opérationnelles phytos	56	101	60	51	45	56	100	59	50	44
Charges opérationnelles engrais	155	186	178	166	166	83	100	96	89	89
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	238	252	239	267	246	94	100	95	106	97
Coût de production (€/q)	7,5	7,8	6,9	7,1	6,9	97	100	89	91	89
efficience économique (%)	104	109	119	106	112	95	100	108	97	102
MARGE BRUTE (€/ha)	260	309	339	302	308	84	100	110	98	100
MARGE DIRECTE (€/ha)	22	57	101	35	62	38	100	177	61	109
cout énergétique (GJ/ha)	12,2	13,8	13,4	13,1	12,8	88	100	97	95	92
produit énergétique (GJ/ha)	52,5	64,8	62,9	57,2	57,2	81	100	97	88	88
efficience énergétique (%)	430	469	471	435	448	92	100	100	93	96
bilan énergétique (GJ/ha)	40,3	51,0	49,6	44,1	44,4	79	100	97	86	87
Coût de production (MJ/q)	333	305	304	328	319	109	100	100	108	105
Bilan azoté (kg N/ha)	86	100	94	91	91	86	100	94	91	91

Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires

Blé dur - Zone 3

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	55	57	55	50	50	96	100	96	88	88
IFT total	3,3	4,9	3,4	2,7	2,5	67	100	69	55	51
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,4	12,3	10,4	10	9,55	85	100	85	81	78
temps de travail (h/ha)	2,9	3,2	2,9	3,0	2,8	92	100	91	93	87
Produit brut (euros/ha)	803	832	803	730	730	96	100	96	88	88
Charges opérationnelles phytos	98	136	93	75	69	72	100	69	55	51
Charges opérationnelles engrais	198	205	198	179	179	96	100	96	87	87
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	251	266	250	257	241	94	100	94	97	91
Coût de production (€/q)	6,6	7,1	6,5	6,4	6,3	92	100	91	90	88
efficience économique (%)	131	124	133	127	132	106	100	107	102	106
MARGE BRUTE (€/ha)	442	426	447	410	416	104	100	105	96	98
MARGE DIRECTE (€/ha)	191	160	197	154	175	119	100	123	96	109
cout énergétique (GJ/ha)	14,0	14,5	14,0	13,2	12,9	97	100	97	91	89
produit énergétique (GJ/ha)	78,7	81,5	78,7	71,5	71,5	96	100	96	88	88
efficience énergétique (%)	563	564	562	541	553	100	100	100	96	98
bilan énergétique (GJ/ha)	64,7	67,1	64,6	58,3	58,6	96	100	96	87	87
Coût de production (MJ/q)	254	254	255	264	259	100	100	100	104	102
Bilan azoté (kg N/ha)	87	90	87	78	78	96	100	96	87	87

Orge d'hiver - Zone 1

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	76,6	78,9	78	71	71	97	100	99	90	90
IFT total	4,1	5,4	4,3	3,1	2,6	76	100	80	57	48
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,8	12,3	11	10,3	10,7	88	100	89	84	87
temps de travail (h/ha)	3,3	3,5	3,3	3,3	3,5	94	100	95	95	98
Produit brut (euros/ha)	689	710	702	639	639	97	100	99	90	90
Charges opérationnelles phytos	216	274	203	134	116	79	100	74	49	42
Charges opérationnelles engrais	173	179	176	157	157	96	100	98	88	88
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	276	288	278	279	289	96	100	96	97	100
Coût de production (€/q)	5,9	6,6	5,7	5,0	4,8	90	100	87	76	73
efficience économique (%)	94	88	97	101	102	107	100	110	114	116
MARGE BRUTE (€/ha)	236	192	258	283	300	123	100	135	148	157
MARGE DIRECTE (€/ha)	-41	-96	-20	4	11	42	100	21	-4	-11
cout énergétique (GJ/ha)	12,1	12,5	12,3	11,7	11,8	97	100	98	93	95
produit énergétique (GJ/ha)	117,2	120,7	119,3	108,6	108,6	97	100	99	90	90
efficience énergétique (%)	971	966	970	930	917	101	100	100	96	95
bilan énergétique (GJ/ha)	105,1	108,2	107,0	97,0	96,8	97	100	99	90	89
Coût de production (MJ/q)	158	158	158	164	167	99	100	100	104	105
Bilan azoté (kg N/ha)	28	31	29	23	23	92	100	95	73	73

Orge d'hiver - Zone 2

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	46,7	56	55	50	50	83	100	98	89	89
IFT total	1,6	3	1,9	1,5	1,5	53	100	63	50	50
nombre de passages (hors semis et récolte)	6,9	8,6	7,8	7,4	7,4	80	100	91	86	86
temps de travail (h/ha)	2,7	3,0	2,8	2,9	2,9	92	100	96	99	99
Produit brut (euros/ha)	420	504	495	450	450	83	100	98	89	89
Charges opérationnelles phytos	87	158	103	80	80	55	100	65	51	51
Charges opérationnelles engrais	116	142	139	125	125	82	100	98	88	88
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	237	251	244	253	253	95	100	97	101	101
Coût de production (€/q)	5,7	6,5	5,6	5,4	5,4	88	100	85	83	83
efficience économique (%)	83	82	90	86	86	102	100	110	105	105
MARGE BRUTE (€/ha)	152	139	189	180	180	110	100	136	130	130
MARGE DIRECTE (€/ha)	-85	-112	-55	-73	-73	76	100	50	65	65
cout énergétique (GJ/ha)	9,4	10,7	10,5	10,0	10,0	88	100	98	94	94
produit énergétique (GJ/ha)	71,5	85,7	84,2	76,5	76,5	83	100	98	89	89
efficience énergétique (%)	758	801	800	765	765	95	100	100	95	95
bilan énergétique (GJ/ha)	62,0	75,0	73,6	66,5	66,5	83	100	98	89	89
Coût de production (MJ/q)	202	191	191	200	200	106	100	100	105	105
Bilan azoté (kg N/ha)	31	40	39	34	34	77	100	96	85	85

Orge d'hiver - Zone 3

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	67	71	70	64	64	94	100	99	90	90
IFT total	3,5	4,9	3,4	2,3	2,1	71	100	69	47	43
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,7	11,4	9,6	8,9	9,2	85	100	84	78	81
temps de travail (h/ha)	3,0	3,3	3,0	3,0	3,1	91	100	91	89	92
Produit brut (euros/ha)	603	639	630	576	576	94	100	99	90	90
Charges opérationnelles phytos	178	234	192	117	110	76	100	82	50	47
Charges opérationnelles engrais	155	166	164	147	147	93	100	99	89	89
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	259	278	259	258	265	93	100	93	93	96
Coût de production (€/q)	5,9	6,6	6,0	5,1	5,0	91	100	92	79	77
efficience économique (%)	92	86	93	98	98	107	100	108	114	114
MARGE BRUTE (€/ha)	206	174	209	247	254	118	100	120	142	146
MARGE DIRECTE (€/ha)	-54	-104	-49	-11	-12	52	100	48	11	11
cout énergétique (GJ/ha)	11,2	11,9	11,6	10,9	11,1	94	100	98	91	93
produit énergétique (GJ/ha)	102,5	108,6	107,1	97,9	97,9	94	100	99	90	90
efficience énergétique (%)	918	913	921	902	883	101	100	101	99	97
bilan énergétique (GJ/ha)	91,3	96,7	95,5	87,1	86,8	94	100	99	90	90
Coût de production (MJ/q)	167	168	166	170	173	99	100	99	101	103
Bilan azoté (kg N/ha)	30	34	33	27	27	88	100	99	81	81

Orge de printemps - Zone 1

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	68	72	70	64	64	94	100	97	89	89
IFT total	3,5	4,8	4,1	2,75	2,25	73	100	85	57	47
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,3	10,9	10	9,8	9,3	85	100	92	90	85
temps de travail (h/ha)	3,1	3,3	3,2	3,4	3,3	93	100	96	101	99
Produit brut (euros/ha)	748	792	770	704	704	94	100	97	89	89
Charges opérationnelles phytos	173	237	179	109	97	73	100	76	46	41
Charges opérationnelles engrais	138	149	144	117	117	93	100	96	78	78
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	266	278	271	284	280	95	100	97	102	101
Coût de production (€/q)	5,5	6,3	5,5	4,5	4,3	88	100	88	73	69
efficacité économique (%)	117	109	117	122	126	107	100	108	113	116
MARGE BRUTE (€/ha)	372	341	382	413	426	109	100	112	121	125
MARGE DIRECTE (€/ha)	106	63	111	129	146	169	100	177	204	231
cout énergétique (GJ/ha)	10,3	10,9	10,7	9,7	9,6	94	100	97	88	88
produit énergétique (GJ/ha)	104,0	110,2	107,1	97,9	97,9	94	100	97	89	89
efficacité énergétique (%)	1009	1007	1005	1013	1015	100	100	100	101	101
bilan énergétique (GJ/ha)	93,7	99,2	96,4	88,3	88,3	94	100	97	89	89
Coût de production (MJ/q)	152	152	152	151	151	100	100	100	99	99
Bilan azoté (kg N/ha)	6	10	8	-11	-11	60	100	80	-110	-110

Orge de printemps - Zone 3

CALCULS INDICATEURS	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	58,5	62,6	62	56	56	93	100	99	89	89
IFT total	2,7	3,9	3,95	2,65	2,15	69	100	101	68	55
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,4	9,8	10	9,9	10,3	86	100	102	101	105
temps de travail (h/ha)	2,9	3,1	3,1	3,3	3,4	94	100	101	106	109
Produit brut (euros/ha)	644	689	682	616	616	93	100	99	89	89
Charges opérationnelles phytos	138	192	201	120	103	72	100	104	62	53
Charges opérationnelles engrais	138	149	147	133	133	93	100	99	89	89
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	250	262	263	276	287	96	100	101	106	110
Coût de production (€/q)	5,8	6,5	6,7	5,7	5,4	90	100	103	87	83
efficacité économique (%)	109	103	101	104	105	106	100	98	101	102
MARGE BRUTE (€/ha)	303	282	269	298	316	107	100	95	106	112
MARGE DIRECTE (€/ha)	52	20	6	22	29	256	100	28	106	142
cout énergétique (GJ/ha)	10,5	11,1	11,0	10,7	10,9	94	100	99	97	98
produit énergétique (GJ/ha)	89,5	95,8	94,9	85,7	85,7	93	100	99	89	89
efficacité énergétique (%)	854	863	862	799	787	99	100	100	93	91
bilan énergétique (GJ/ha)	79,0	84,7	83,9	75,0	74,8	93	100	99	89	88
Coût de production (MJ/q)	179	177	177	191	194	101	100	100	108	110
Bilan azoté (kg N/ha)	29	33	32	29	29	88	100	97	88	88

Colza - Zone 1

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	29,8	31,3	29,3	26,6	25,3	95	100	94	85	81
IFT total	6	8,3	6	4,2	2,95	72	100	72	51	36
nombre de passages (hors semis et récolte)	12,3	14,9	12,3	10,3	10,8	83	100	83	69	72
temps de travail (h/ha)	3,5	3,8	3,4	3,1	3,9	90	100	89	82	103
Produit brut (euros/ha)	715	751	703	638	607	95	100	94	85	81
Charges opérationnelles phytos	156	203	153	109	57	77	100	75	54	28
Charges opérationnelles engrais	165	175	162	144	136	94	100	93	82	78
Charges opérationnelles semences	37	37	37	37	37	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	282	303	278	262	296	93	100	92	86	98
Coût de production (€/q)	12,0	13,3	12,0	10,9	9,1	90	100	90	82	69
efficacité économique (%)	112	105	112	116	115	107	100	107	111	110
MARGE BRUTE (€/ha)	358	336	352	348	377	106	100	105	103	112
MARGE DIRECTE (€/ha)	75	33	74	86	81	229	100	225	262	245
cout énergétique (GJ/ha)	12,8	13,5	12,6	11,5	11,8	95	100	94	85	88
produit énergétique (GJ/ha)	67,6	71,1	66,5	60,4	57,4	95	100	94	85	81
efficacité énergétique (%)	529	528	527	526	485	100	100	100	100	92
bilan énergétique (GJ/ha)	54,9	57,6	53,9	48,9	45,6	95	100	94	85	79
Coût de production (MJ/q)	429	430	431	432	468	100	100	100	100	109
Bilan azoté (kg N/ha)	56	60	54	46	42	92	100	90	76	70

Colza - Zone 2

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	30,6	31	29	26,3	25	99	100	94	85	81
IFT total	6	8,3	6	4	2,95	72	100	72	48	36
nombre de passages (hors semis et récolte)	13,2	15,9	13,2	11,7	11,5	83	100	83	74	72
temps de travail (h/ha)	3,6	4,0	3,6	4,0	4,1	91	100	89	101	102
Produit brut (euros/ha)	734	744	696	631	600	99	100	94	85	81
Charges opérationnelles phytos	158	203	153	101	57	78	100	75	50	28
Charges opérationnelles engrais	167	170	157	139	131	98	100	92	82	77
Charges opérationnelles semences	37	37	37	37	37	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	292	314	288	299	304	93	100	92	95	97
Coût de production (€/q)	11,8	13,3	11,9	10,5	9,0	89	100	90	79	68
efficacité économique (%)	112	103	110	110	113	109	100	107	107	110
MARGE BRUTE (€/ha)	372	333	350	354	375	112	100	105	106	112
MARGE DIRECTE (€/ha)	80	19	62	55	70	416	100	322	288	365
cout énergétique (GJ/ha)	12,9	13,3	12,4	11,9	11,6	97	100	93	89	87
produit énergétique (GJ/ha)	69,5	70,4	65,8	59,7	56,8	99	100	94	85	81
efficacité énergétique (%)	537	529	530	503	488	102	100	100	95	92
bilan énergétique (GJ/ha)	56,5	57,1	53,4	47,8	45,1	99	100	94	84	79
Coût de production (MJ/q)	423	429	428	451	465	98	100	100	105	108
Bilan azoté (kg N/ha)	54	57	50	41	38	95	100	88	72	66

Colza - Zone 3

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	28,7	31	29	26,3	25	93	100	94	85	81
IFT total	7,1	9,3	5,9	4,2	2,95	76	100	63	45	32
nombre de passages (hors semis et récolte)	14,4	16,9	13	12,2	11,8	85	100	77	72	70
temps de travail (h/ha)	3,7	4,1	3,5	4,2	4,2	91	100	85	103	104
Produit brut (euros/ha)	689	744	696	631	600	93	100	94	85	81
Charges opérationnelles phytos	178	218	161	109	57	81	100	74	50	26
Charges opérationnelles engrais	170	185	172	154	146	92	100	93	83	79
Charges opérationnelles semences	37	37	37	37	37	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	299	319	283	306	310	94	100	89	96	97
Coût de production (€/q)	13,4	14,2	12,8	11,4	9,6	94	100	90	81	68
efficacité économique (%)	101	98	107	104	109	103	100	109	106	111
MARGE BRUTE (€/ha)	304	304	326	331	359	100	100	107	109	118
MARGE DIRECTE (€/ha)	5	-15	43	25	50	-33	100	-281	-163	-328
cout énergétique (GJ/ha)	13,4	14,3	13,4	13,0	12,8	94	100	94	91	90
produit énergétique (GJ/ha)	65,1	70,4	65,8	59,7	56,8	93	100	94	85	81
efficacité énergétique (%)	487	493	491	458	444	99	100	100	93	90
bilan énergétique (GJ/ha)	51,8	56,1	52,4	46,7	44,0	92	100	93	83	78
Coût de production (MJ/q)	466	461	463	496	512	101	100	100	108	111
Bilan azoté (kg N/ha)	68	75	69	60	57	91	100	92	80	76

Maïs grain - Zone 1

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	81,6	83,3	83,3	78,3	75	98	100	100	94	90
IFT total	1,7	2,7	1,6	1	0,6	63	100	59	37	22
nombre de passages (hors semis et récolte)	7,4	8,6	7,3	7,9	9,6	86	100	85	92	112
temps de travail (h/ha)	3,3	3,5	3,3	4,2	5,4	95	100	95	122	156
Produit brut (euros/ha)	898	916	916	861	825	98	100	100	94	90
Charges opérationnelles phytos	73	108	68	46	30	68	100	64	43	28
Charges opérationnelles engrais	141	144	144	133	126	98	100	100	92	87
Charges opérationnelles semences	125	125	125	125	125	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	272	281	271	307	358	97	100	96	109	127
Coût de production (€/q)	4,2	4,5	4,1	3,9	3,7	92	100	90	86	83
efficacité économique (%)	147	139	151	141	129	106	100	108	101	93
MARGE BRUTE (€/ha)	558	539	578	557	544	104	100	107	103	101
MARGE DIRECTE (€/ha)	287	258	308	250	187	111	100	119	97	72
cout énergétique (GJ/ha)	10,7	11,0	10,9	11,1	11,9	98	100	100	101	109
produit énergétique (GJ/ha)	118,3	120,8	120,8	113,5	108,8	98	100	100	94	90
efficacité énergétique (%)	1105	1100	1105	1020	911	100	100	100	93	83
bilan énergétique (GJ/ha)	107,6	109,8	109,9	102,4	96,8	98	100	100	93	88
Coût de production (MJ/q)	131	132	131	142	159	100	100	100	108	121
Bilan azoté (kg N/ha)	-9	-9	-9	-11	-14	105	100	100	128	151

Mais grain - Zone 2

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	92,6	96,7	96,7	90,9	87	96	100	100	94	90
IFT total	2,2	3,5	2,1	1,7	0,9	63	100	60	49	26
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,5	9,8	8,3	9,1	10	87	100	85	93	102
temps de travail (h/ha)	3,4	3,6	3,4	4,2	5,3	95	100	94	116	147
Produit brut (euros/ha)	1019	1064	1064	1000	957	96	100	100	94	90
Charges opérationnelles phytos	83	117	82	62	33	71	100	70	53	29
Charges opérationnelles engrais	192	202	202	188	179	95	100	100	93	89
Charges opérationnelles semences	125	125	125	125	125	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	276	287	275	308	353	96	100	96	107	123
Coût de production (€/q)	4,3	4,6	4,2	4,1	3,9	94	100	92	90	85
efficacité économique (%)	151	146	156	146	139	103	100	107	100	95
MARGE BRUTE (€/ha)	619	620	655	625	620	100	100	106	101	100
MARGE DIRECTE (€/ha)	343	334	381	317	267	103	100	114	95	80
cout énergétique (GJ/ha)	13,4	14,0	13,9	14,0	14,6	96	100	100	100	104
produit énergétique (GJ/ha)	134,3	140,2	140,2	131,8	126,2	96	100	100	94	90
efficacité énergétique (%)	1000	1002	1006	944	862	100	100	100	94	86
bilan énergétique (GJ/ha)	120,8	126,2	126,3	117,8	111,5	96	100	100	93	88
Coût de production (MJ/q)	145	145	144	154	168	100	100	100	106	116
Bilan azoté (kg N/ha)	29	32	32	29	26	91	100	100	90	80

Tournesol

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	22,7	23,6	26,3	22,7	23,6	96	100	111	96	100
IFT total	2,2	3,2	2,7	1,2	1,1	69	100	84	38	34
nombre de passages (hors semis et récolte)	6,8	8	7,5	7,6	8,4	85	100	94	95	105
temps de travail (h/ha)	3,1	3,2	3,2	4,7	5,0	95	100	98	146	155
Produit brut (euros/ha)	545	566	631	545	566	96	100	111	96	100
Charges opérationnelles phytos	93	129	116	45	41	72	100	90	35	32
Charges opérationnelles engrais	73	77	90	73	77	94	100	117	94	100
Charges opérationnelles semences	86	86	86	86	86	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	247	257	253	309	329	96	100	98	120	128
Coût de production (€/q)	11,1	12,4	11,1	9,0	8,7	90	100	90	73	70
efficacité économique (%)	109	103	116	106	106	106	100	112	103	103
MARGE BRUTE (€/ha)	293	274	339	341	362	107	100	124	124	132
MARGE DIRECTE (€/ha)	45	17	86	31	32	267	100	508	185	190
cout énergétique (GJ/ha)	7,0	7,3	7,8	8,3	9,0	96	100	106	114	123
produit énergétique (GJ/ha)	35,0	36,3	40,5	35,0	36,3	96	100	111	96	100
efficacité énergétique (%)	502	498	522	420	404	101	100	105	84	81
bilan énergétique (GJ/ha)	28,0	29,1	32,7	26,6	27,3	96	100	113	92	94
Coût de production (MJ/q)	307	309	295	366	381	99	100	95	119	123
Bilan azoté (kg N/ha)	-4	-2	3	-4	-2	224	100	-165	224	100

Pomme de terre

CALCULS INDICATEURS	Actuel	Niveaux de rupture				Actuel	Niveaux de rupture				
		Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c		Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	
						en %/intensif					
Rendement	41,2	42,6	40	34	34	97	100	94	80	80	
IFT total	16,1	21,2	16,7	12,6	11,6	76	100	79	59	55	
nombre de passages (hors semis et récolte)	25,2	30,1	23,7	23,8	23,7	84	100	79	79	79	
temps de travail (h/ha)	7,6	8,3	7,4	9,9	10,7	92	100	89	120	130	
Produit brut (euros/ha)	6592	6816	6400	5440	5440	97	100	94	80	80	
Charges opérationnelles phytos	351	446	364	262	218	79	100	81	59	49	
Charges opérationnelles engrais	290	301	281	232	232	96	100	93	77	77	
Charges opérationnelles semences	800	800	800	800	800	100	100	100	100	100	
charges de mécanisation et MO	635	674	623	708	736	94	100	92	105	109	
Coût de production (€/q)	35,0	36,3	36,1	38,0	36,7	96	100	99	105	101	
efficacité économique (%)	318	307	310	272	274	104	100	101	89	89	
MARGE BRUTE (€/ha)	5152	5269	4956	4146	4191	98	100	94	79	80	
MARGE DIRECTE (€/ha)	4517	4595	4333	3439	3454	98	100	94	75	75	
cout énergétique (GJ/ha)	14,4	15,0	14,2	14,5	15,3	96	100	95	97	102	
produit énergétique (GJ/ha)	13,2	13,6	12,8	10,9	10,9	97	100	94	80	80	
efficacité énergétique (%)	92	91	90	75	71	101	100	99	82	78	
bilan énergétique (GJ/ha)	-1,2	-1,3	-1,4	-3,7	-4,4	90	100	102	274	328	
Coût de production (MJ/q)	349	351	354	428	449	99	100	101	122	128	
Bilan azoté (kg N/ha)	11	13	10	0	0	84	100	78	0	0	

Betterave

CALCULS INDICATEURS	Actuel	Niveaux de rupture				Actuel	Niveaux de rupture			
		Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c		Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
						en %/intensif				
Rendement	77,5	78,8	78,8	74	72	98	100	100	94	91
IFT total	4,2	5,9	4,8	2,6	1,9	71	100	81	44	32
nombre de passages (hors semis et récolte)	13,8	16,6	14,7	12,1	11	83	100	89	73	66
temps de travail (h/ha)	5,7	6,1	5,8	5,5	5,4	94	100	96	91	88
Produit brut (euros/ha)	2015	2049	2049	1924	1872	98	100	100	94	91
Charges opérationnelles phytos	186	241	209	100	68	77	100	87	42	28
Charges opérationnelles engrais	169	175	175	161	159	97	100	100	92	91
Charges opérationnelles semences	230	230	230	230	230	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	516	539	523	503	495	96	100	97	93	92
Coût de production (€/q)	7,6	8,2	7,8	6,6	6,3	92	100	95	81	77
efficacité économique (%)	183	173	180	193	197	106	100	104	112	114
MARGE BRUTE (€/ha)	1430	1404	1435	1432	1415	102	100	102	102	101
MARGE DIRECTE (€/ha)	913	865	912	929	921	106	100	105	107	106
cout énergétique (GJ/ha)	11,6	12,0	11,9	11,3	11,3	96	100	99	95	94
produit énergétique (GJ/ha)	20,2	20,5	20,5	19,2	18,7	98	100	100	94	91
efficacité énergétique (%)	174	171	172	170	165	102	100	101	99	97
bilan énergétique (GJ/ha)	8,6	8,5	8,6	7,9	7,4	101	100	101	93	87
Coût de production (MJ/q)	149	152	151	153	157	98	100	99	101	103
Bilan azoté (kg N/ha)	-11	-8	-8	-11	-8	137	100	100	134	98

Pois - Zone 1

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	46,9	49	49	47	47	96	100	100	96	96
IFT total	4,6	6,5	6,3	3,75	3,5	71	100	97	58	54
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,2	11,4	11,3	8,7	10,4	81	100	99	76	91
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,6	3,3	3,7	91	100	100	92	103
Produit brut (euros/ha)	539	564	564	541	541	96	100	100	96	96
Charges opérationnelles phytos	121	161	159	111	96	75	100	99	68	59
Charges opérationnelles engrais	55	58	58	55	55	96	100	100	96	96
Charges opérationnelles semences	80	80	80	80	80	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	282	299	298	283	313	94	100	100	95	105
Coût de production (€/q)	5,5	6,1	6,1	5,2	4,9	89	100	99	86	81
efficience économique (%)	100	94	95	102	99	107	100	101	108	105
MARGE BRUTE (€/ha)	283	264	267	295	309	107	100	101	111	117
MARGE DIRECTE (€/ha)	2	-35	-32	11	-4	-5	100	91	-33	10
cout énergétique (GJ/ha)	5,1	5,2	5,2	5,2	5,7	97	100	100	99	109
produit énergétique (GJ/ha)	67,1	70,1	70,1	67,2	67,2	96	100	100	96	96
efficience énergétique (%)	1324	1342	1345	1304	1185	99	100	100	97	88
bilan énergétique (GJ/ha)	62,0	64,8	64,9	62,1	61,5	96	100	100	96	95
Coût de production (MJ/q)	108	107	106	110	121	101	100	100	103	113
Bilan azoté (kg N/ha)	-169	-176	-176	-169	-169	96	100	100	96	96

Pois - Zone 2

	Niveaux de rupture					Niveaux de rupture				
	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c	Actuel	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2a	Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS						en %/intensif				
Rendement	34,6	35	35	33	33	99	100	100	94	94
IFT total	4,6	6,5	6,3	3,75	3,5	71	100	97	58	54
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,2	11,4	11,3	8,7	10,4	81	100	99	76	91
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,6	3,3	3,7	91	100	100	92	103
Produit brut (euros/ha)	398	403	403	380	380	99	100	100	94	94
Charges opérationnelles phytos	121	161	159	111	96	75	100	99	68	59
Charges opérationnelles engrais	41	41	41	39	39	99	100	100	94	94
Charges opérationnelles semences	80	80	80	80	80	100	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	282	299	298	283	313	94	100	100	95	105
Coût de production (€/q)	7,0	8,1	8,0	7,0	6,5	86	100	99	86	81
efficience économique (%)	76	69	70	74	72	110	100	101	107	104
MARGE BRUTE (€/ha)	156	120	122	150	165	130	100	102	125	137
MARGE DIRECTE (€/ha)	-125	-179	-176	-133	-148	70	100	98	74	83
cout énergétique (GJ/ha)	5,1	5,2	5,2	5,2	5,7	97	100	100	99	109
produit énergétique (GJ/ha)	49,5	50,1	50,1	47,2	47,2	99	100	100	94	94
efficience énergétique (%)	977	958	961	915	832	102	100	100	96	87
bilan énergétique (GJ/ha)	44,4	44,8	44,8	42,0	41,5	99	100	100	94	93
Coût de production (MJ/q)	146	149	149	156	172	98	100	100	105	115
Bilan azoté (kg N/ha)	-125	-126	-126	-119	-119	99	100	100	94	94

Triticale	Niveau de rupture Niveau 2c	Chanvre	Niveau de rupture Niveau 2c	Luzerne	Niveau de rupture Niveau 2c
CALCULS INDICATEURS		CALCULS INDICATEURS		CALCULS INDICATEURS	
Rendement	62	Rendement	8,5	Rendement	12
IFT total	1,53	IFT total	0	IFT total	0,6
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,5	nombre de passages (hors semis et récolte)	4	nombre de passages (hors semis et récolte)	2,8
temps de travail (h/ha)	4,6	temps de travail (h/ha)	1,8	temps de travail (h/ha)	1,3
Produit brut (euros/ha)	620	Produit brut (euros/ha)	255	Produit brut (euros/ha)	600
Charges opérationnelles phytos	46	Charges opérationnelles phytos	0	Charges opérationnelles phytos	18
Charges opérationnelles engrais	148	Charges opérationnelles engrais	162	Charges opérationnelles engrais	187
Charges opérationnelles semences	60	Charges opérationnelles semences	90	Charges opérationnelles semences	40
charges de mécanisation et MO	466	charges de mécanisation et MO (hors récolte)	124	charges de mécanisation et MO (hors fauche)	93
Coût de production (€/q)	4,1	Coût de production (€/q)	29,6	Coût de production (€/q)	20,4
efficacité économique (%)	86	efficacité économique (%)	68	efficacité économique (%)	178
MARGE BRUTE (€/ha)	366	MARGE BRUTE (€/ha)	3	MARGE BRUTE (€/ha)	355
MARGE DIRECTE (€/ha)	-100	MARGE DIRECTE (€/ha)	-121	MARGE DIRECTE (€/ha)	262
cout énergétique (GJ/ha)	11,6	cout énergétique (GJ/ha)	8,0	cout énergétique (GJ/ha)	3,0
produit énergétique (GJ/ha)	92,4	produit énergétique (GJ/ha)	13,9	produit énergétique (GJ/ha)	18,0
efficacité énergétique (%)	799	efficacité énergétique (%)	175	efficacité énergétique (%)	605
bilan énergétique (GJ/ha)	80,8	bilan énergétique (GJ/ha)	6,0	bilan énergétique (GJ/ha)	15,0
Coût de production (MJ/q)	186	Coût de production (MJ/q)	940	Coût de production (MJ/q)	248
Bilan azoté (kg N/ha)	7	Bilan azoté (kg N/ha)	90	Bilan azoté (kg N/ha)	0

B3. Calcul des indicateurs à l'échelle des successions culturales dominantes, par zone du groupe « Scénarios »

ZONE A (centre Poitou)

Colza-blé-blé-orge

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,2	5,9	4,4	2,8	71	100	75	47
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,5	12,6	11,1	10,0	83	100	88	79
temps de travail (h/ha)	3,1	3,4	3,2	3,3	91	100	93	95
Produit brut (euros/ha)	760	801	775	708	95	100	97	88
Charges opérationnelles phytos	138	181	142	91	76	100	79	51
Charges opérationnelles engrais	169	180	174	155	94	100	96	86
Charges opérationnelles semences	51	51	51	41	100	100	100	80
charges de mécanisation et MO	264	282	268	271	94	100	95	96
Coût de production (€/q)	6,9	7,6	6,9	6,0	91	100	91	79
efficacité économique (%)	123	117	123	128	106	100	106	110
MARGE BRUTE (€/ha)	403	389	409	421	103	100	105	108
MARGE DIRECTE (€/ha)	139	107	142	150	129	100	132	140
cout énergétique (GJ/ha)	12,0	12,7	12,4	11,6	95	100	97	91
produit énergétique (GJ/ha)	92	97	94	86	95	100	97	89
efficacité énergétique (%)	769	766	763	742	100	100	100	97
bilan énergétique (GJ/ha)	80	84	82	74	95	100	97	88
Coût de production (MJ/q)	236	237	238	247	99	100	100	104
Bilan azoté (kg N/ha)	32	36	34	27	88	100	93	74

ZONE A (centre Poitou)

Colza-blé-tournesol-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	3,9	5,5	4,2	2,5	70	100	77	46
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,8	11,8	10,5	9,7	83	100	89	82
temps de travail (h/ha)	3,1	3,4	3,2	3,7	92	100	95	109
Produit brut (euros/ha)	745	783	776	700	95	100	99	89
Charges opérationnelles phytos	117	154	123	73	76	100	80	47
Charges opérationnelles engrais	149	158	155	137	94	100	98	86
Charges opérationnelles semences	56	56	56	46	100	100	100	82
charges de mécanisation et MO	261	277	266	284	94	100	96	102
Coût de production (€/q)	8,2	9,1	8,2	7,0	90	100	91	77
efficacité économique (%)	128	121	129	130	106	100	107	107
MARGE BRUTE (€/ha)	424	414	442	444	102	100	107	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	163	137	175	161	119	100	128	117
cout énergétique (GJ/ha)	11,0	11,6	11,4	11,0	95	100	98	95
produit énergétique (GJ/ha)	75	79	77	70	95	100	98	89
efficacité énergétique (%)	665	662	663	622	100	100	100	94
bilan énergétique (GJ/ha)	64	67	66	59	95	100	98	88
Coût de production (MJ/q)	271	273	270	296	99	100	99	108
Bilan azoté (kg N/ha)	24	28	26	19	86	100	95	69

ZONE A (centre Poitou)

Colza-blé-tournesol-blé D-pois-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	3,9	5,6	4,4	2,7	70	100	80	49
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,8	11,8	10,6	9,6	83	100	90	81
temps de travail (h/ha)	3,1	3,4	3,2	3,5	92	100	95	104
Produit brut (euros/ha)	721	754	745	679	96	100	99	90
Charges opérationnelles phytos	114	152	124	80	75	100	81	52
Charges opérationnelles engrais	141	149	146	130	95	100	98	87
Charges opérationnelles semences	61	61	61	55	100	100	100	89
charges de mécanisation et MO	263	279	269	279	94	100	96	100
Coût de production (€/q)	7,5	8,2	7,6	6,6	91	100	92	80
efficacité économique (%)	124	117	124	125	106	100	106	107
MARGE BRUTE (€/ha)	404	391	413	414	103	100	106	106
MARGE DIRECTE (€/ha)	141	112	145	135	125	100	128	120
cout énergétique (GJ/ha)	10,5	11,0	10,8	10,4	95	100	98	94
produit énergétique (GJ/ha)	74	78	76	70	95	100	98	90
efficacité énergétique (%)	758	759	760	722	100	100	100	95
bilan énergétique (GJ/ha)	64	67	66	59	95	100	98	89
Coût de production (MJ/q)	241	242	240	260	100	100	99	107
Bilan azoté (kg N/ha)	2	4	2	-3	54	100	64	-66

ZONE A (centre Poitou)

Mais-bléD

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,8	4,2	2,8	2,2	65	100	65	52
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,5	11,1	9,4	9,6	86	100	85	86
temps de travail (h/ha)	3,2	3,4	3,2	3,6	93	100	93	106
Produit brut (euros/ha)	911	948	933	865	96	100	98	91
Charges opérationnelles phytos	91	126	88	68	72	100	69	54
Charges opérationnelles engrais	195	203	200	184	96	100	98	90
Charges opérationnelles semences	95	95	95	95	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	264	276	262	282	95	100	95	102
Coût de production (€/q)	5,4	5,9	5,3	5,3	93	100	91	90
efficacité économique (%)	141	135	144	137	105	100	107	101
MARGE BRUTE (€/ha)	530	523	551	518	101	100	105	99
MARGE DIRECTE (€/ha)	267	247	289	235	108	100	117	95
cout énergétique (GJ/ha)	13,7	14,2	14,0	13,6	96	100	98	95
produit énergétique (GJ/ha)	106	111	109	102	96	100	99	92
efficacité énergétique (%)	781	783	784	743	100	100	100	95
bilan énergétique (GJ/ha)	93	97	95	88	96	100	99	91
Coût de production (MJ/q)	200	199	199	209	100	100	100	105
Bilan azoté (kg N/ha)	58	61	59	53	95	100	97	88

ZONE A (centre Poitou)**Tournesol-blé-orge P**

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,8	4,1	3,6	2,1	69	100	87	51
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,3	9,8	9,4	9,1	84	100	96	93
temps de travail (h/ha)	3,0	3,2	3,1	3,7	93	100	98	116
Produit brut (euros/ha)	680	722	734	658	94	100	102	91
Charges opérationnelles phytos	113	155	143	80	73	100	92	51
Charges opérationnelles engrais	129	140	141	124	93	100	101	89
Charges opérationnelles semences	67	67	67	60	100	100	100	90
charges de mécanisation et MO	250	262	259	283	95	100	99	108
Coût de production (€/q)	7,3	8,1	7,6	6,3	90	100	94	78
efficacité économique (%)	121	115	121	121	105	100	105	105
MARGE BRUTE (€/ha)	371	360	382	393	103	100	106	109
MARGE DIRECTE (€/ha)	121	98	123	111	123	100	125	113
cout énergétique (GJ/ha)	9,8	10,4	10,5	10,3	94	100	101	99
produit énergétique (GJ/ha)	74	79	79	71	94	100	100	90
efficacité énergétique (%)	722	724	728	667	100	100	101	92
bilan énergétique (GJ/ha)	64	68	68	61	94	100	100	89
Coût de production (MJ/q)	221	221	217	247	100	100	98	112
Bilan azoté (kg N/ha)	16	20	20	15	81	100	104	75

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)**Colza-blé-orge P**

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,5	6,3	5,0	3,1	72	100	78	49
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,1	13,1	11,4	10,3	84	100	87	78
temps de travail (h/ha)	3,2	3,5	3,3	3,4	92	100	92	97
Produit brut (euros/ha)	783	817	797	720	96	100	98	88
Charges opérationnelles phytos	143	190	162	100	75	100	85	53
Charges opérationnelles engrais	169	178	169	153	95	100	95	86
Charges opérationnelles semences	51	51	51	44	100	100	100	87
charges de mécanisation et MO	271	287	271	278	94	100	94	97
Coût de production (€/q)	7,5	8,4	7,8	6,8	90	100	93	81
efficacité économique (%)	123	115	122	126	107	100	106	109
MARGE BRUTE (€/ha)	421	398	416	423	106	100	104	106
MARGE DIRECTE (€/ha)	150	111	145	145	136	100	131	131
cout énergétique (GJ/ha)	12,2	12,8	12,2	11,7	96	100	95	92
produit énergétique (GJ/ha)	90	94	92	83	96	100	98	88
efficacité énergétique (%)	744	742	759	710	100	100	102	96
bilan énergétique (GJ/ha)	78	81	80	72	96	100	98	88
Coût de production (MJ/q)	257	259	256	272	99	100	99	105
Bilan azoté (kg N/ha)	36	39	33	30	91	100	83	76

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)

Colza-blé-orge H

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,8	6,7	4,8	3,0	72	100	72	45
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,5	13,7	11,3	9,9	84	100	82	73
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,2	3,3	91	100	89	92
Produit brut (euros/ha)	770	800	780	707	96	100	97	88
Charges opérationnelles phytos	156	204	159	100	76	100	78	49
Charges opérationnelles engrais	174	183	174	157	95	100	95	86
Charges opérationnelles semences	51	51	51	44	100	100	100	87
charges de mécanisation et MO	274	293	269	271	94	100	92	93
Coût de production (€/q)	7,6	8,4	7,6	6,6	90	100	90	78
efficacité économique (%)	118	110	120	124	107	100	109	113
MARGE BRUTE (€/ha)	389	362	396	406	107	100	109	112
MARGE DIRECTE (€/ha)	115	69	126	134	166	100	182	193
cout énergétique (GJ/ha)	12,4	13,0	12,4	11,8	95	100	95	90
produit énergétique (GJ/ha)	94	98	96	87	96	100	98	89
efficacité énergétique (%)	765	759	779	745	101	100	103	98
bilan énergétique (GJ/ha)	82	85	84	76	96	100	98	88
Coût de production (MJ/q)	253	256	252	265	99	100	98	103
Bilan azoté (kg N/ha)	36	39	33	29	91	100	83	74

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)

Pois-blé-orge P

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,1	5,7	5,1	3,0	71	100	88	52
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,7	11,6	10,8	9,3	84	100	93	80
temps de travail (h/ha)	3,1	3,4	3,3	3,2	92	100	96	93
Produit brut (euros/ha)	718	757	753	690	95	100	99	91
Charges opérationnelles phytos	130	176	164	104	74	100	93	59
Charges opérationnelles engrais	132	140	136	125	94	100	97	89
Charges opérationnelles semences	65	65	65	58	100	100	100	90
charges de mécanisation et MO	267	282	274	272	95	100	97	96
Coût de production (€/q)	5,4	6,0	5,8	5,0	90	100	97	83
efficacité économique (%)	119	113	117	123	106	100	104	110
MARGE BRUTE (€/ha)	392	375	388	403	104	100	103	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	124	93	114	130	134	100	122	140
cout énergétique (GJ/ha)	9,6	10,1	9,8	9,5	95	100	97	94
produit énergétique (GJ/ha)	89	94	94	86	95	100	99	91
efficacité énergétique (%)	1006	1013	1031	977	99	100	102	96
bilan énergétique (GJ/ha)	80	84	84	76	95	100	100	91
Coût de production (MJ/q)	152	152	148	158	100	100	98	104
Bilan azoté (kg N/ha)	-38	-38	-43	-40	100	100	112	105

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)

Pois-blé-orge H

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,3	6,1	4,9	2,9	71	100	80	48
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,2	12,2	10,6	8,9	84	100	87	73
temps de travail (h/ha)	3,2	3,5	3,2	3,1	91	100	93	88
Produit brut (euros/ha)	705	740	735	676	95	100	99	91
Charges opérationnelles phytos	143	190	161	103	75	100	85	54
Charges opérationnelles engrais	137	146	141	130	94	100	97	89
Charges opérationnelles semences	65	65	65	58	100	100	100	90
charges de mécanisation et MO	270	288	273	266	94	100	95	92
Coût de production (€/q)	5,4	6,0	5,6	4,8	90	100	93	80
efficacité économique (%)	114	107	115	122	106	100	107	114
MARGE BRUTE (€/ha)	359	339	368	386	106	100	108	114
MARGE DIRECTE (€/ha)	89	51	95	119	173	100	185	232
cout énergétique (GJ/ha)	9,8	10,3	10,0	9,5	95	100	96	92
produit énergétique (GJ/ha)	94	98	98	90	95	100	99	91
efficacité énergétique (%)	1028	1030	1050	1012	100	100	102	98
bilan énergétique (GJ/ha)	84	88	88	80	95	100	100	91
Coût de production (MJ/q)	148	148	145	151	100	100	97	101
Bilan azoté (kg N/ha)	-38	-38	-42	-41	101	100	111	107

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)

Betterave-blé-orge H

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,2	5,9	4,4	2,5	72	100	74	43
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,7	13,9	11,8	10,1	84	100	85	72
temps de travail (h/ha)	4,0	4,3	4,0	3,8	92	100	92	89
Produit brut (euros/ha)	1197	1235	1230	1138	97	100	100	92
Charges opérationnelles phytos	165	216	178	99	76	100	82	46
Charges opérationnelles engrais	175	185	180	165	95	100	98	89
Charges opérationnelles semences	115	115	115	108	100	100	100	94
charges de mécanisation et MO	348	368	348	340	95	100	95	92
Coût de production (€/q)	6,1	6,7	6,2	5,3	92	100	92	79
efficacité économique (%)	141	133	143	152	106	100	108	114
MARGE BRUTE (€/ha)	741	719	758	765	103	100	105	106
MARGE DIRECTE (€/ha)	393	351	410	425	112	100	117	121
cout énergétique (GJ/ha)	12,0	12,6	12,2	11,6	95	100	97	92
produit énergétique (GJ/ha)	78	82	81	74	95	100	99	90
efficacité énergétique (%)	644	640	659	634	101	100	103	99
bilan énergétique (GJ/ha)	66	69	69	62	95	100	100	90
Coût de production (MJ/q)	162	164	160	165	99	100	98	101
Bilan azoté (kg N/ha)	14	18	14	12	79	100	76	66

ZONE B (IdF Champagne Ardenne Bourgogne)

Colza-blé-pois-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	5,1	7,1	5,5	3,2	72	100	78	46
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,4	13,7	11,6	9,7	83	100	85	71
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,3	3,3	91	100	91	91
Produit brut (euros/ha)	805	836	821	749	96	100	98	90
Charges opérationnelles phytos	136	179	144	93	76	100	81	52
Charges opérationnelles engrais	156	164	155	142	95	100	95	87
Charges opérationnelles semences	54	54	54	44	100	100	100	82
charges de mécanisation et MO	278	297	277	275	94	100	93	93
Coût de production (€/q)	6,8	7,5	6,9	6,0	90	100	91	79
efficacité économique (%)	128	119	130	135	107	100	108	113
MARGE BRUTE (€/ha)	458	439	468	470	104	100	107	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	180	143	191	196	126	100	134	137
cout énergétique (GJ/ha)	11,1	11,6	11,0	10,6	96	100	94	91
produit énergétique (GJ/ha)	90	93	92	84	96	100	98	90
efficacité énergétique (%)	886	886	911	866	100	100	103	98
bilan énergétique (GJ/ha)	79	82	81	73	96	100	99	90
Coût de production (MJ/q)	218	219	214	227	99	100	98	103
Bilan azoté (kg N/ha)	-17	-16	-24	-22	105	100	150	142

ZONE D (Lorraine Alsace Franche comté)

Colza-blé-orge H

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,3	6,1	4,3	2,7	71	100	71	45
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,8	12,9	10,9	9,8	84	100	84	76
temps de travail (h/ha)	3,2	3,5	3,2	3,3	91	100	91	94
Produit brut (euros/ha)	735	767	742	673	96	100	97	88
Charges opérationnelles phytos	144	189	149	93	76	100	79	49
Charges opérationnelles engrais	168	177	170	151	95	100	96	85
Charges opérationnelles semences	51	51	51	44	100	100	100	87
charges de mécanisation et MO	268	286	267	271	94	100	93	95
Coût de production (€/q)	7,5	8,3	7,6	6,6	90	100	91	79
efficacité économique (%)	118	110	118	122	107	100	107	110
MARGE BRUTE (€/ha)	373	350	372	385	107	100	106	110
MARGE DIRECTE (€/ha)	105	63	105	114	165	100	166	180
cout énergétique (GJ/ha)	12,1	12,7	12,3	11,5	95	100	96	90
produit énergétique (GJ/ha)	90	95	92	84	96	100	97	88
efficacité énergétique (%)	754	749	752	731	101	100	100	98
bilan énergétique (GJ/ha)	78	82	80	72	96	100	97	88
Coût de production (MJ/q)	255	258	257	268	99	100	100	104
Bilan azoté (kg N/ha)	36	40	37	29	91	100	92	73

ZONE D (Lorraine Alsace Franche comté)

Colza-blé-pois-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,4	6,2	4,9	2,9	71	100	79	47
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,3	12,5	11,0	9,6	83	100	88	77
temps de travail (h/ha)	3,2	3,5	3,3	3,3	91	100	93	95
Produit brut (euros/ha)	753	786	765	699	96	100	97	89
Charges opérationnelles phytos	118	156	129	83	75	100	83	53
Charges opérationnelles engrais	147	155	149	132	95	100	96	86
Charges opérationnelles semences	54	54	54	44	100	100	100	82
charges de mécanisation et MO	269	287	273	273	94	100	95	95
Coût de production (€/q)	6,7	7,4	6,9	5,9	90	100	93	80
efficacité économique (%)	128	121	127	132	106	100	105	109
MARGE BRUTE (€/ha)	434	420	433	439	103	100	103	104
MARGE DIRECTE (€/ha)	164	133	159	166	123	100	120	124
cout énergétique (GJ/ha)	10,6	11,1	10,8	10,2	96	100	97	91
produit énergétique (GJ/ha)	84	88	85	78	96	100	98	89
efficacité énergétique (%)	869	870	872	845	100	100	100	97
bilan énergétique (GJ/ha)	73	76	75	68	96	100	98	89
Coût de production (MJ/q)	221	223	222	231	99	100	100	104
Bilan azoté (kg N/ha)	-16	-15	-18	-22	107	100	119	147

ZONE D (Lorraine Alsace Franche comté)

Maïs-maïs-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,3	3,5	2,3	1,3	66	100	65	38
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,1	9,5	8,1	8,2	85	100	86	87
temps de travail (h/ha)	3,2	3,4	3,2	3,8	94	100	94	112
Produit brut (euros/ha)	888	917	911	845	97	100	99	92
Charges opérationnelles phytos	81	115	80	51	70	100	69	44
Charges opérationnelles engrais	155	161	160	145	96	100	99	90
Charges opérationnelles semences	100	100	100	93	100	100	100	93
charges de mécanisation et MO	265	276	265	290	96	100	96	105
Coût de production (€/q)	4,3	4,7	4,3	3,9	92	100	91	83
efficacité économique (%)	148	140	151	147	105	100	107	104
MARGE BRUTE (€/ha)	552	540	571	556	102	100	106	103
MARGE DIRECTE (€/ha)	287	264	306	266	109	100	116	101
cout énergétique (GJ/ha)	11,2	11,7	11,5	11,4	96	100	99	97
produit énergétique (GJ/ha)	112	116	115	107	97	100	99	92
efficacité énergétique (%)	1006	1002	1006	942	100	100	100	94
bilan énergétique (GJ/ha)	101	104	103	95	97	100	99	92
Coût de production (MJ/q)	146	147	147	155	100	100	100	106
Bilan azoté (kg N/ha)	2	4	3	-1	53	100	80	-29

**ZONE D (Lorraine Alsace Franche comté)
monomais**

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	1,7	2,7	1,6	1,0	63	100	59	37
nombre de passages (hors semis et récolte)	7,4	8,6	7,3	7,9	86	100	85	92
temps de travail (h/ha)	3,3	3,5	3,3	4,2	95	100	95	122
Produit brut (euros/ha)	898	916	916	861	98	100	100	94
Charges opérationnelles phytos	73	108	68	46	68	100	64	43
Charges opérationnelles engrais	141	144	144	133	98	100	100	92
Charges opérationnelles semences	125	125	125	125	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	272	281	271	307	97	100	96	109
Coût de production (€/q)	4,2	4,5	4,1	3,9	92	100	90	86
efficacité économique (%)	147	139	151	141	106	100	108	101
MARGE BRUTE (€/ha)	558	539	578	557	104	100	107	103
MARGE DIRECTE (€/ha)	287	258	308	250	111	100	119	97
cout énergétique (GJ/ha)	10,7	11,0	10,9	11,1	98	100	100	101
produit énergétique (GJ/ha)	118	121	121	114	98	100	100	94
efficacité énergétique (%)	1105	1100	1105	1020	100	100	100	93
bilan énergétique (GJ/ha)	108	110	110	102	98	100	100	93
Coût de production (MJ/q)	131	132	131	142	100	100	100	108
Bilan azoté (kg N/ha)	-9	-9	-9	-11	105	100	100	128

**ZONE E (Midi Pyrénées Aquitaine Languedoc)
Monomais**

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,2	3,5	2,1	1,7	63	100	60	49
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,5	9,8	8,3	9,1	87	100	85	93
temps de travail (h/ha)	3,4	3,6	3,4	4,2	95	100	94	116
Produit brut (euros/ha)	1019	1064	1064	1000	96	100	100	94
Charges opérationnelles phytos	83	117	82	62	71	100	70	53
Charges opérationnelles engrais	192	202	202	188	95	100	100	93
Charges opérationnelles semences	125	125	125	125	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	276	287	275	308	96	100	96	107
Coût de production (€/q)	4,3	4,6	4,2	4,1	94	100	92	90
efficacité économique (%)	151	146	156	146	103	100	107	100
MARGE BRUTE (€/ha)	619	620	655	625	100	100	106	101
MARGE DIRECTE (€/ha)	343	334	381	317	103	100	114	95
cout énergétique (GJ/ha)	13,4	14,0	13,9	14,0	96	100	100	100
produit énergétique (GJ/ha)	134	140	140	132	96	100	100	94
efficacité énergétique (%)	1000	1002	1006	944	100	100	100	94
bilan énergétique (GJ/ha)	121	126	126	118	96	100	100	93
Coût de production (MJ/q)	145	145	144	154	100	100	100	106
Bilan azoté (kg N/ha)	29	32	32	29	91	100	100	90

ZONE E (Midi Pyrénées Aquitaine Languedoc)
Tournesol-blé D

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,8	4,1	3,1	2,0	68	100	75	48
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,6	10,2	9,0	8,8	85	100	88	87
temps de travail (h/ha)	3,0	3,2	3,0	3,9	93	100	95	120
Produit brut (euros/ha)	674	699	717	637	96	100	103	91
Charges opérationnelles phytos	96	132	104	60	72	100	79	46
Charges opérationnelles engrais	135	141	144	126	96	100	102	89
Charges opérationnelles semences	76	76	76	76	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	249	262	251	283	95	100	96	108
Coût de production (€/q)	8,8	9,8	8,8	7,7	91	100	90	79
efficience économique (%)	120	113	124	116	106	100	109	103
MARGE BRUTE (€/ha)	367	350	393	376	105	100	112	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	118	89	142	93	133	100	160	105
cout énergétique (GJ/ha)	10,5	10,9	10,9	10,8	96	100	100	99
produit énergétique (GJ/ha)	57	59	60	53	96	100	101	90
efficience énergétique (%)	532	531	542	481	100	100	102	91
bilan énergétique (GJ/ha)	46	48	49	42	96	100	101	88
Coût de production (MJ/q)	280	281	275	315	100	100	98	112
Bilan azoté (kg N/ha)	41	44	45	37	94	100	102	84

ZONE E (Midi Pyrénées Aquitaine Languedoc)
Mono BléD

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	3,3	4,9	3,4	2,7	67	100	69	55
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,4	12,3	10,4	10,0	85	100	85	81
temps de travail (h/ha)	2,9	3,2	2,9	3,0	92	100	91	93
Produit brut (euros/ha)	803	832	803	730	96	100	96	88
Charges opérationnelles phytos	98	136	93	75	72	100	69	55
Charges opérationnelles engrais	198	205	198	179	96	100	96	87
Charges opérationnelles semences	65	65	65	65	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	251	266	250	257	94	100	94	97
Coût de production (€/q)	6,6	7,1	6,5	6,4	92	100	91	90
efficience économique (%)	131	124	133	127	106	100	107	102
MARGE BRUTE (€/ha)	442	426	447	410	104	100	105	96
MARGE DIRECTE (€/ha)	191	160	197	154	119	100	123	96
cout énergétique (GJ/ha)	14,0	14,5	14,0	13,2	97	100	97	91
produit énergétique (GJ/ha)	79	82	79	72	96	100	96	88
efficience énergétique (%)	563	564	562	541	100	100	100	96
bilan énergétique (GJ/ha)	65	67	65	58	96	100	96	87
Coût de production (MJ/q)	254	254	255	264	100	100	100	104
Bilan azoté (kg N/ha)	87	90	87	78	96	100	96	87

ZONE F (Bretagne Pays de la Loire)

Maïs- blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,7	4,0	2,9	1,7	67	100	72	43
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,5	10,1	9,0	8,8	84	100	89	87
temps de travail (h/ha)	3,1	3,3	3,2	3,6	93	100	96	109
Produit brut (euros/ha)	874	913	902	837	96	100	99	92
Charges opérationnelles phytos	90	125	90	60	72	100	72	48
Charges opérationnelles engrais	159	168	166	151	95	100	98	89
Charges opérationnelles semences	88	88	88	78	100	100	100	89
charges de mécanisation et MO	262	275	266	285	95	100	97	104
Coût de production (€/q)	4,5	4,9	4,5	4,0	92	100	91	82
efficacité économique (%)	146	139	148	146	105	100	106	105
MARGE BRUTE (€/ha)	537	532	559	549	101	100	105	103
MARGE DIRECTE (€/ha)	275	257	292	264	107	100	114	103
cout énergétique (GJ/ha)	11,4	11,9	11,8	11,5	95	100	99	97
produit énergétique (GJ/ha)	108	112	111	103	96	100	99	92
efficacité énergétique (%)	958	955	953	901	100	100	100	94
bilan énergétique (GJ/ha)	96	101	99	92	96	100	99	91
Coût de production (MJ/q)	154	154	155	163	100	100	101	105
Bilan azoté (kg N/ha)	7	9	9	4	71	100	92	43

ZONE F (Bretagne Pays de la Loire)

Colza-blé-orge H-maïs-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	3,7	5,3	3,8	2,4	70	100	73	46
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,9	11,8	10,3	9,6	84	100	87	81
temps de travail (h/ha)	3,2	3,4	3,2	3,5	92	100	93	101
Produit brut (euros/ha)	788	824	803	739	96	100	98	90
Charges opérationnelles phytos	125	166	127	82	75	100	77	50
Charges opérationnelles engrais	164	173	168	151	94	100	97	87
Charges opérationnelles semences	65	65	65	57	100	100	100	88
charges de mécanisation et MO	266	282	268	278	94	100	95	99
Coût de production (€/q)	6,4	7,0	6,4	5,6	91	100	91	80
efficacité économique (%)	128	121	129	131	106	100	106	108
MARGE BRUTE (€/ha)	434	419	443	448	103	100	106	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	168	137	175	170	122	100	127	124
cout énergétique (GJ/ha)	11,8	12,4	12,1	11,5	95	100	98	93
produit énergétique (GJ/ha)	97	102	99	91	95	100	98	90
efficacité énergétique (%)	836	832	831	798	100	100	100	96
bilan énergétique (GJ/ha)	85	89	87	80	96	100	98	90
Coût de production (MJ/q)	215	216	217	226	99	100	100	104
Bilan azoté (kg N/ha)	24	27	25	19	87	100	92	70

ZONE G (Nord Picardie Normandie)

Colza-blé-orge H

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	5,0	6,8	5,1	3,3	73	100	74	48
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,6	13,6	11,4	9,9	85	100	84	73
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,3	3,1	92	100	91	87
Produit brut (euros/ha)	792	826	806	730	96	100	98	88
Charges opérationnelles phytos	168	217	162	108	77	100	75	50
Charges opérationnelles engrais	180	189	180	163	95	100	95	86
Charges opérationnelles semences	51	51	51	44	100	100	100	87
charges de mécanisation et MO	276	293	272	266	94	100	93	91
Coût de production (€/q)	7,6	8,4	7,5	6,7	91	100	89	79
efficacité économique (%)	118	111	122	127	107	100	110	114
MARGE BRUTE (€/ha)	394	369	413	416	107	100	112	113
MARGE DIRECTE (€/ha)	118	76	140	149	154	100	184	195
cout énergétique (GJ/ha)	12,7	13,3	12,7	11,9	96	100	95	90
produit énergétique (GJ/ha)	99	103	101	91	96	100	98	89
efficacité énergétique (%)	780	777	794	762	100	100	102	98
bilan énergétique (GJ/ha)	86	89	88	79	96	100	98	89
Coût de production (MJ/q)	252	253	250	256	100	100	99	101
Bilan azoté (kg N/ha)	36	40	33	29	90	100	83	73

ZONE G (Nord Picardie Normandie)

Betterave-blé-colza-blé

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	5,0	7,0	5,2	3,0	72	100	74	43
nombre de passages (hors semis et récolte)	12,3	14,7	12,3	10,2	84	100	83	69
temps de travail (h/ha)	3,9	4,2	3,8	3,6	92	100	91	86
Produit brut (euros/ha)	1169	1209	1194	1097	97	100	99	91
Charges opérationnelles phytos	152	198	156	93	76	100	79	47
Charges opérationnelles engrais	184	194	185	170	95	100	96	87
Charges opérationnelles semences	92	92	92	82	100	100	100	89
charges de mécanisation et MO	335	354	331	320	95	100	94	91
Coût de production (€/q)	7,4	8,1	7,3	6,4	91	100	91	80
efficacité économique (%)	148	140	151	159	106	100	108	114
MARGE BRUTE (€/ha)	741	725	761	753	102	100	105	104
MARGE DIRECTE (€/ha)	407	371	430	433	110	100	116	117
cout énergétique (GJ/ha)	12,7	13,3	12,7	12,0	95	100	95	90
produit énergétique (GJ/ha)	78	81	80	72	96	100	98	89
efficacité énergétique (%)	596	593	617	588	101	100	104	99
bilan énergétique (GJ/ha)	65	68	67	60	96	100	99	89
Coût de production (MJ/q)	230	231	226	233	99	100	98	101
Bilan azoté (kg N/ha)	23	27	20	18	85	100	72	67

ZONE G (Nord Picardie Normandie)
betterave-blé-pois-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	4,7	6,5	5,2	2,9	72	100	80	44
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,6	13,9	12,0	9,8	83	100	87	71
temps de travail (h/ha)	3,8	4,2	3,9	3,7	92	100	93	88
Produit brut (euros/ha)	1125	1162	1159	1072	97	100	100	92
Charges opérationnelles phytos	143	188	158	93	76	100	84	49
Charges opérationnelles engrais	157	165	159	147	95	100	97	89
Charges opérationnelles semences	103	103	103	93	100	100	100	90
charges de mécanisation et MO	334	353	336	326	95	100	95	92
Coût de production (€/q)	5,7	6,3	5,8	5,0	91	100	93	80
efficacité économique (%)	145	137	147	156	106	100	107	114
MARGE BRUTE (€/ha)	723	707	740	740	102	100	105	105
MARGE DIRECTE (€/ha)	388	354	403	414	110	100	114	117
cout énergétique (GJ/ha)	10,8	11,3	10,8	10,4	96	100	96	92
produit énergétique (GJ/ha)	77	81	81	74	96	100	100	91
efficacité énergétique (%)	795	796	822	783	100	100	103	98
bilan énergétique (GJ/ha)	67	70	70	63	96	100	100	91
Coût de production (MJ/q)	149	150	145	152	99	100	97	101
Bilan azoté (kg N/ha)	-33	-32	-38	-35	103	100	119	111

ZONE G (Nord Picardie Normandie)
Pomme de terre-blé-pois-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	7,6	10,3	8,2	5,4	74	100	79	52
nombre de passages (hors semis et récolte)	14,4	17,2	14,3	12,7	84	100	83	74
temps de travail (h/ha)	4,3	4,7	4,3	4,8	92	100	91	101
Produit brut (euros/ha)	2269	2354	2247	1951	96	100	95	83
Charges opérationnelles phytos	184	239	197	133	77	100	82	56
Charges opérationnelles engrais	187	196	186	165	95	100	95	84
Charges opérationnelles semences	245	245	245	235	100	100	100	96
charges de mécanisation et MO	364	387	361	377	94	100	93	97
Coût de production (€/q)	12,6	13,3	12,9	12,9	95	100	97	97
efficacité économique (%)	179	170	179	176	105	100	105	103
MARGE BRUTE (€/ha)	1653	1673	1620	1418	99	100	97	85
MARGE DIRECTE (€/ha)	1289	1286	1259	1041	100	100	98	81
cout énergétique (GJ/ha)	11,5	12,0	11,4	11,2	96	100	95	93
produit énergétique (GJ/ha)	76	79	79	72	96	100	99	91
efficacité énergétique (%)	774	776	801	759	100	100	103	98
bilan énergétique (GJ/ha)	64	67	67	60	96	100	100	90
Coût de production (MJ/q)	199	200	196	221	100	100	98	110
Bilan azoté (kg N/ha)	-27	-27	-34	-33	103	100	126	122

ZONE G (Nord Picardie Normandie)

Colza-blé-pois-blé

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	5,1	7,1	5,5	3,3	72	100	78	46
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,2	13,4	11,4	9,4	83	100	85	70
temps de travail (h/ha)	3,3	3,6	3,3	3,1	91	100	91	86
Produit brut (euros/ha)	800	837	823	751	96	100	98	90
Charges opérationnelles phytos	135	179	144	95	76	100	81	53
Charges opérationnelles engrais	156	165	156	143	95	100	95	87
Charges opérationnelles semences	54	54	54	44	100	100	100	82
charges de mécanisation et MO	276	294	275	265	94	100	93	90
Coût de production (€/q)	6,8	7,5	6,9	6,1	91	100	91	81
efficacité économique (%)	127	120	130	137	106	100	108	114
MARGE BRUTE (€/ha)	455	440	469	468	103	100	107	107
MARGE DIRECTE (€/ha)	179	146	194	203	122	100	133	139
cout énergétique (GJ/ha)	11,1	11,6	11,0	10,5	95	100	95	90
produit énergétique (GJ/ha)	89	93	92	84	96	100	98	90
efficacité énergétique (%)	884	885	911	872	100	100	103	98
bilan énergétique (GJ/ha)	78	82	81	74	96	100	99	90
Coût de production (MJ/q)	219	220	215	222	100	100	98	101
Bilan azoté (kg N/ha)	-16	-15	-22	-21	109	100	151	143

ZONE H (Sud est)

Maïs-blé

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an

exprimé en % du niveau 0

	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,3	3,8	2,3	2,0	60	100	61	52
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,3	9,7	8,2	9,0	85	100	85	92
temps de travail (h/ha)	3,1	3,3	3,0	3,6	94	100	94	109
Produit brut (euros/ha)	888	939	932	862	95	100	99	92
Charges opérationnelles phytos	78	115	81	67	67	100	70	58
Charges opérationnelles engrais	179	191	189	173	94	100	99	90
Charges opérationnelles semences	88	88	88	78	100	100	100	89
charges de mécanisation et MO	256	268	256	280	96	100	96	104
Coût de production (€/q)	4,5	4,9	4,5	4,3	92	100	91	87
efficacité économique (%)	148	142	152	144	104	100	107	102
MARGE BRUTE (€/ha)	544	546	575	545	100	100	105	100
MARGE DIRECTE (€/ha)	288	278	319	266	104	100	115	96
cout énergétique (GJ/ha)	12,5	13,2	13,0	12,7	95	100	99	96
produit énergétique (GJ/ha)	110	117	116	107	95	100	99	92
efficacité énergétique (%)	875	877	880	836	100	100	100	95
bilan énergétique (GJ/ha)	98	104	103	95	95	100	99	91
Coût de production (MJ/q)	168	167	167	175	100	100	100	105
Bilan azoté (kg N/ha)	29	34	33	28	88	100	97	83

ZONE H (Sud est)

Mono maïs

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	2,2	3,5	2,1	1,7	63	100	60	49
nombre de passages (hors semis et récolte)	8,5	9,8	8,3	9,1	87	100	85	93
temps de travail (h/ha)	3,4	3,6	3,4	4,2	95	100	94	116
Produit brut (euros/ha)	1019	1064	1064	1000	96	100	100	94
Charges opérationnelles phytos	83	117	82	62	71	100	70	53
Charges opérationnelles engrais	192	202	202	188	95	100	100	93
Charges opérationnelles semences	125	125	125	125	100	100	100	100
charges de mécanisation et MO	276	287	275	308	96	100	96	107
Coût de production (€/q)	4,3	4,6	4,2	4,1	94	100	92	90
efficacité économique (%)	151	146	156	146	103	100	107	100
MARGE BRUTE (€/ha)	619	620	655	625	100	100	106	101
MARGE DIRECTE (€/ha)	343	334	381	317	103	100	114	95
cout énergétique (GJ/ha)	13,4	14,0	13,9	14,0	96	100	100	100
produit énergétique (GJ/ha)	134	140	140	132	96	100	100	94
efficacité énergétique (%)	1000	1002	1006	944	100	100	100	94
bilan énergétique (GJ/ha)	121	126	126	118	96	100	100	93
Coût de production (MJ/q)	145	145	144	154	100	100	100	106
Bilan azoté (kg N/ha)	29	32	32	29	91	100	100	90

ZONE H (Sud est)

Maïs-maïs-blé-colza-blé

	CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an				exprimé en % du niveau 0			
	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a	niveau actuel	niveau 0	niveau 1	niveau 2a
IFT total	3,8	5,8	3,8	3,0	64	100	65	51
nombre de passages (hors semis et récolte)	11,6	13,7	11,5	11,9	84	100	84	87
temps de travail (h/ha)	4,0	4,3	3,9	4,6	93	100	92	107
Produit brut (euros/ha)	1072	1125	1106	1020	95	100	98	91
Charges opérationnelles phytos	117	166	119	92	71	100	72	55
Charges opérationnelles engrais	220	234	228	208	94	100	98	89
Charges opérationnelles semences	97	97	97	87	100	100	100	90
charges de mécanisation et MO	329	346	328	355	95	100	95	102
Coût de production (€/q)	7,5	8,2	7,5	6,9	91	100	91	84
efficacité économique (%)	176	167	179	172	105	100	107	103
MARGE BRUTE (€/ha)	637	629	662	634	101	100	105	101
MARGE DIRECTE (€/ha)	308	283	334	279	109	100	118	99
cout énergétique (GJ/ha)	15,7	16,5	16,1	15,6	95	100	98	95
produit énergétique (GJ/ha)	128	134	132	122	95	100	99	91
efficacité énergétique (%)	1009	1009	1012	962	100	100	100	95
bilan énergétique (GJ/ha)	112	118	116	107	95	100	99	91
Coût de production (MJ/q)	274	275	274	288	100	100	100	105
Bilan azoté (kg N/ha)	43	48	45	38	90	100	95	80

B4. Matrices des systèmes de culture 2c issues du prototypage

Systèmes de culture avec cultures industrielles sur limons profonds du bassin parisien

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an	Luzerne (2 ans) - Blé - Betterave - Blé - Betterave - Blé - Betterave-Triticale-Luzerne (2 ans)-Blé-Chanvre-PdT -Blé Betterave - Blé - Chanvre - Chanvre - PdT - Chanvre - Blé - PdT PdT - Orge H Orge H - Orge H			
	niveau 2c	niveau 2c	niveau 2c	niveau 2c
IFT total	2,8	2,7	3,6	3,4
nombre de passages (hors semis et récolte)	9,1	9,0	11,6	11,1
temps de travail (h/ha)	3,8	3,7	4,8	4,5
Produit brut (euros/ha)	1419	1404	1824	1672
Charges opérationnelles phytos	77	71	93	89
Charges opérationnelles engrais	182	182	179	180
Charges opérationnelles semences	165	166	243	208
charges de mécanisation et MO	313	289	377	354
Coût de production (€/q)	15,8	15,8	16,3	14,2
efficacité économique (%)	165	168	163	165
MARGE BRUTE (€/ha)	995	985	1308	1195
MARGE DIRECTE (€/ha)	682	696	931	841
cout énergétique (GJ/ha)	9,6	9,6	11,8	11,9
produit énergétique (GJ/ha)	48	50	51	60
efficacité énergétique (%)	514	528	434	502
bilan énergétique (GJ/ha)	38	40	40	48
Coût de production (MJ/q)	320	318	376	342
Bilan azoté (kg N/ha)	16	18	25	24

systèmes de culture céréalières sur sols argilo-calcaires à cailloux

CALCULS INDICATEURS valeurs moyennes /ha/an	Luzerne ou trèfle (2 ans) - Blé - Luzerne ou trèfle (2 ans) - Blé - Triticale Tournesol - Blé - Colza - Tournesol - Triticale - Colza - Blé - Orge P (zone sud) Colza - Blé - Orge P (zone nord)			
	niveau 2c	niveau 2c	niveau 2c	niveau 2c
IFT total	2,4	2,0	1,6	1,6
nombre de passages (hors semis et récolte)	10,5	9,9	7,9	7,1
temps de travail (h/ha)	3,5	3,7	3,2	2,7
Produit brut (euros/ha)	676	681	653	608
Charges opérationnelles phytos	73	64	50	45
Charges opérationnelles engrais	144	135	150	143
Charges opérationnelles semences	44	50	49	37
charges de mécanisation et MO	285	289	262	220
Coût de production (€/q)	6,1	6,2	9,5	7,9
efficacité économique (%)	125	127	135	128
MARGE BRUTE (€/ha)	415	432	405	383
MARGE DIRECTE (€/ha)	131	143	143	163
cout énergétique (GJ/ha)	11,5	11,1	9,1	8,5
produit énergétique (GJ/ha)	78	73	62	61
efficacité énergétique (%)	683	645	654	629
bilan énergétique (GJ/ha)	67	62	53	53
Coût de production (MJ/q)	282	282	262	209
Bilan azoté (kg N/ha)	29	21	14	19

B5. Paramétrage économique retenu

Paramétrage coût de l'engrais (base campagne 2006)

Type d'engrais	Coût (€/U)
Azote (ammonitrate)	0.8
Engrais organique (bio)	2.3
Phosphore	0.6
Potasse	0.4

Paramétrage prix des produits récoltés (base campagne 2006)

Culture	Prix de vente (€/t) en conventionnel	Prix de vente (€/t) en AB
Betterave	26	
Blé tendre	125	220
Blé dur	146	180
Chanvre	300	
Colza	240	350
Luzerne	50	140
Maïs grain	110	180
Orge Printemps	110	150
Orge Hiver	90	150
Pois	115	180
Pomme de terre	160	
Sorgho	90	
Tournesol	240	280
Triticale	100	140
Soja		380
Féverole		240

Paramétrage coût de l'unité d'IFT

Culture	coût IFT _{herbicide} €/ha	coût IFT _{fongicide} €/ha	coût IFT _{insecticide} €/ha	coût IFT _{autre} €/ha
Betterave	60	37	12	20
Blé tendre	35	35	8	9
Blé dur	30	35	8	9
Chanvre	50	35	10	10
Colza	43	41	11	15
Luzerne	50	35	10	10
Maïs grain	50	0	11	12
Orge Printemps	35	90	10	12
Orge Hiver	35	90	10	12
Pois	58	20	12	10
Pomme de terre	44	19	10	15
Sorgho	50	35	10	10
Tournesol	51	40	12	19
Triticale	35	35	8	9
Lin	43	41	11	15
Soja	50	0	11	12
Féverole	58	20	12	10

C. Matrices relatives à l'agriculture biologique

C1. Matrices de niveau de rupture 3 (échelle ITK)

Blé tendre

	Niveaux de rupture 3 (AB)		
	Polycult élevage	céréaliers intensifs	céréaliers mixtes extensifs
Rendement	29	36	27
Protection phyto			
IFT Herbi	0	0	0
IFT fongi	0	0	0
IFT Insecti	0	0	0
IFT autre	0	0	0
Nb passages			
Labour	1	0,8	0,75
W superficiel	2	2	1,3
Pulvérisation	0	0	
Epandage engrais Min	1	1	1
Epandage engrais Org	0	1	0
Désherbage méca type hersage	0,6	1,8	0,8
Désherbage méca type binage	0	0	0
Récolte	1	1	1
Semis	1	1	1
Dose engrais (en U)			
N	0	100	0
P	50	50	63
K	26	32	
	20	25	

	systèmes		
	Polycult élevage	céréaliers intensifs	céréaliers mixtes extensifs
CALCULS INDICATEURS			
Rendement	29	36	27
IFT total	0	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	4,6	6,6	3,85
temps de travail (h/ha)	2,5	3,4	2,1
Produit brut (euros/ha)	638	792	594
Charges opérationnelles phytos	0	0	0
Charges opérationnelles engrais	115	115	145
Charges opérationnelles semences	90	90	90
charges de mécanisation et MO	233	284	209
Coût de production (€/q)	7,1	5,7	8,7
efficacité économique (%)	146	162	134
MARGE BRUTE (€/ha)	433	587	359
MARGE DIRECTE (€/ha)	200	303	150
cout énergétique (GJ/ha)	7,3	5,9	5,5
produit énergétique (GJ/ha)	41,5	51,5	38,6
efficacité énergétique (%)	568	870	708
bilan énergétique (GJ/ha)	34,2	45,6	33,2
Coût de production (MJ/q)	252	164	202
Bilan azoté (kg N/ha)	-5	82	12

Maïs

	Niveaux de rupture 3 (AB)	
	Zone Nord	Zone Sud
Rendement	70	87
Protection phyto		
IFT Herbi	0	0
IFT fongi	0	0
IFT Insecti	0	0
IFT autre	0	0
Nb passages		
Labour	1	1
W superficiel	2,8	1
Pulvérisation	0	0
Epannage engrais Min	0	0
Epannage engrais Org	1	1
Désherbage méca type hersage	0	0
Désherbage méca type binage	1,8	2,6
Récolte	1	1
Semis	1	1
Dose engrais (en U)	180	180
N	0	0
P	49	61
K	35	44

	systèmes	
	Zone Nord	Zone Sud
CALCULS INDICATEURS		
Rendement	70	87
IFT total	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	6,6	5,6
temps de travail (h/ha)	5,2	5,5
Produit brut (euros/ha)	1260	1566
Charges opérationnelles phytos	0	0
Charges opérationnelles engrais	0	0
Charges opérationnelles semences	180	180
charges de mécanisation et MO	346	341
Coût de production (€/q)	2,6	2,1
efficience économique (%)	240	300
MARGE BRUTE (€/ha)	1080	1386
MARGE DIRECTE (€/ha)	734	1045
cout énergétique (GJ/ha)	6,9	4,7
produit énergétique (GJ/ha)	101,5	126,2
efficience énergétique (%)	1464	2660
bilan énergétique (GJ/ha)	94,6	121,4
Coût de production (MJ/q)	99	55
Bilan azoté (kg N/ha)	75	50

Orge d'hiver

	zone 1			zone 2			zone 3		
	Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs		Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs		Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs	
Rendement	39	39		28	28		35	35	
Protection phyto									
IFT Herbi	0	0		0	0		0	0	
IFT fongj	0	0		0	0		0	0	
IFT Insecti	0	0		0	0		0	0	
IFT autre	0	0		0	0		0	0	
Nb passages									
Labour	1	1		1	1		1	1	
W superficiel	2	2		2	2		2	2	
Pulvérisation	0	0		0	0		0	0	
Epannage engrais Min	0	0		0	0		0	0	
Epannage engrais Org	1	1		1	1		1	1	
Désherbage méca type hersage	0,8	0,8		0,8	0,8		0,8	0,8	
Désherbage méca type binage									
Récolte									
Semis									
Dose engrais (en U)	100	80		100	80		100	80	
N	0	0		0	0		0	0	
P	31	31		22	22		28	28	
K	27	27		20	20		25	25	

	Zone 1			zone 2			zone 3		
	Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs		Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs		Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs	
CALCULS INDICATEURS									
Rendement	39	39		28	28		35	35	
IFT total	0	0		0	0		0	0	
nombre de passages (hors semis et récolte)	4,8	4,8		4,8	4,8		4,8	4,8	
temps de travail (h/ha)	2,3	2,3		2,3	2,3		2,3	2,3	
Produit brut (euros/ha)	585	585		420	420		525	525	
Charges opérationnelles phytos	0	0		0	0		0	0	
Charges opérationnelles engrais	0	0		0	0		0	0	
Charges opérationnelles semences	50	50		50	50		50	50	
charges de mécanisation et MO	149	149		149	149		149	149	
Coût de production (€/q)	1,3	1,3		1,8	1,8		1,4	1,4	
efficacité économique (%)	294	294		211	211		264	264	
MARGE BRUTE (€/ha)	535	535		370	370		475	475	
MARGE DIRECTE (€/ha)	386	386		221	221		326	326	
cout énergétique (GJ/ha)	4,6	2,7		4,7	2,7		4,5	2,7	
produit énergétique (GJ/ha)	59,7	59,7		42,8	42,8		53,6	53,6	
efficacité énergétique (%)	1295	2220		914	1594		1193	1992	
bilan énergétique (GJ/ha)	55,1	57,0		38,2	40,2		49,1	50,9	
Coût de production (MJ/q)	118	69		167	96		128	77	
Bilan azoté (kg N/ha)	42	22		58	38		48	28	

Triticale

Niveaux de rupture 3 (AB)

	Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs
Rendement	34	32
Protection phyto		
IFT Herbi	0	0
IFT fongi	0	0
IFT Insecti	0	0
IFT autre	0	0
Nb passages		
Labour	1	1
W superficiel	2	2
Pulvérisation	0	0
Epannage engrais Min	0	0
Epannage engrais Org	1	1
Désherbage méca type hersage	0,8	0,8
Désherbage méca type binage	0	0
Récolte	1	1
Semis	1	1
Dose engrais (en U)	90	90
N	0	0
P	31	29
K	20	19

systèmes

	Polycult élevage	céréaliers mixtes extensifs
CALCULS INDICATEURS		
Rendement	34	32
IFT total	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	4,8	4,8
temps de travail (h/ha)	3,3	3,3
Produit brut (euros/ha)	476	448
Charges opérationnelles phytos	0	0
Charges opérationnelles engrais	0	0
Charges opérationnelles semences	50	50
charges de mécanisation et MO	274	274
Coût de production (€/q)	1,5	1,6
efficience économique (%)	147	138
MARGE BRUTE (€/ha)	426	398
MARGE DIRECTE (€/ha)	152	124
cout énergétique (GJ/ha)	5,4	5,5
produit énergétique (GJ/ha)	50,7	47,7
efficience énergétique (%)	943	873
bilan énergétique (GJ/ha)	45,3	42,2
Coût de production (MJ/q)	158	171
Bilan azoté (kg N/ha)	25	29

Féverole

	Niveaux de rupture 3 (AB)	
	Polycult élevage	céréaliers intensifs
Rendement	22	22
Protection phyto		
IFT Herbi	0	0
IFT fongi	0	0
IFT Insecti	0	0
IFT autre	0	0
Nb passages		
Labour	0,8	0,8
W superficiel	1	1
Pulvérisation	0	0
Epandage engrais Min	0	0
Epandage engrais Org	0	0
Désherbage méca type hersage	1,5	1
Désherbage méca type binage	0	1
Récolte	1	1
Semis	1	1
Dose engrais (en U)		
N	0	0

	systèmes	
	Polycult élevage	céréaliers intensifs
CALCULS INDICATEURS		
Rendement	22	22
IFT total	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	3,3	3,8
temps de travail (h/ha)	2,2	3,1
Produit brut (euros/ha)	528	528
Charges opérationnelles phytos	0	0
Charges opérationnelles engrais	0	0
Charges opérationnelles semences	95	95
charges de mécanisation et MO	213	242
Coût de production (€/q)	4,3	4,3
efficience économique (%)	172	157
MARGE BRUTE (€/ha)	433	433
MARGE DIRECTE (€/ha)	221	191
cout énergétique (GJ/ha)	4,3	3,0
produit énergétique (GJ/ha)	0,0	0,0
efficience énergétique (%)	0	0
bilan énergétique (GJ/ha)	-4,3	-3,0
Coût de production (MJ/q)	194	137
Bilan azoté (kg N/ha)	0	0

Soja

	Niveaux de rupture 3 (AB)	
	céréaliers intensifs	céréaliers mixtes extensifs
Rendement	35	35
Protection phyto		
IFT Herbi	0	0
IFT fongi	0	0
IFT Insecti	0	0
IFT autre	0	0
Nb passages		
Labour	1	1
W superficiel	2	2
Pulvérisation	0	0
Epannage engrais Min	0	0
Epannage engrais Org	0	0
Désherbage méca type hersage	0	2
Désherbage méca type binage	2,6	0
Récolte	1	1
Semis	1	1
Dose engrais (en U)	0	0
N	0	0

	systèmes	
	céréaliers intensifs	céréaliers mixtes extensifs
CALCULS INDICATEURS		
Rendement	35	35
IFT total	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	5,6	5
temps de travail (h/ha)	5,0	2,8
Produit brut (euros/ha)	1330	1330
Charges opérationnelles phytos	0	0
Charges opérationnelles engrais	0	0
Charges opérationnelles semences	160	160
charges de mécanisation et MO	316	250
Coût de production (€/q)	4,6	4,6
efficience économique (%)	279	324
MARGE BRUTE (€/ha)	1170	1170
MARGE DIRECTE (€/ha)	854	920
cout énergétique (GJ/ha)	6,6	3,1
produit énergétique (GJ/ha)	0,0	0,0
efficience énergétique (%)	0	0
bilan énergétique (GJ/ha)	-6,6	-3,1
Coût de production (MJ/q)	190	90
Bilan azoté (kg N/ha)	0	0

Colza

Niveaux de rupture 3 (AB)

Rendement	12
Protection phyto	
IFT Herbi	0
IFT fongi	0
IFT Insecti	0
IFT autre	0
Nb passages	
Labour	0,5
W superficiel	1,5
Pulvérisation	0
Epannage engrais Min	0
Epannage engrais Org	2
Désherbage méca type hersage	1
Désherbage méca type binage	0,8
Récolte	1
Semis	1
Dose engrais (en U)	140
N	0
P	17
K	12

systèmes

CALCULS INDICATEURS

Rendement	12
IFT total	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	5,8
temps de travail (h/ha)	4,4
Produit brut (euros/ha)	420
Charges opérationnelles phytos	0
Charges opérationnelles engrais	0
Charges opérationnelles semences	40
charges de mécanisation et MO	314
Coût de production (€/q)	3,3
efficience économique (%)	119
MARGE BRUTE (€/ha)	380
MARGE DIRECTE (€/ha)	66
cout énergétique (GJ/ha)	5,8
produit énergétique (GJ/ha)	27,2
efficience énergétique (%)	474
bilan énergétique (GJ/ha)	21,5
Coût de production (MJ/q)	479
Bilan azoté (kg N/ha)	98

Luzerne

Niveaux de rupture 3 (AB)

Rendement	8
Protection phyto	
IFT Herbi	0
IFT fongj	0
IFT Insecti	0
IFT autre	0
Nb passages	
Labour	0,1
W superficiel	0,3
Pulvérisation	0
Epannage engrais Min	0
Epannage engrais Org	0
Désherbage méca type hersage	0,3
Désherbage méca type binage	0
Récolte	1
Semis	1
Dose engrais (en U)	0
N	0
P	48
K	30

systèmes

CALCULS INDICATEURS

Rendement	8
IFT total	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	0,7
temps de travail (h/ha)	1,2
Produit brut (euros/ha)	1120
Charges opérationnelles phytos	0
Charges opérationnelles engrais	24
Charges opérationnelles semences	40
charges de mécanisation et MO	141
Coût de production (€/q)	8,0
efficience économique (%)	547
MARGE BRUTE (€/ha)	1056
MARGE DIRECTE (€/ha)	915
cout énergétique (GJ/ha)	3,0
produit énergétique (GJ/ha)	12,0
efficience énergétique (%)	401
bilan énergétique (GJ/ha)	9,0
Coût de production (MJ/q)	374
Bilan azoté (kg N/ha)	0

C2. Exemples de matrices agriculture biologique (échelle SdC)

Systèmes de polyculture élevage

	<u>Luze</u> rne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticale ou orge – association protéagineux/céréales	<u>Luze</u> rne ou trèfle (3/4 ans) – blé – maïs ou triticale - association protéagineux/céréales	<u>Luze</u> rne ou trèfle (3/4 ans) – blé – triticale ou <u>orge</u> – maïs
CALCULS INDICATEURS			
IFT total	0	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	2,5	2,1	3,0
temps de travail (h/ha)	1,9	1,6	2,3
Produit brut (euros/ha)	834	715	974
Charges opérationnelles phytos	0	0	0
Charges opérationnelles engrais	31	27	31
Charges opérationnelles semences	59	51	73
charges de mécanisation et MO	190	163	192
Coût de production (€/q)	6,1	5,3	5,8
efficience économique (%)	351	301	387
MARGE BRUTE (€/ha)	743	637	869
MARGE DIRECTE (€/ha)	553	474	678
cout énergétique (GJ/ha)	4,3	3,7	4,6
produit énergétique (GJ/ha)	21,4	18,3	39,8
efficience énergétique (%)	452	387	755
bilan énergétique (GJ/ha)	17,0	14,6	35,1
Coût de production (MJ/q)	288	247	265
Bilan azoté (kg N/ha)	3	3	19

Systèmes céréaliers intensifs

	Blé – soja – blé – maïs – soja	Blé – soja – blé – tournesol	Maïs – soja- blé	Blé – féverole – blé – tournesol
CALCULS INDICATEURS				
IFT total	0	0	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	6,0	6,4	5,9	5,9
temps de travail (h/ha)	4,4	4,1	4,6	3,6
Produit brut (euros/ha)	1162	897	1229	696
Charges opérationnelles phytos	0	0	0	0
Charges opérationnelles engrais	46	72	38	72
Charges opérationnelles semences	136	120	143	104
charges de mécanisation et MO	308	275	314	256
Coût de production (€/q)	4,5	6,0	4,1	6,0
efficience économique (%)	237	191	247	161
MARGE BRUTE (€/ha)	980	705	1048	520
MARGE DIRECTE (€/ha)	672	430	734	264
cout énergétique (GJ/ha)	6,0	6,5	5,8	5,6
produit énergétique (GJ/ha)	45,8	35,0	59,2	35,0
efficience énergétique (%)	880	556	1177	556
bilan énergétique (GJ/ha)	39,9	28,5	53,4	29,4
Coût de production (MJ/q)	152	209	136	196
Bilan azoté (kg N/ha)	43	42	44	42

Systèmes céréaliers mixtes extensifs

	Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – orge ou petit épeautre ou lentilles ou blé de force – tournesol	Légumineuse fourragère (2 ans) – blé – blé dur – tournesol ou lentilles ou pois chiches - blé
CALCULS INDICATEURS		
IFT total	0	0
nombre de passages (hors semis et récolte)	3,1	3,1
temps de travail (h/ha)	2,1	2,0
Produit brut (euros/ha)	767	750
Charges opérationnelles phytos	0	0
Charges opérationnelles engrais	39	80
Charges opérationnelles semences	72	82
charges de mécanisation et MO	164	181
Coût de production (€/q)	6,9	8,4
efficience économique (%)	328	274
MARGE BRUTE (€/ha)	656	588
MARGE DIRECTE (€/ha)	493	406
cout énergétique (GJ/ha)	3,6	4,4
produit énergétique (GJ/ha)	28,5	27,7
efficience énergétique (%)	837	602
bilan énergétique (GJ/ha)	24,9	23,3
Coût de production (MJ/q)	250	263
Bilan azoté (kg N/ha)	1	0

D. Liste des abréviations

ACTA : Association de coordination technique agricole
ADAR : Agence de développement agricole et rural
APCA : Assemblée permanente des chambres d'agriculture
AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments
CEMAGREF : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
CGAAER : Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux
CIRAD : Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement
CIVAM : Centre d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural
DGAL : Direction générale de l'alimentation
DGER : Direction générale de l'enseignement et de la recherche.
DGFAR : Direction générale de la forêt et des affaires rurales
DGPEI : Direction générale des politiques économique, européenne et internationale
ECONAT : Environnement, écosystèmes cultivés et naturels
GRAB : Groupe de recherche en agriculture biologique
IFT : Indice de fréquence de traitement
ICTA : Instituts techniques agricoles.
INRA : Institut national de la recherche agronomique
ISARA : Institut supérieur d'agriculture et d'agroalimentaire Rhône-Alpes

ITAB : Institut technique de l'agriculture biologique
ITK : Itinéraire technique
MAP : Ministère de l'agriculture et de la pêche
MEDDAT : Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire
OGM : Organisme génétiquement modifié
OILB : Organisation internationale de lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles
ONIGC : Office national interprofessionnel des grandes cultures
OPTA : Observatoire territorial des pratiques agricoles et des systèmes de production
PFI : Production fruitière
PIRRP : Plan interministériel de réduction des risques liés à pesticides
PPP : Produits phytopharmaceutiques
SCEES : Service central d'enquêtes et d'études statistiques
SdC : Système de culture
SDER : Sous direction de l'environnement et de la ruralité
SDQPV : Sous direction de la qualité et de la protection des végétaux
SRPV : Service régional de la protection des végétaux
TGAP : Taxe générale sur les activités polluantes
UIPP : Union des industries de la protection des plantes

RESUME

Ce rapport présente les performances comparées de différents modes de conduite des grandes cultures à l'échelle de la culture seule, ou de la culture dans son système. Il permet de considérer plusieurs stratégies possibles pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en grandes cultures (i) des stratégies basées sur le raisonnement des interventions chimiques (niveau 1), (ii) des stratégies mobilisant un ensemble de leviers agronomiques et culturaux mis en œuvre dans un cadre annuel (niveau 2a) ou pluriannuel (niveau 2c), (iii) et enfin des stratégies faisant appel au cahier des charges de l'Agriculture Biologique (niveau 3).

La description des matrices techniques produites dans ce rapport (tableaux complets décrivant par culture différents itinéraires techniques, et leurs performances agronomiques, environnementales et économiques) a reposé sur un ensemble de méthodes et de décisions permettant de prendre en compte une certaine variabilité des pratiques et des performances régionales. Elle a valorisé autant que possible les données de terrain disponibles et a eu recours à une formalisation de l'expertise technique existante pour combler les carences de dispositifs.

Il ressort que toutes les cultures ne contribuent pas à même hauteur à l'utilisation de pesticides en France. Au sein des grandes cultures, des profils différents émergent, combinaison logique d'une intensité d'utilisation sur la culture et du poids de la culture dans l'assolement national.

En termes de réduction d'IFT, les marges de progrès sont nettes pour tous les niveaux de rupture, sans pénalisation de la marge brute de la culture, sauf pour la pomme de terre.

Les systèmes de culture en 2a et 2c permettent "sur le papier" un maintien voire une augmentation de la marge brute (+4% en moyenne pour le niveau 2a) par rapport à des conduites intensives, pour un recours aux produits phytosanitaires très fortement réduit (de près de 40%, dès le niveau 2a). Pour des résultats économiques comparables, le niveau 1 (« raisonné ») permet une diminution moyenne de l'IFT de 21%. L'analyse d'indicateurs complémentaires vient tempérer ce constat ou au contraire le consolider : certains systèmes 2a et 2c s'accompagnent d'une augmentation du temps de travail ; tous les systèmes 2a et 2c permettent de diminuer la consommation énergétique. Le niveau 1 est très comparable à l'intensif sur ces 2 critères.

Mais la "seule" mise en œuvre de stratégies relevant du niveau 2a (ITk intégrés) ne permettra pas d'atteindre les objectifs du Grenelle de réduction de 50% de l'utilisation des produits phytosanitaires sur la « ferme France ». En grandes cultures, l'atteinte de cet objectif nécessite la mise en œuvre de systèmes totalement revisités (à l'image du niveau 2c), conduisant à des modifications d'assolement sur le territoire qu'il est important d'évaluer.

Ces différents résultats n'intègrent ni les cohérences et contraintes d'une exploitation agricole, ni l'apprentissage nécessaire à leur mise en œuvre, autant du point de vue de l'agriculteur que de son accompagnement. Ils doivent donc être considérés comme un premier éclairage partiel des possibilités et des potentialités d'amélioration des pratiques et des systèmes à l'échelle des grandes cultures en France. Ce rapport constitue une première brique à la réflexion à laquelle les approches futures développées par les groupes "Scénarios" et "Stratégies d'acteurs" devraient donner plus de sens.

Mots clés : grandes cultures, pesticides, pratiques agricoles, évaluation, indicateurs, itinéraires techniques, systèmes de culture, expertise

ABSTRACT

This report compared the performances of different farming methods for major field crops at the scales of the culture alone and of the cropping system. It allows to consider several possible strategies to reduce the use of pesticides in crops (i) strategies based on the reasoning of chemical interventions (level 1), (ii) strategies involving agronomic levers during the annual cropping cycle (level 2a) and at the scale of the crop rotation cycle (level 2c), (iii) and strategies using the specifications of the Organic Farming (Level 3).

The results produced in this report (description of agronomic, environmental and economic performances) were based on methods taking into account regional performances and on available experimental field datas.

It appears that all crops do not contribute with the same weight to the use of pesticides. In terms of reduction of TFI, the margins of progress are clear for all three strategies, without decrease of gross margin, except for the potatoes.

Cropping systems in 2a and 2c levels allow "theoretically" to maintain or even increase gross margins (4% on average for level 2) compared to intensive culture and allow a drastic decrease in pesticides use (by almost 40% from the level 2a). For comparable economic performances, the level 1 ("reasoned") allows an average decrease of 21% of TFI. The analysis of others indicators temper or consolidate the results. For exemple, some systems of 2a and 2c levels involve an increase of working time, all systems of 2a and 2c levels reduce energy consumption. Level 1 is very similar to the intensive culture for these 2 criteria.

But the "only" level 2a will not allow to achieve 50% of reduction in the use of pesticides at the scale of the french cropping area. To achieve this goal requires the implementation of cropping systems deeply modified (like the level 2c), leading changes in rotation that are important to assess.

These results do not analyse either constraints for farmers or learning necessary for their implementation. Therefore, they must be considered as a first approach of the opportunities to improve practices in field crops in France. These results will be developed by the groups "Scenarios and Strategies players" on social and economic aspects.

Keywords : field crops, pesticides, farming method, assessment, indicators, systems of cultivation, expertise