Centre
Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

INRAE

Rapport d'activité 2021

Chiffres clés 2021

1 unité de recherche

1 unité sous contrat CNRS-INRAE

7 unités expérimentales

4 implantations

200 personnels permanents

19,4 M€ de budget dont 1,9 M€ de partenariat

9 projets soutenus par le CASDAR du ministère chargé de l'agriculture

6 projets soutenus par l'Agence nationale de la recherche

8 projets de recherche européens

Couverture
Laboratoire de l'Unité de recherche pluridisciplinaire prairies et plantes fourragères (URP3F).

© Région Nouvelle-Aquitaine – Françoise Roch

Sommaire

Éditorial page 4

Les temps forts 2021 page 5

Le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers page 8

Les femmes et les hommes page 11
Les moyens financiers page 13
L'organisation et les structures page 16
Les actions transversales page 18

Les avancées scientifiques page 22

Prairies productives et bénéfiques à l'environnement page 24
Systèmes fourragers durables page 30
Territoires et biodiversité page 32
Systèmes d'élevage alternatifs page 36

Partenariat page 44

Étude et contrôle des variétés et semences végétales page 46
Projets internationaux, nationaux et régionaux menés en partenariat page 49

Partage des connaissances page 56

Pour la communauté scientifique et le monde agricole page 58
Pour le grand public page 62
Expertise page 66
Publications scientifiques page 68

Éditorial

Au nom de tous les personnels du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers de l'INRAE, je vous présente, avec une grande fierté pour le travail accompli, notre rapport d'activité de l'année 2021.

Dans la continuité de l'effort initié en 2020, lors du début de la crise sanitaire due au SARS-CoV-2, nos équipes sont restées mobilisées, stoïques et déterminées. Nos personnels ont su adapter leur fonctionnement individuel et collectif aux contraintes physiques et psychologiques que la situation, sans précédent dans l'histoire récente, nous imposait.

Notre plan de continuité d'activité a été le fil conducteur pour nous adapter et continuer à travailler, avec nos partenaires et les acteurs des filières, pour le bien commun au service de la société et la préservation de notre environnement. Ainsi, nos équipes ont maintenu nos initiatives de recherche à visée locale, nationale et internationale, toujours fidèles à l'identifiant thématique de notre centre :

« *Agroécologie, conception et gestion durable des prairies, des productions animales et des territoires* ».

Pour preuve du maintien de l'effort et de l'engagement des agents envers notre institut, ce beau document rédigé collectivement, vous présente une sélection de faits marquants et réalisations remarquables qui méritent d'être connus.

En vous souhaitant une agréable lecture, j'espère que ce rapport annuel d'activité 2021 rendra compte de la puissance de nos infrastructures scientifiques et expérimentales et de la créativité, l'inventivité et l'engagement de nos personnels.

© Christophe Maitre - INRAE

Abraham ESCOBAR GUTIÉRREZ
Président du Centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

Les temps forts 2021

Janvier

Le 15 janvier en visioconférence, Thomas Keep soutient sa thèse financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine. Elle consistait à combiner la génomique du paysage et la génétique quantitative, pour adapter localement la diversité des espèces de prairie au changement climatique.

© Région Nouvelle-Aquitaine – Otto T.

Février

Le 1er février est lancé le programme EXPLORA, conduit en partenariat avec notre unité APIS et l'Université de Poitiers, dans le cadre du programme ECOPHYTO II. Pour ce programme, nous mettons en place un dispositif permettant d'évaluer les effets de produits phytosanitaires sur la longévité des abeilles reines, sur la fréquence et sur la durée des vols nuptiaux, ainsi que sur leur physiologie.

© Christian Slagmulder – INRAE

Mars

Le 1er mars, l'émission E=M6 spéciale agriculture avec MacLesggy, part à la rencontre d'agricultrices, d'agriculteurs et de scientifiques pour découvrir «les secrets de nos aliments». Un reportage sur le bien-être des cochons montre le dispositif Porganic de notre unité GENESI à Rouillé, premier dispositif expérimental en France sur l'élevage porcin biologique en bâtiments.

© Armelle Pérennès - INRAE

Avril

Pour préserver l'environnement, INRAE a mis en place un système de management environnemental dans ses unités. Nos unités APIS et FERLUS intègrent cette certification collective ISO 14001 en avril 2021. INRAE compte ainsi 25 entités certifiées, dont quatre dans notre centre : APIS et FERLUS (en 2021), GENESI Le Magneraud (en 2020) et Saint-Laurent-de-la-Prée (en 2015).

© Pôle protection de l'environnement – INRAE

Mai

Le 19 mai en visioconférence, Simon Rouet soutient sa thèse financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine. Elle consistait à simuler la floraison des graminées fourragères dans un contexte de changement climatique.

© Armelle Pérennès - INRAE

Juin

Le 29 juin, Pascale Cazin, directrice régionale adjointe de la DRAAF, visite notre implantation de Lusignan, pour mieux connaître nos activités et découvrir le Simulateur de climat extrême (SICLEX) de notre unité de recherche pluridisciplinaire prairies et plantes fourragères (URP3F).

© Armelle Pérennès - INRAE

Juillet-août

Du 5 au 9 juillet à Poitiers, l'association Balanitès organise l'université d'été de l'Observatoire hommes-milieux internationale Téssékéré sur la grande muraille verte, en partenariat avec l'ENSI/Université de Poitiers, le CNRS, l'Université de Dakar et l'Espace Mendès France. Jean-Louis Durand (URP3F) intervient sur l'impact du changement climatique sur la végétation.
Freddie-Jeanne Richard (Université de Poitiers) présente le projet EXPLORA mené avec notre unité APIS.

© Armelle Pérennès - INRAE

> LE CENTRE INRAE NOUVELLE-AQUITAINE-POITIERS
Les temps forts 2021

Septembre

Notre unité de Saint-Laurent-de-la-Prée participe au Congrès mondial de la bio du 6 au 10 septembre à Rennes. Ce grand rassemblement aborde des questions liées à la résilience, la transformation de la société, la régénération des écosystèmes, la santé et la souveraineté alimentaire. Nous y présentons une étude sur l'utilisation du roseau comme alternative à la paille de céréales pour la litière de nos vaches maraîchines.

© INRAE

Novembre

Les 16 et 17 novembre, le Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES) évalue les unités de recherche P3F et Agripop. Il salue « l'excellente productivité scientifique » de l'URP3F et sa « thématique scientifique originale [des] associations prairiales ». Il souligne aussi que l'USC Agripop « excelle dans le domaine de l'écologie [et que sa] production scientifique est exceptionnelle […] avec des publications majeures ».

HCERES

Octobre

À l'occasion de la Fête de la science et avec l'École de l'ADN, nous proposons aux scolaires une visite-atelier sur les prairies le 4 octobre à Lusignan à l'URP3F, et un atelier sur le microbiote intestinal du porc les 7 et 8 octobre au lycée d'Aunis à Surgères avec l'unité GENESI. Près de 200 élèves de troisième et de seconde suivent ces visites et ateliers.

© Armelle Pérennès - INRAE

Décembre

Le 8 décembre à Paris, Pennakem Europa, INRAE, l'Institut Carnot France Futur Élevage et Avignon Université lancent le projet EcoXtract®Protéines soutenu par l'ADEME. Hervé Juin, basé à notre unité EASM, est l'un des trois responsables scientifiques de ce projet pour INRAE. EcoXtract®Protéines vise à mettre sur le marché de l'alimentation animale, une solution d'extraction 100 % biosourcée et sûre pour les huiles, les protéines végétales et les ingrédients naturels.

© A. Desloir

© Marie Proust - INRAE

Des pluies verglaçantes survenues au nord de la Nouvelle-Aquitaine, ont recouvert notre centre le 12 février 2021, figeant la végétation dans la glace.

Le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

Le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers est l'un des 18 centres de recherche régionaux d'INRAE. Nous comptons aujourd'hui dix unités : sept unités INRAE, une unité sous contrat CNRS-INRAE et deux unités du Groupement d'intérêt public GEVES (Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences).

Unités du centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers
Unité de recherche pluridisciplinaire prairies et plantes fourragères (URP3F)
Unité sous contrat CNRS-INRAE USC Résilience (ex-Agripop)
Unité expérimentale Fourrages, ruminants et environnement (UE FERLUS)
Unité expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée (UESLP)
Unité expérimentale Abeilles, paysages, interactions et systèmes de culture (UE APIS)
Unité expérimentale Systèmes d'élevage avicoles alternatifs (UE EASM)
Unité expérimentale Élevages porcins innovants (UE GENESI)
Unité expérimentale Secteur d'étude des variétés (SEV) du GEVES
Laboratoire BioGEVES
Services déconcentrés d'appui à la recherche (SDAR)

Une thématique et des plateformes expérimentales d'excellence

Les recherches du centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers se concentrent sur une thématique : l'agroécologie et la gestion durable des prairies, des productions animales et des territoires.

Nous gérons des plateformes expérimentales d'excellence, ouvertes aux partenaires scientifiques et agricoles : des dispositifs expérimentaux d'élevage innovant (Alteravi, Patuchev, Ferticap, Oasys, Transi'marsh, Porganic) dont trois sont certifiés Agriculture biologique, un Système d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement (SOERE) sur les prairies semées, un dispositif d'observation des abeilles en milieu ouvert (Ecobee), des conservatoires de ressources génétiques, un dispositif d'évaluation des variétés en vue de leur inscription au catalogue national (GEVES) et un laboratoire d'analyse sensorielle.

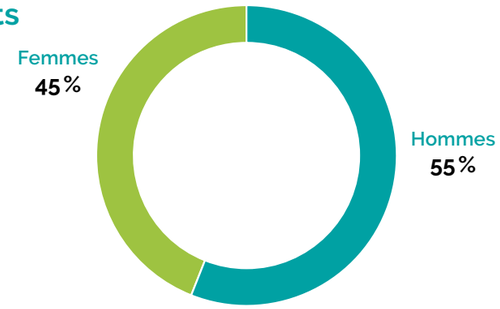
Quatre implantations

Nous regroupons quatre sites implantés dans trois départements : à Lusignan-Rouillé dans la Vienne (86), à Chizé dans les Deux-Sèvres (79), au Magneraud et à Saint-Laurent-de-la-Prée en Charente-Maritime (17).

Les femmes et les hommes

Effectif : 200 personnels permanents

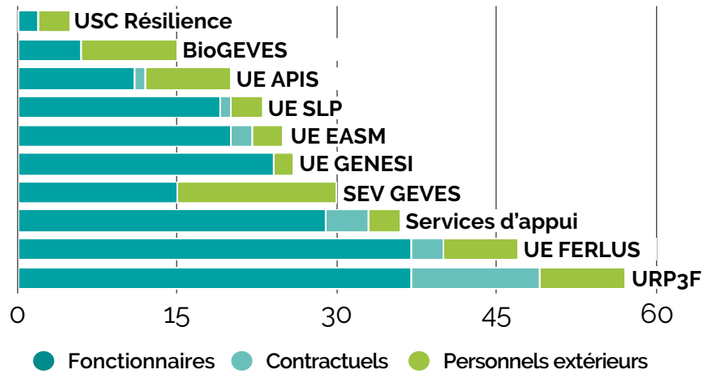
Notre centre de recherche compte 200 personnels permanents répartis dans nos 10 unités : 104 à Lusignan-Rouillé (dans la Vienne), 2 à Chizé (dans les Deux-Sèvres), 72 au Magneraud et 22 à Saint-Laurent-de-la-Prée (en Charente-Maritime).



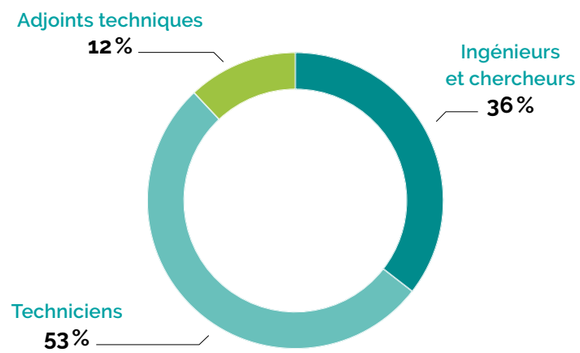
Répartition femmes-hommes des personnels fonctionnaires.

Les personnels sont répartis dans une unité de recherche, sept unités expérimentales (dont deux unités du GEVES), une unité sous contrat et une unité d'appui à la recherche. L'unité de recherche représente à elle seule près de 20 % des personnels. Au total, notre centre compte 45 % de femmes et 55 % d'hommes.

Le métier de chercheur ou chercheuse n'est pas majoritaire dans notre centre, car nos recherches nécessitent plusieurs équipes d'ingénieures, ingénieurs, techniciennes et techniciens. Parmi ces personnels, 65 % sont techniciennes, techniciens, adjointes ou adjoints techniques : ils travaillent dans nos unités expérimentales auprès d'animaux, dans les serres, dans les parcelles d'essai ou en laboratoire.



Répartition des personnels par unité.



Répartition des personnels par catégorie de la fonction publique (A, B, C).

Nous avons accueilli 23 personnels non permanents en 2021 : des doctorantes et doctorants, des chercheurs étrangers du programme Agreenskills, des personnels recrutés en CDD ou en CDI, et plusieurs stagiaires et « mains d'œuvre occasionnelles » embauchés en renfort pour les travaux saisonniers. Nos unités ont aussi accueilli 75 personnes de statuts variés : des chercheurs étrangers, enseignants chercheurs, doctorantes et doctorants financés par des organismes partenaires et autres personnes en formation. Cet effectif comprend également les personnels de statut privé du GEVES (SEV et laboratoire BioGEVES), à Lusignan et au Magneraud.

Soutenances de thèses

Une de nos doctorantes et cinq de nos doctorants ont soutenu leur thèse en 2021 : Thomas Keep, Marion Gauthier, Simon Rouet, Maxime Ragué, Jérôme Faure, Vincent Colas. Leurs thèses étaient financées par DSV (Vincent Colas) ou ITK (Marion Gauthier) via le dispositif CIFRE, ou par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine. Ils étaient encadrés par des scientifiques de l'URP3F à Lusignan et de l'USC Résilience à Chizé.

Le 15 janvier en visioconférence, **Thomas Keep** a soutenu sa thèse intitulée « La diversité naturelle d'adaptation aux variations climatiques d'une graminée pérenne des prairies dans son aire de distribution spontanée confrontée aux théories de l'adaptation ». Sa thèse était financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine.

Le 23 février en visioconférence, **Marion Gauthier** a soutenu sa thèse intitulée : « Simuler la plasticité phénotypique des Poacées comme propriété émergente de processus locaux : un modèle structure-fonction couplant la morphogénèse et le métabolisme du carbone et de l'azote ». Sa thèse était financée par ITK via le dispositif CIFRE.

Le 19 mai en visioconférence, **Simon Rouet** a soutenu sa thèse intitulée « Modélisation de la phénologie reproductive du ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) : intégration des effets de l'environnement et de la diversité génétique sur les interactions entre morphogénèse végétative et induction florale ». Sa thèse était financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine.

Le 29 novembre à Chizé, **Maxime Ragué** a soutenu sa thèse qui consistait à étudier les dynamiques spatiale et temporelle des paysages agricoles et leurs conséquences sur les interactions plantes-pollinisateurs et sur la pollinisation. Sa thèse était financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine.

Le 14 décembre à Bordeaux, **Jérôme Faure** a soutenu sa thèse qui consistait à étudier les leviers bioéconomiques pour assurer la fourniture du service écosystémique de pollinisation dans les territoires agricoles intensifs. Sa thèse était financée par INRAE et la Région Nouvelle-Aquitaine.

Le 15 décembre à Poitiers, **Vincent Colas** a soutenu sa thèse sur la valeur nutritive du ray-grass anglais pour les ruminants. Elle était financée par DSV via le dispositif CIFRE.

© Région Nouvelle-Aquitaine – Otto T.

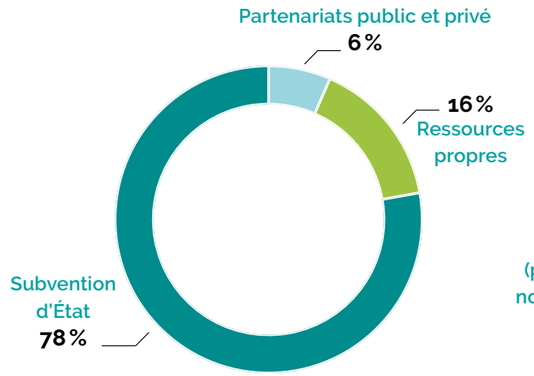
Thomas Keep, l'un de nos six doctorants et doctorante ayant soutenu leur thèse en 2021 à Bordeaux, Chizé, Poitiers ou en visioconférence.

Les moyens financiers

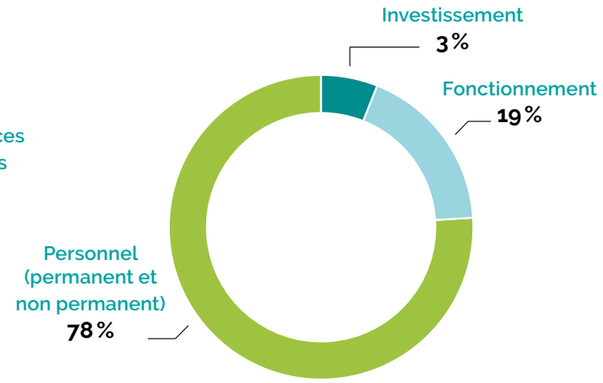
Budget du centre : 18,3 millions d'euros

RESSOURCES
Le budget est principalement constitué par une subvention d'État. Viennent ensuite les recettes propres des unités expérimentales dues à la vente de nos produits végétaux et animaux (fourrages, lait, viande, miel, œufs…), et les ressources issues de partenariats publics et privés.

DÉPENSES
Les dépenses comprennent les salaires des personnels, les frais collectifs et les achats de fonctionnement, et l'investissement dans du gros matériel d'équipement.



Origine des crédits 2021.



Destination des dépenses 2021.

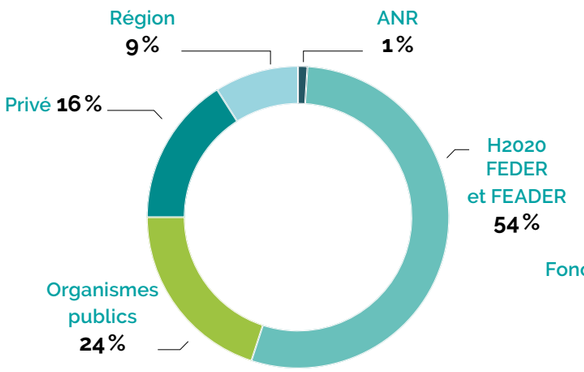
Partenariat public et privé : 1,9 millions d'euros

En 2021, notre partenariat public et privé a généré 1 878 k€ de ressources contractuelles. En termes d'emplois, cela représente une douzaine de contrats de travail, dont des bourses de thèses et des post-doctorantes ou post-doctorants.

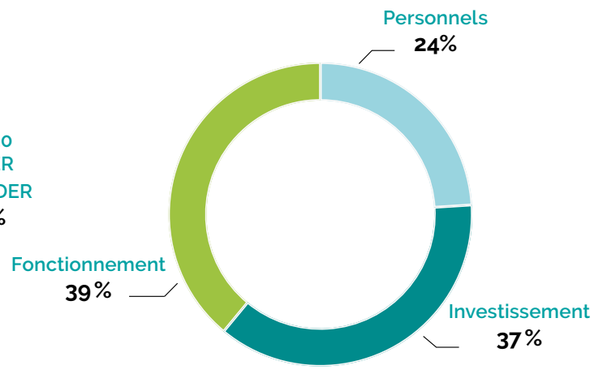
À INRAE, de nombreux programmes de recherche associent des scientifiques de l'institut à des équipes appartenant à d'autres établissements publics, aux collectivités locales, à l'Europe, à l'État, aux professionnels, aux coopératives, aux associations… La plupart des programmes sont financés par différentes structures (publiques et privées) et nous les gérons sous forme de contrats de recherche ou de prestation de service.

UN ENGAGEMENT FORT DE LA RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

Dans la continuité des années précédentes, le partenariat avec la Région s'est traduit par l'implication de celle-ci dans le financement de notre dispositif de recherche : équipements, soutien aux projets de recherche et aux bourses de thèse.



Origine des crédits de partenariat 2021 hors prestation de service.



Destination des dépenses du partenariat 2021.

Iman Sidi Katanu (Radio Pulsar) et Bernadette Julier (INRAE), lundi 25 octobre 2021 à Poitiers, pour une émission de And the tap drips d'Emma Crews consacrée au projet européen Eucleg sur les légumineuses (voir p 27)

© Armelle Pérennès - INRAE

> LE CENTRE INRAE NOUVELLE-AQUITAINE-POITIERS
Les moyens financiers

L'organisation et les structures

Conseil de centre

Le Conseil de centre est notamment consulté sur la vie collective ; les relations partenariales impliquant les partenaires régionaux ; la gestion des ressources humaines ; la vie scientifique ; les infrastructures collectives, plateformes de recherche mutualisées, projets immobiliers et grands équipements.

CLFP

La Commission locale de formation permanente se prononce annuellement sur la politique d'entretien et d'accroissement des compétences des personnels du centre. Elle émet en conséquence un avis sur l'élaboration du plan de formation du centre, sur la répartition des actions et du budget, ainsi que sur les résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus. Par ailleurs, elle est consultée sur les demandes de formations personnelles et diplômantes.

CHSCT

Le Comité hygiène, de sécurité et des conditions de travail, émet un avis sur le programme pluri-annuel de prévention des risques professionnels soumis par le président de centre. Il contribue à la protection de la santé des personnels dans leur travail, en proposant des mesures pour améliorer la santé, la sécurité et les conditions de travail et assurer l'instruction et le perfectionnement des personnels en hygiène et sécurité, après analyse des risques professionnels spécifiques au centre.

LE CENTRE INRAE NOUVELLE-AQUITAINE-POITIERS
L'organisation et les structures

Président de centre, directeurs et directrices d'unité (au 7 février 2022)

Les actions transversales

Notre restaurant administratif soutient l'élevage local

En cohérence avec nos recherches sur la gestion durable des prairies, des productions animales et des territoires, nos personnels privilégient depuis plusieurs années une alimentation saine et durable dans les cantines. Un partenariat avec la CAVEB, une coopérative qui regroupe des éleveurs et des éleveuses des Deux-Sèvres, illustre cette attention à la durabilité, tant dans nos programmes de recherches que dans l'alimentation de nos équipes.

Nous travaillions déjà avec la CAVEB depuis 2014 sur le projet de recherche européen Herby®, pour évaluer et développer une méthode de pâturage tournant dynamique. En cohérence avec nos programmes de recherche en agroécologie, nos équipes ont engagé depuis plusieurs années notre restaurant administratif à privilégier une alimentation durable : davantage d'aliments issus de l'agriculture biologique, des fruits et légumes de saison, des aliments produits le plus possible localement ou en circuits courts, la protection des ressources marines, le compostage des déchets de cuisine… Ces critères sont affichés dans le marché public renouvelé tous les quatre ans pour choisir le prestataire qui assurera la restauration de nos personnels. Le prestataire Convivio retenu depuis le 1er janvier 2021, remplit donc ces critères et s'est engagé à respecter les objectifs de la loi Egalim de 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et une alimentation saine et durable. Ainsi, pour respecter l'objectif de servir au moins 75 % de viande produite localement, il s'est rapproché de la CAVEB, qui garantit des animaux nés, élevés, abattus et transformés localement, dans la Vienne ou les Deux-Sèvres. Nos personnels ont ainsi accès dans nos deux cantines, à une alimentation valorisant le territoire et le terroir.

Au moins 75% de viande locale est servie dans nos deux cantines par le restaurateur Convivio qui s'est rapproché de la CAVEB, une coopérative d'éleveurs et éleveuses des Deux-Sèvres.

© Josephine Cliquet - CAVEB

Plan de relance : rénovation énergétique

**INRAE s'est vu attribuer plus de 12 M€ par l'État dans le cadre du plan France Relance, pour la rénovation thermique de ses bâtiments.
Sur le terrain, les équipes se sont fortement investies et l'institut a déposé 111 projets dont 55 ont été retenus dans 13 centres de recherche. Avec un beau résultat pour notre centre puisque 5 projets sur 7 ont été retenus !**

Ce financement permet à INRAE d'accélérer la transition engagée par l'établissement soucieux de la performance économique et environnementale de ses bâtiments. Dans notre centre de recherche, cinq chantiers sont lancés sur trois implantations : Lusignan dans la Vienne, St Laurent-de-la-Prée et Le Magneraud en Charente-Maritime. Les rénovations apporteront une réelle amélioration des conditions de travail pour les agents du centre, tout en s'inscrivant dans une démarche globale de développement durable et en favorisant le tissu économique local. Parmi les critères du plan de relance : la performance environnementale des projets et leur rapidité d'exécution. Trois grands types de projets ont été retenus pour une somme globale de 750 000 € TTC dans notre centre : pose de panneaux photovoltaïques, isolation thermique et remplacement de chaudières à fioul par des chaudières à gaz.

À Lusignan, France Relance finance 1 000 m² de panneaux photovoltaïques, doublant ainsi leur surface puisque 1 000 m² étaient déjà installés depuis 2010.

© Jean-Claude Emile - INRAE

© Pôle protection de l'environnement - INRAE

Audit de certification ISO 14001 de l'unité expérimentale FERLUS par Apave Certification, le 3 mars 2021 à Lusignan.

Démarche collective éco-responsable

Pour préserver l'environnement, INRAE a mis en place depuis 2013 un système de management environnemental dans ses unités. Cinq unités expérimentales de notre centre de recherche sont engagées dans cette démarche collective, dont quatre ont obtenu la certification ISO 14001.
Parmi elles, les unités APIS et FERLUS ont été certifiées en 2021 : elles rejoignent les unités de Saint-Laurent-de-la-Prée et GENESI, certifiées respectivement depuis 2015 et depuis 2020 pour le site du Magneraud.

INRAE, conscient de ses responsabilités à l'égard de l'environnement, met en œuvre une stratégie de responsabilité sociale et environnementale. La démarche collective Système de management environnemental (SME), visant à la certification ISO 14001 des unités et installations expérimentales, est le fer de lance de cette stratégie, portée à INRAE par la Commission nationale des unités expérimentales (CNUE) et le Pôle protection de l'environnement.

Chaque année, des audits externes sont menés par un organisme indépendant (Apave Certification depuis 2021), pour confirmer que le SME déployé dans les unités, répond aux exigences de la norme ISO 14001 et de la démarche collective, et qu'il est capable d'atteindre les objectifs fixés. En 2021, l'audit externe a permis d'intégrer les unités APIS et FERLUS à la certification collective ISO 14001. Il a relevé de nombreux points forts, dont une bonne implication des équipes depuis la hiérarchie jusqu'au terrain, la dimension collective et le sérieux avec lequel sont suivies et mises en œuvre les actions entreprises. Depuis 2013, le nombre d'entités INRAE engagées et certifiées a ainsi progressivement augmenté pour atteindre, en 2021, 45 entités engagées dont 25 certifiées.

© Thierry Tamic - INRAE

« La démarche SME a été l'occasion d'harmoniser nos pratiques et nos objectifs. »

Pierrick Aupinel

© Matthieu Preudhomme – INRAE

Pendant quatre ans, notre unité P3F a coordonné le projet européen EUCLEG, qui a permis un saut méthodologique en sélection génétique des légumineuses (ici, de la luzerne).

Les avancées scientifiques

Prairies productives et bénéfiques à l'environnement

Redonner leur place aux prairies dans les systèmes de culture

Un partenariat ambitieux entre différents laboratoires dont nos unités P3F et FERLUS, a permis de synthétiser les connaissances disponibles sur la place que les prairies temporaires pourraient occuper dans les systèmes de cultures du fait des multiples services agronomiques et environnementaux qu'elles fournissent.

La diversification des systèmes de grandes cultures est un levier majeur pour accroître leur durabilité. L'une des possibilités est d'introduire des prairies temporaires dans les rotations de cultures. Or, dans la plupart des scénarios prospectifs visant à nourrir le monde de manière durable, les prairies sont cantonnées aux zones non-labourables uniquement destinées à l'élevage de ruminants et ce afin que les zones de cultures soient entièrement destinées à l'alimentation humaine. Il convenait donc de remettre en lumière l'intérêt des prairies dans les rotations de cultures. Pour ce faire, des scientifiques d'INRAE ont synthétisé les connaissances disponibles sur les services agronomiques et environnementaux fournis par les prairies temporaires, selon le type de prairie et leurs modes de gestion. La fourniture de ces services dépend d'une bonne insertion spatiale et temporelle des prairies dans les rotations. Si ce n'est pas le cas, les effets peuvent être contraires.

ADAPTER LA SÉLECTION DES ESPÈCES PRAIRIALES

Pour maximiser la fourniture de services et diminuer les impacts négatifs, il conviendrait de modifier les programmes de sélection végétale pour qu'ils soient axés sur des mélanges d'espèces prairiales multi-services. Il est aussi nécessaire de produire des connaissances sur les modalités innovantes qui permettent d'introduire des prairies dans les rotations de cultures, comme le semis de prairies sous couvert de céréales ou le maintien de couverts de prairie semi-permanente dans lesquels des céréales sont semées, et qui reprennent le dessus pour couvrir le sol une fois les céréales récoltées. Pour mieux cerner les nombreux services agronomiques et environnementaux que rendent les prairies temporaires, des travaux sont encore nécessaires pour intégrer l'effet, dans le temps et l'espace, des différents modes de gestion des prairies.

Agronomy for Sustainable Development
DOI : 10.1007/s13593-020-00620-9

© Marie-Christine Lhopital – INRAE

Modélisation de la phénologie reproductive du ray-grass anglais : intégration des effets de l'environnement et de la diversité génétique sur les interactions entre morphogénèse végétative et induction florale

Notre unité P3F a développé un modèle structure-fonction de ray-grass anglais afin d'intégrer les principaux processus écophysiologiques inducteurs de la floraison au cours du développement de la talle depuis les stades précoces. Ce travail aborde la problématique de l'interaction entre la croissance végétative et la floraison. Le modèle a montré une bonne capacité à simuler la date d'épiaison de différents génotypes de ray-grass anglais du réseau d'essais du GEVES.

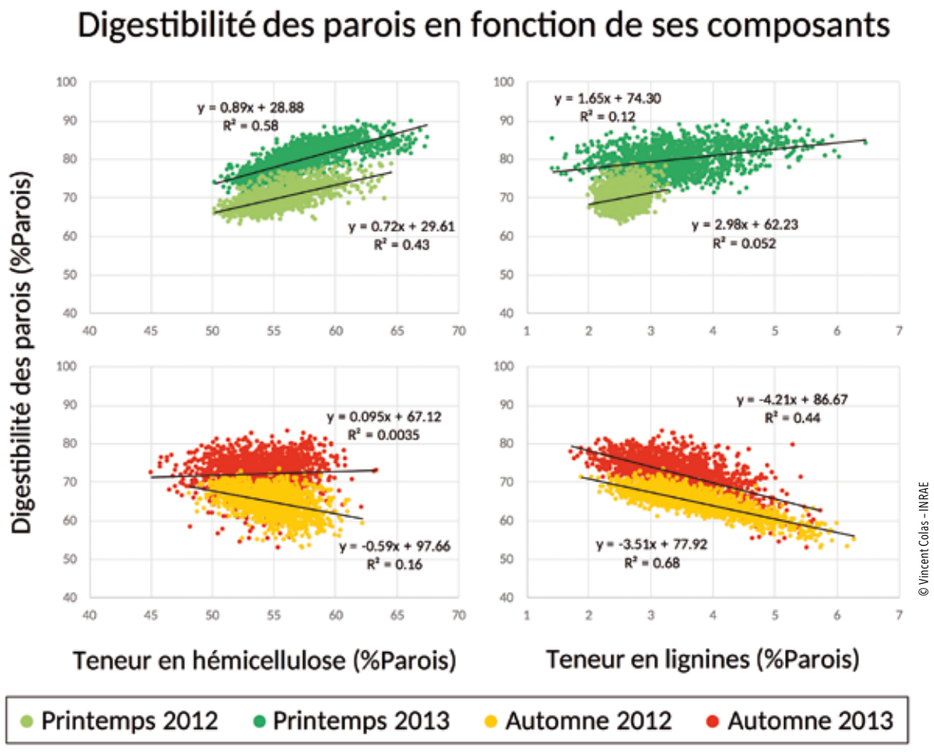
Chez les graminées pérennes, le développement reproducteur est un évènement phénologique majeur qui affecte la production de biomasse des prairies, leur qualité fourragère ainsi que leur pérennité. L'influence des facteurs environnementaux et génétiques conduit à une forte diversité phénotypique du développement reproducteur qui est particulièrement complexe à prédire pour une large gamme de conditions, génotypes et usages.

Dans le cadre de la thèse de Simon Rouet, le modèle L-GrassF a été développé afin de simuler les effets des facteurs de l'environnement et de la diversité génétique sur des stades critiques de la phénologie reproductive du ray-grass anglais tels que l'induction florale et l'épiaison. L'induction florale est modélisée en fonction des températures et photopériodes perçues depuis l'initiation de chaque talle ainsi que de leur état de développement végétatif. La croissance foliaire et le tallage sont décrits à partir du modèle L-Grass développé à P3F en 2008. L-GrassF rend également compte de l'impact de l'induction florale sur l'allongement des feuilles et des entrenœuds. Une expérimentation sur la sensibilité de la date d'épiaison à la durée des différentes phases d'induction a été conduite pour calibrer le modèle. L-GrassF a été évalué sur sa capacité à simuler la variabilité de la date d'épiaison observée au sein du réseau expérimental du GEVES. Ce travail représente une étape importante dans notre compréhension de la phénologie des graminées pérennes permettant à terme de mieux anticiper la réponse des prairies au climat futur.

Frontiers in Plant Science
DOI : 10.3389/fpls.2021.672156

Effet de la phénologie reproductive sur la morphologie aérienne du ray-grass anglais. Plantes au stade végétatif au 20 mars 2018 (A), et au stade reproducteur le 8 juin 2018 (B). Photos prises sur l'essai GEVES de Lusignan.

© Simon Rouet – INRAE



© Vincent Colas - INRAE

Différences saisonnières de composition chimique et de contrôle génétique de la digestibilité chez le ray-grass anglais

Dans une large collection de 592 génotypes de *Lolium perenne* L., la digestibilité de la matière organique (OMD) et ses caractères sous-jacents tels que la digestibilité de la paroi cellulaire (NDFD) et la composition de cette paroi (en cellulose, hémicellulose et lignines), ont été étudiées pour deux coupes (à épiaison au printemps et en automne) sur deux années afin d'évaluer leurs interactions. Ces génotypes ont aussi été analysés génétiquement à l'aide de plus de 250 000 marqueurs répartis sur 503 gènes d'intérêt.

Le ray-grass anglais est une plante fourragère qui a une grande importance pour l'élevage de ruminants, que ce soit par le pâturage ou la fauche. Sa qualité fourragère joue un rôle important dans la production laitière et la prise de masse. Il est donc nécessaire pour les sélectionneurs et sélectionneuses, d'améliorer la qualité des variétés proposées sur le marché. Cette étude repose sur des données d'ILVO (Belgique) et a été financée par DSV France dans le cadre d'une thèse.

Une forte interaction a été observée entre les effets génotype et saison pour les caractères liés à la digestibilité. Ce résultat encourage une sélection sur la qualité automnale en parallèle de celle déjà en place sur la qualité printanière. De plus, la composition des fibres joue un rôle différent sur la digestibilité selon la saison : pour la coupe à épiaison, ce sont l'hémicellulose et la cellulose qui vont être corrélées à la digestibilité alors qu'à l'automne, ce sont les lignines (voir graphique). Ceci se confirme avec les résultats de l'étude d'association génomique qui a) présente des marqueurs significatifs différents entre les saisons et qui b) présente des marqueurs significatifs en commun entre la digestibilité et le taux d'hémicellulose au printemps mais pas à l'automne où des marqueurs significatifs en commun avec la digestibilité sont identifiés pour la teneur en lignines.

Frontiers in Plant Science
DOI : 10.3389/fpls.2021.801145

© Bernadette Julier - INRAE

Des parcelles de luzerne à perte de vue pour tester 400 variétés.

Clôture du projet européen EUCLEG : 4 ans qui ont permis un saut méthodologique en sélection des légumineuses

Ce projet, coordonné par Bernadette Julier de P3F, a mobilisé 26 partenaires européens et 9 partenaires chinois autour de deux légumineuses fourragères (luzerne et trèfle violet) et trois légumineuses à graines (pois, féverole, soja). Des données de génotypage haut-débit ont été obtenues sur des centaines d'accessions qui ont été phénotypées pour des caractères de rendement, qualité, résistances à des stress biotiques et abiotiques. Des connaissances très renouvelées de la diversité génétique ont été obtenues. Les données ont été utilisées pour détecter des marqueurs associés aux caractères (QTL) et établir des équations de prédiction génomique. Les résultats et les méthodologies vont bénéficier au progrès génétique sur les légumineuses.

La place essentielle des légumineuses, dans la transition agroécologique et la réduction du déficit de protéines végétales, est avérée et partagée par l'Union Européenne et la Chine. Cependant, ces espèces ne bénéficient pas de programmes de recherche, ni de sélection à la hauteur de cet enjeu. Le besoin de recherches de fond a été bien identifié par l'Union Européenne. En rassemblant des compétences disponibles sur les principales légumineuses, l'objectif était de progresser sur la diversité génétique et phénotypique, la mise au point de marqueurs moléculaires haut-débit et l'étude du déterminisme génétique des caractères.

Notre unité P3F a été essentiellement mobilisée sur la luzerne. Des connaissances très renouvelées sur la diversité génétique ont été obtenues, montrant que le matériel nord et sud-américain est largement différent du matériel européen dont il est pourtant originaire. Les variétés chinoises sont complètement différentes des matériels occidentaux, offrant une nouvelle source de variabilité génétique. Avec les données phénotypiques (rendement et qualité mesurés dans des essais multilocaux, résistance à l'anthracnose), des marqueurs associés aux caractères (QTL) ont été identifiés, chacun pouvant expliquer jusqu'à 10-20 % de la variation phénotypique. Des équations de prédiction génomique ont aussi été construites et permettent, en incluant les QTL, de prédire jusqu'à 80 % de la variation. Ces résultats et méthodologies valident l'orientation vers le développement de la sélection assistée par marqueurs, y compris sur les espèces fourragères. Ils vont bénéficier à terme au progrès génétique sur les légumineuses. Ce projet a ancré la place de P3F sur la génétique des légumineuses.

Impact du réchauffement climatique sur le sol

Notre unité de recherche P3F coordonne le projet Soilwarm, financé par l'Agence nationale de la recherche et impliquant neuf partenaires dont les États-Unis et la Chine. Soilwarm vise à étudier l'impact du réchauffement climatique sur le sol et sur les services écosystémiques qu'il apporte : réservoir de biodiversité et maillon essentiel du cycle biogéochimique du carbone, de l'azote et du phosphore.

Le sol a un impact sur l'atmosphère. Il peut accentuer le réchauffement climatique en relâchant du carbone dans l'atmosphère, ou bien l'atténuer en stockant de la matière organique. Malgré des centaines d'études, la capacité du sol à stocker du carbone pour préserver le climat reste controversée, notamment en ce qui concerne les pratiques agricoles pouvant favoriser ce stockage de carbone dans le sol.

L'impact du réchauffement climatique est encore mal compris sur la vie du sol, les cycles biogéochimiques et le fonctionnement des écosystèmes. Les températures mondiales devraient augmenter de 5 °C au cours du siècle prochain, mais les principales incertitudes concernent la réponse des sols au réchauffement et les interactions entre les stocks de carbone terrestres et atmosphériques influençant le climat. En outre, la vulnérabilité du stock de carbone dans le sol profond (1m de profondeur ou moins) à la décomposition sous un réchauffement chronique, est encore peu étudiée. Dans ce contexte, nous manquons de connaissances sur les réponses microbiennes pour des contextes pédologiques contrastés spécifiquement dans les horizons de sol plus profonds. Par conséquent, il est urgent d'affiner notre compréhension des réponses biotiques dans le cadre d'un réchauffement chronique du sol. Ces connaissances sont extrêmement importantes car les sols sont liés à de nombreux services écosystémiques et sont à la base de nombreux objectifs de développement durable. Comprendre comment le réchauffement modifierait les conditions chimiques et biologiques des sols – et donc leur évolution – permettra de réduire les incertitudes. Un tel objectif est un défi majeur pour promouvoir l'adaptation des sociétés humaines aux effets du changement climatique. Dans le cadre d'un projet ANR porté par Abad Chabbi de l'URP3F et impliquant 9 partenaires y compris les États-Unis et la Chine, nous étudierons l'effet du réchauffement du sol sur les interactions entre la faune et la flore du sol et le cycle biogéochimique du carbone, de l'azote et du phosphore, afin d'évaluer les effets du réchauffement sur les services écosystémiques du sol. Avec son approche très innovante basée sur l'étude simultanée des interactions complexes entre les processus physiques, chimiques et biologiques régulant la dynamique carbone/azote/phosphore dans l'espace et le temps, le projet vise à générer des percées majeures dans la compréhension des effets du réchauffement sur les processus du sol.

Pour mieux comprendre comment toute la mince pellicule terrestre réagira aux changements globaux et pour réaliser des scénarios réalistes en conditions futures de réchauffement, nous utiliserons le dispositif de réchauffement du sol installé sur le site ACBB de Lusignan, unique à l'échelle européenne (voir notre Rapport d'activité 2019, page 26). Ce dispositif s'inscrit dans le cadre d'un réseau international cordonné d'expérimentations contrôlées de réchauffement des sols. Mieux appréhender le fonctionnement complexe de l'ensemble, plutôt que de ses parties prises individuellement, est un enjeu scientifique important qui nécessite à la fois des collaborations scientifiques spécifiques mais aussi de mettre en commun les moyens de recherche notamment dans le cadre d'un tel dispositif coûteux. Cette stratégie a pour objectifs la mise en synergie de compétences spécifiques et de moyens consacrés à la collecte et la diffusion des données originales robustes au niveau national et international sur les processus complexes.

Nous coordonnons le projet de recherche Soilwarm financé par l'ANR, qui s'appuie sur l'un des quatre dispositifs au monde pour réchauffer le sol, installé à Lusignan.

© Abad Chabbi - INRAE

Systèmes fourragers durables

Empreinte carbone et bilan azoté d'OasYs de 2017 à 2020

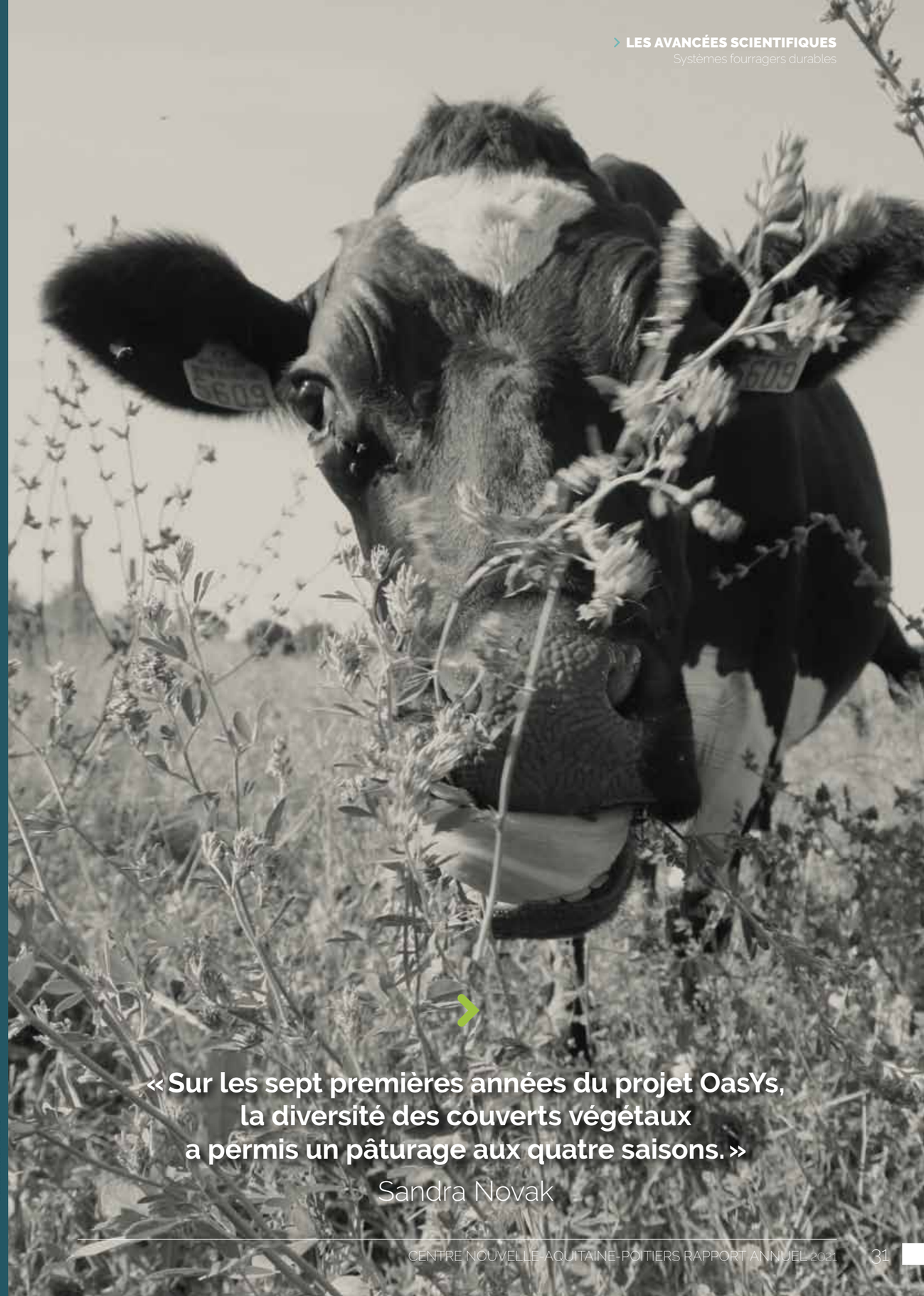
Le système bovin laitier OasYs, conçu selon une démarche agroécologique et pour être adapté au changement climatique, a été évalué avec l'outil Cap2ER dans le cadre du projet de coopération territoriale européenne Dairy-4-Future. Les résultats montrent que ses émissions brutes en équivalent CO2 par litre de lait corrigé sont faibles et inférieures aux autres systèmes herbagers. Les résultats au niveau de la balance azotée et l'efficience d'utilisation de l'azote sont également très bons.

L'impact environnemental de l'élevage bovin laitier, et notamment ses effets sur le réchauffement climatique et la pollution azotée, sont souvent pointés du doigt. Cependant des solutions existent pour réduire l'empreinte carbone et améliorer le bilan azoté des exploitations d'élevage. Plusieurs solutions sont testées dans ce sens sur l'expérimentation système OasYs (72 vaches laitières, 90 ha) mise en place sur notre unité FERLUS depuis juin 2013.

Le système bovin laitier agroécologique OasYs a été conçu pour être adapté au changement climatique et pour réduire son impact environnemental. Il est basé sur le pâturage de couverts diversifiés et une conduite d'élevage innovante (lactations allongées, croisement trois races). Nous avons évalué son empreinte carbone et son bilan azoté sur la période 2017-2020 dans le cadre du projet Interreg Dairy-4-Future, en utilisant l'outil Cap2ER. Les résultats montrent que les émissions brutes en kg d'équivalent CO2 par litre de lait corrigé sont faibles (0,78 en 2020) et inférieures aux autres systèmes herbagers. Le stockage de carbone est en revanche moins élevé que celui d'autres systèmes herbagers basés sur la prairie permanente, car OasYs comporte essentiellement des prairies temporaires. Les résultats au niveau de l'azote sont aussi très bons avec une balance azotée légèrement excédentaire (48 kg N ha-1) et une efficience d'utilisation de l'azote de 49 %.

© Sandra Novak – INRAE

Le système bovin laitier agroécologique OasYs.



© Sandra Novak – INRAE

« Sur les sept premières années du projet OasYs, la diversité des couverts végétaux a permis un pâturage aux quatre saisons. »

Sandra Novak

Territoires et biodiversité

Plus de prairies dans les paysages agricoles favorise la régulation biologique naturelle des ravageurs de cultures

Des scientifiques de l'USC Résilience à Chizé ont participé à une étude publiée le 14 avril 2021 dans la revue *Frontiers in Ecology and Evolution*, montrant l'importance des prairies dans les paysages agricoles afin de favoriser la régulation biologique naturelle des ravageurs de cultures. Ces espaces hébergent les ennemis naturels des ravageurs et contribuent ainsi à une lutte biologique efficace et durable, véritable alternative à l'utilisation de produits phytosanitaires.

LES HABITATS SEMI-NATURELS, DES REFUGES POUR ABRITER LES ENNEMIS NATURELS DES RAVAGEURS

La régulation biologique des ravageurs de cultures par leurs ennemis naturels, comme les carabes ou les araignées, est une voie prometteuse pour limiter l'utilisation de produits phytosanitaires dans les paysages agricoles. Les habitats semi-naturels, comme les prairies, les forêts ou les haies, leur fournissent des refuges, des sites de reproduction et des ressources alimentaires essentielles. Augmenter la proportion de ces habitats dans les paysages ou favoriser leur implantation à proximité des parcelles cultivées représente deux stratégies qui permettraient d'augmenter la régulation biologique des insectes ravageurs. Les effets relatifs et combinés de la quantité de ces habitats et de leur organisation spatiale sur le service de régulation des ravageurs des cultures, encore méconnus, ont été étudiés par des scientifiques du CNRS et d'INRAE. Leur étude parue dans la revue *Frontiers in Ecology and Evolution* a permis de quantifier l'effet de la proportion de prairies dans le paysage en comparaison de celui de la distance à la prairie la plus proche sur les régulations biologiques. Cette étude s'est intéressée en particulier aux taux de prédation de graines de plantes adventices et de pucerons dans 52 parcelles de céréales d'hiver localisées sur la Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre.

© Sabrina Gaba – INRAE

PLUS DE PRAIRIES POUR MOINS DE RAVAGEURS

Les scientifiques ont constaté que les taux de prédation des graines de plantes adventices et des pucerons augmentaient avec la proportion de prairies dans un rayon de 500 m autour des parcelles, tandis que la distance à la prairie la plus proche n'avait pas d'effet. En augmentant de 0 à 50 % la proportion de prairies dans un rayon de 500 m, la prédation des pucerons et des graines a été augmentée respectivement de 20 % et 38 %. Par ailleurs, la prédation des graines augmente également en fonction de la proportion de fragments de forêt, tandis que la prédation des pucerons augmente avec la proportion de parcelles en agriculture biologique. Ces résultats révèlent que le service de régulation biologique des ravageurs par leurs ennemis naturels dans les cultures de céréales est principalement déterminé par la quantité de prairies dans le paysage. Cette étude suggère donc que les ennemis naturels impliqués dans la prédation des pucerons des céréales ne sont pas limités par leur capacité de dispersion (aux échelles spatiales travaillées dans l'étude) et qu'il est nécessaire de maintenir des quantités importantes d'habitats semi-naturels, tels que les prairies, pour assurer la régulation biologique des ravageurs dans les paysages agricoles. Cette étude confirme l'importance de diversifier les paysages agricoles notamment en maintenant des habitats semi-naturels afin de bénéficier des services écosystémiques liés à la biodiversité.

Frontiers in Ecology and Evolution
DOI : 10.3389/fevo.2021.607023

Empis (diptère) sur Pissenlit / Syrphe (diptère) sur Knautie des champs

© Jean-Noël Galliot – INRAE

Il n'y a pas que les abeilles qui pollinisent en prairie !

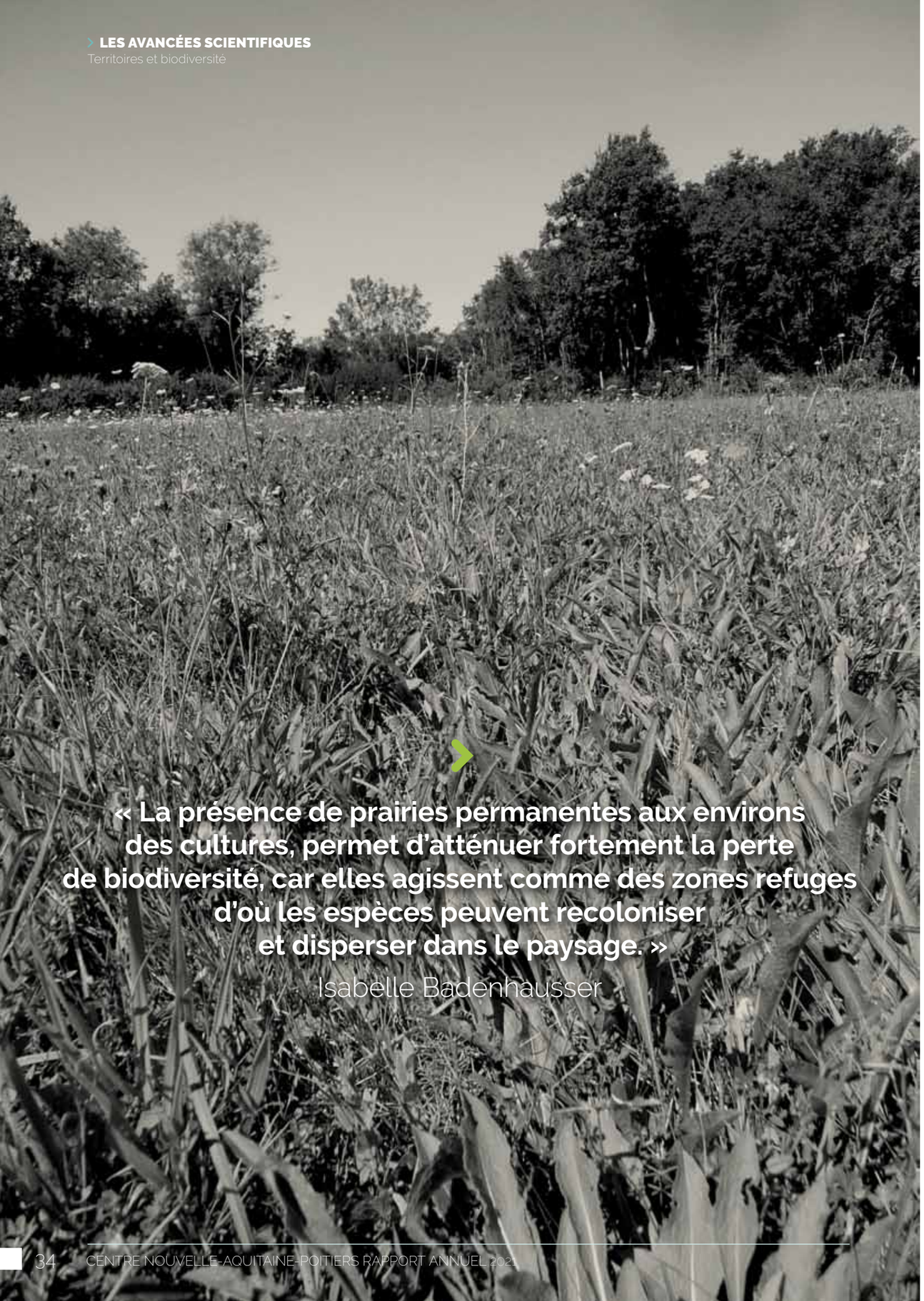
Les réseaux de plantes-pollinisateurs changent en fonction de variables locales et paysagères, qu'il est important d'identifier afin de pouvoir maintenir une bonne fonctionnalité écologique. Une étude impliquant nos unités APIS, FERLUS et Saint-Laurent-de-la-Prée a permis de comparer des réseaux de pollinisateurs des prairies dans les exploitations laitières de trois paysages français contrastés.

Les prairies tempérées fournissent à la fois des habitats et des ressources florales aux pollinisateurs dans les paysages agricoles. Les réseaux de plantes-pollinisateurs changent en fonction de variables locales et paysagères, qu'il est important d'identifier afin de pouvoir maintenir une bonne fonctionnalité écologique. Des équipes techniques et scientifiques d'INRAE accompagnées de l'entomologiste David Genoud, ont analysé les interactions plantes-pollinisateurs dans 18 prairies de fermes laitières expérimentales situées dans trois régions françaises contrastées par leur climat, leur altitude, leur paysage et leur gestion : à Marcenat, Lusignan et Mirecourt. L'étude a combiné des observations visuelles (via piégeage et détermination des insectes en butinage actif) et des analyses par barcoding de l'ADN du pollen récolté sur ces insectes (permettant de retracer l'historique de leurs visites florales). Les objectifs étaient de déterminer quels facteurs environnementaux influencent l'abondance et la diversité des taxons de pollinisateurs et les différences entre les réseaux visuels de plantes-pollinisateurs dans les trois régions agricoles.

Un des résultats majeurs de l'étude a été de montrer que la taille et la diversité des réseaux de plantes-pollinisateurs étaient plus grandes et plus élevées dans les fermes riches en prairies permanentes (Mirecourt et Marcenat) que celles de la ferme avec des prairies temporaires et un paysage de cultures (Lusignan) ; mais le degré de spécialisation des trois réseaux plantes-pollinisateurs était relativement similaire et faible. Les diptères, en particulier les *Empididae* et les *Syrphidae*, représentaient la plupart des interactions plantes-pollinisateurs à Mirecourt et Marcenat, tandis que les hyménoptères (notamment les abeilles domestiques et bourdons) étaient plus abondants à Lusignan.

Pour donner un ordre de grandeur, le nombre de pollinisateurs différents (espèces) repérés sur les trois sites était de 110 (sur 583 insectes identifiés jusqu'à l'espèce seulement), tandis qu'on dénombrait 80 genres différents sur les 844 insectes identifiés jusqu'au genre. Pour ce qui est des hyménoptères, et pour donner une idée de la diversité chez les abeilles et les bourdons, on a dénombré 29 espèces différentes à Mirecourt dont 5 espèces de bourdons et 24 d'abeilles sauvages. Le pourcentage d'habitats semi-naturels dans un rayon de 500 m autour des parcelles d'étude et la hauteur de la végétation influencent l'abondance des pollinisateurs puisqu'ils expliquent 23 % de la variance. Les renoncules (*Ranunculus sp.*), la knautie des champs (*Knautia arvensis*), la centaurée jacée (*Centaurea jacea*) et le trèfle blanc (*Trifolium repens*) étaient les espèces végétales clés des réseaux plantes-pollinisateurs. L'étude a souligné l'importance des diptères dans les réseaux de plantes-pollinisateurs qui représentent plus de la moitié des insectes pollinisateurs observés en butinage dans les prairies permanentes et, une nouvelle fois, la nécessité de conserver des prairies permanentes à flore diversifiée pour préserver les pollinisateurs sauvages et de nombreux services écosystémiques.

Acta Oecologica
DOI : 10.1016/j.actao.2021.103763



« La présence de prairies permanentes aux environs des cultures, permet d'atténuer fortement la perte de biodiversité, car elles agissent comme des zones refuges d'où les espèces peuvent recoloniser et disperser dans le paysage. »

Isabelle Badenhausser

© Louis Gross - INRAE

Un seul être vous manque et tout est dépeuplé : conséquences de l'exposition des reines abeilles aux produits phytosanitaires

Dans le cadre du programme EXPLORA conduit en partenariat avec l'Université de Poitiers, qui s'inscrit dans le programme ECOPHYTO II, notre unité APIS a mis en place un dispositif qui permet d'évaluer les effets de produits phytosanitaires sur la longévité des reines, la fréquence et la durée des vols nuptiaux, ainsi que leur physiologie.

Certaines matières actives sont connues pour affecter les facultés d'orientation des abeilles dans l'espace. Les reines d'abeille domestiques peuvent être exposées à ces substances et voir ainsi leurs vols nuptiaux perturbés, et donc leur qualité reproductive réduite. Dans la mesure où la reine assure seule la reproduction au sein de la colonie, ces perturbations pourraient avoir des conséquences sur l'ensemble de la colonie.

Pour la première année du programme EXPLORA, nous avons choisi de tester un fongicide largement utilisé en grandes cultures : le boscalid. Cet inhibiteur de la production d'ATP est notamment connu pour limiter les capacités de vol des abeilles sauvages et domestiques. Les premiers résultats non encore publiés indiquent qu'une exposition des jeunes reines à des concentrations réalistes de boscalid, réduit leur viabilité, notamment au moment du vol nuptial. Ces perturbations ont des conséquences sur la qualité de leur descendance, qui présente notamment des comportements atypiques de stockage de pollen. Des analyses génétiques et physiologiques des fonctions reproductives des reines permettront d'investiguer les causes possibles de ces dérèglements.

Spermathèque, l'organe de stockage des spermatozoïdes, d'une reine abeille exposée (A) ou non exposée (B) au boscalid.

© INRAE

Systèmes d'élevage alternatifs

Conception collective de dispositifs pour valoriser l'élevage et la viande de Maraîchine dans les marais littoraux

Nos unités de Saint Laurent-de-la-Prée et Résilience, et des membres de l'Association Maraîchine ont conduit une démarche de conception collective afin d'explorer de nouvelles voies pour valoriser un élevage bovin adapté au fonctionnement des prairies humides. Quatre ateliers ont été mis en place en 2020-2021, réunissant une grande diversité d'acteurs. Ces ateliers ont permis de partager des connaissances, d'explorer des idées, et d'élaborer des projets concrets, de manière inclusive et constructive.

Dans l'Ouest de la France, l'association d'éleveurs de Maraîchines conserve cette race bovine locale à faible effectif, appréciée pour sa rusticité permettant des modes d'élevages respectueux de l'écologie des marais. Ces vaches, moins bien conformées que les races sélectionnées, sont mal valorisées par la filière viande. De nouveaux modes de valorisation de la race Maraîchine, de sa viande et des prairies sont donc à explorer.

Une démarche de conception collective, financée par la Fondation de France et portée par nos unités de Saint Laurent-de-la-Prée et Résilience, par l'UMR SADAPT et par l'Association Maraîchine, a mobilisé au total une soixantaine de personnes variées (éleveurs et éleveuses, consommateurs et consommatrices, intermédiaires de la filière, partenaires institutionnels, scientifiques…). Plus d'une centaine d'idées ont été proposées pour mieux valoriser la race, son élevage et les prairies. De nouvelles connaissances ont été partagées, et trois projets concrets ont été développés : sur la sensibilisation des jeunes consommateurs et consommatrices et des futurs producteurs et productrices, sur la diversification des débouchés de cet élevage, et sur l'essaimage d'une micro-filière pilote. Les personnes chargées de l'organisation ont veillé à ce que cette démarche soit la plus coconstruite et démocratique possible. Si elle a été globalement très appréciée par les participantes et les participants, son impact sur la trajectoire de l'Association Maraîchine et de la filière sur le moyen-long terme reste à analyser.

© INRAE

© INRAE

Effet de l'engraissement des animaux à l'herbe sur les qualités de la viande de veau et de bœuf de la race bovine Maraîchine

Un protocole pour caractériser les qualités sensorielles et nutritionnelles de la viande de Maraîchine a été co-construit avec les éleveurs et les éleveuses et mis en œuvre par notre unité de Saint Laurent-de-la-Prée et Bordeaux Science Agro, dans le cadre du projet Maraîchine financé par la Fondation de France. La viande de Maraîchine est pauvre en lipides et très riche en composants bons pour la santé humaine. La composition des fibres musculaires confirme la rusticité de cette race. L'engraissement à l'herbe renforce les qualités nutritionnelles de cette viande.

LL'ambition du projet Maraîchine financé par la Fondation de France était de contribuer au futur des élevages de vaches Maraîchines des marais littoraux atlantiques. En concertation étroite avec les éleveurs et éleveuses de l'association Maraîchine, un protocole d'analyse des qualités sensorielles (tendreté, couleur, goût) et nutritionnelles (antioxydants, teneur en lipides, acides gras, vitamines) de la viande de veau et de bœuf a été coconstruit et appliqué en 2020 et 2021. Des laboratoires INRAE – dont le laboratoire d'analyse sensorielle de notre unité EASM – et de Bordeaux Science Agro, ont été fortement impliqués dans cette recherche.

L'effet de la finition durant la phase d'engraissement des animaux sur la qualité de la viande a été quantifié et un typage des fibres musculaires permettant de caractériser la race Maraîchine a été effectué. Les bavettes du flanchet ont été prélevées à l'abattoir sur les carcasses de 29 veaux (15 engraissés à l'herbe et 14 aux céréales) et 18 bœufs (10 à l'herbe et 8 aux céréales) appartenant à 13 éleveurs et éleveuses. La viande de Maraîchine est globalement pauvre en lipides, très riche en acides gras recommandés pour la santé humaine et surtout en antioxydants ; ces derniers permettant de contrebalancer les phénomènes de peroxydation lipidique conduisant à une détérioration importante des qualités sensorielles et nutritionnelles. Elle présente plus de fibres de type lentes que les races à viande plus sélectionnées, ce qui confirme sa rusticité. L'engraissement à l'herbe des veaux et des bœufs diminue légèrement la tendreté de la viande et augmente significativement les teneurs en « bons » acides gras et en antioxydants.

Des biomarqueurs de la période de réceptivité à «l'effet mâle» dans la salive des jeunes truies

Dans l'objectif de développer des méthodes alternatives aux traitements hormonaux pour la synchronisation des cycles des jeunes truies (cochettes) mises à la reproduction pour la première fois, des biomarqueurs de la réceptivité à « l'effet mâle » ont été recherchés dans leur salive. En effet, l'exposition des jeunes truies au verrat favorise la synchronisation de la première ovulation. Une étude du métabolome* et du stéroïdome* salivaires a permis d'identifier neuf biomarqueurs potentiels, notamment la progestérone et trois de ses métabolites, qui pourraient permettre de mieux repérer les cochettes réceptives à l'effet mâle.

Dans les systèmes conventionnels, les éleveurs et éleveuses de porcs utilisent des hormones synthétiques pour synchroniser les cycles des truies mises à la reproduction pour la première fois (appelées aussi cochettes). Ce principe de synchronisation est nécessaire pour la conduite dite « en bande », qui présente de nombreux avantages sanitaires et organisationnels (simplification du travail en élevage). Toutefois, les résidus hormonaux retrouvés dans les déjections et la viande ont un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine. Ainsi, l'utilisation des hormones est interdite en élevage biologique, ce qui rend difficile la synchronisation des cycles sexuels, en l'absence actuelle d'autres méthodes. Il est donc nécessaire de trouver des méthodes alternatives non hormonales pour la synchronisation des cycles sexuels des animaux d'élevage, si l'on désire garder le système de la conduite en bandes dans les systèmes biologiques, mais aussi pour améliorer les performances environnementales des systèmes conventionnels.

Juste avant la puberté, les cochettes deviennent sensibles à la présence du mâle, laquelle induit dans certains cas la première ovulation. Ce phénomène est appelé « l'effet mâle ». Il pourrait donc constituer une alternative intéressante aux hormones pour déclencher la première ovulation des jeunes femelles. Les cochettes n'étant pas toutes pubères au même âge, la méthode reste pour le moment peu efficace et coûteuse en temps de travail et en manipulations d'animaux. Notre objectif est d'améliorer l'efficacité de l'effet mâle pour l'entrée en reproduction des jeunes femelles. Pour cela, notre unité GENESI a participé à une étude pour rechercher des biomarqueurs de la réceptivité à l'effet mâle dans la salive des cochettes. Les prélèvements de salive présentent l'intérêt d'être une méthode non-invasive pour les animaux et qui a déjà été pratiquée avec succès dans deux études antérieures.

Nos équipes ont prélevé des échantillons de salive sur 30 cochettes croisées Large-White × Landrace âgées de 140 à 175 jours. Les cochettes ont été exposées à un verrat et soumises à une détection des chaleurs 2 fois par jour à partir de 150 jours d'âge. Parmi les 30 cochettes, 10 ont été détectées en chaleur (période d'ovulation ou oestrus) 4 à 7 jours après la première exposition au verrat et ont été ainsi considérées comme réceptives à l'effet mâle ; 14 ont été détectées en oestrus plus de 8 jours après le premier contact avec le verrat, et 6 ont été considérées non réceptives. Le métabolome* et le stéroïdome* des échantillons de salive de 6 cochettes réceptives et de 6 cochettes non réceptives ont été comparés, en collaboration avec l'Université de Tours et l'INSERM. Pour chaque cochette, la salive collectée 25 et 11 jours avant l'exposition au verrat, ainsi que le premier jour de cette exposition, a été analysée.

Vingt-neuf stéroïdes et 31 métabolites ont été détectés dans la salive des cochettes. Les concentrations salivaires de 6 stéroïdes et de 3 métabolites étaient significativement différentes entre les cochettes réceptives et non réceptives : la salive des cochettes réceptives contenait des concentrations plus élevées en progestérone et glycolate 25 jours avant l'exposition au mâle, en 3α5β20α-hexahydroprogestérone, 3β5α20β-hexahydroprogestérone, déhydroépiandrostérone, androstènediol, butyrate et succinate 11 jours avant l'exposition, et en 3β5α-tetrahydroprogestérone le premier jour de l'exposition.

Ces neufs biomarqueurs potentiels de la réceptivité au mâle et donc de l'aptitude à démarrer une gestation pourraient permettre d'identifier les cochettes qui seront réceptives à l'effet mâle dès 11 à 25 jours avant leur exposition et ainsi améliorer l'efficacité de la stimulation. Parmi eux, la progestérone et certains de ses métabolites sont les plus prometteurs du fait de concentrations plus élevées et moins variables et d'un différentiel plus marqué entre cochettes réceptives et non-réceptives. La suite du travail va consister à valider ces observations sur des effectifs plus importants puis à simplifier les méthodes d'analyses pour les rendre plus rapides et moins coûteuses.

Animal
DOI : 10.1016/j.animal.2020.100095

© Doryan Givault - INRAE

Prélèvement de salive sur une cochette à l'unité GENESI de Rouillé, à l'aide d'une SALIVETTE®.

Ce projet a été financé à INRAE par le département Physiologie animale et système d'élevage (PHASE) puis par le programme AgriBio4 du Comité interne pour l'agriculture biologique (CIAB). Il est le fruit d'une collaboration entre l'UMR PRC, notre unité GENESI, l'unité INRAE PEGASE ainsi que l'Institut technique de l'agriculture biologique (ITAB) et l'Institut du Porc (IFIP).

* Le métabolome est l'ensemble des métabolites (petites molécules telles que les peptides, acides aminés, acides organiques, sucres, etc.) qui peuvent être trouvés dans un échantillon biologique.
* Le stéroïdome est l'ensemble des stéroïdes trouvés dans un échantillon biologique.

> LES AVANCÉES SCIENTIFIQUES
Systèmes d'élevage alternatifs

Modéliser les effets de la consommation de différents aliments sur des indicateurs paléo-écologiques grâce à des porcs en alimentation contrôlée : le projet DIET-Scratches

Le projet DIET-Scratches vise à mesurer les effets sur des modèles porcins d'aliments différents sur des indicateurs cranio-dentaires utilisés par les paléontologues pour inférer l'alimentation d'espèces fossiles. Les premiers résultats montrent que la consommation de graines différentes génère des usures dentaires significativement différentes et affecte la morphologie de la mandibule.

Porté par PALEVOPRIM (Université de Poitiers & CNRS) et notre unité GENESI le projet DIET-Scratches évalue l'influence des aliments de « repli » – consommés lors de pénuries alimentaires – sur le partage des ressources et la sélection des morphologies cranio-dentaires parmi les premiers homininés. De par des molaires analogues à celles des primates, le modèle porcin améliore considérablement les interprétations sur les fossiles.

Nous avons mesuré l'effet de la consommation de graines de différentes tailles et duretés (noisettes, maïs, orge) sur trois indicateurs : les micro-usures dentaires, la topographie de l'usure dentaire à l'échelle macroscopique et la morphologie de la mandibule. Quatre lots de six porcs ont été nourris avec de la farine de céréales et trois d'entre eux ont reçu un apport en graines jusqu'à 30 % du poids sec du bol alimentaire. Bien que fournies en quantité faible, des graines de différentes tailles et duretés génèrent des usures dentaires spécifiques, et des morphologies mandibulaires différentes en réponse aux différents muscles mis à contribution au cours de la mastication. Ces résultats, ainsi que ceux des analyses en cours traitant des effets de la consommation d'herbacées ou de tubercules, contribueront à une meilleure interprétation des indicateurs paléo-écologiques dans le registre fossile.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
DOI : 10.1016/j.palaeo.2021.110415
The anatomical Record
DOI : 10.1002/ar.24895

Aperçu du projet DIET-Scratches porté par PALEVOPRIM et notre unité GENESI : modèle animal considéré, méthodes utilisées et contexte scientifique.

© Sabine Rifaut – Laboratoire PALEVOPRIM

© Armelle Pérennès – INRAE

« En tant qu'organisme public, on doit être exemplaire sur les aspects environnementaux. »
Yvon Billon

Rimel : réduction des intrants médicamenteux en élevage

Nos unités EASM et GENESI ont participé à la création d'un collectif de scientifiques pour maîtriser la santé des animaux d'élevage en réduisant le recours aux médicaments – un objectif au cœur d'enjeux économiques, éthiques et de santé publique.
En particulier, nos deux unités ont testé des systèmes d'élevage qui favorisent la robustesse des porcs et des volailles.

Maitriser la santé animale demeure fondamental en élevage pour optimiser le cycle de production et réduire les pertes, contribuer au bien-être des animaux en en prenant soin et limiter l'émergence de zoonoses. Pour répondre à ce triple enjeu, des chercheurs et des chercheuses de sept unités INRAE – dont nos unités EASM et GENESI – se sont fédérés en un collectif. Ils souhaitent contribuer à concevoir des pratiques ou des systèmes qui permettent aux animaux monogastriques de s'adapter, notamment pendant les périodes sensibles. La stratégie utilisée pour atteindre cet objectif, est de valoriser la diversité (phénotypique, génétique, physiologique et microbiologique) au sein des ateliers d'élevage.

Chez les volailles, nous avons étudié l'influence des conditions d'éclosion et de la présence d'une poule adulte avec les poussins au démarrage. L'objectif est de mettre en pratique l'éclosion en bâtiment permettant aux poussins un accès direct à l'aliment et à l'eau, éléments essentiels de leur robustesse ultérieure, tout en favorisant l'installation d'un microbiote diversifié. Les résultats concernant l'éclosion en bâtiment sont prometteurs mais l'analyse reste à finaliser et la présence de poules adultes avec les poussins requiert de la vigilance sur les aspects sanitaires et comportementaux. Chez le porc, nous avons étudié les stratégies d'adaptation des porcelets à un sevrage tardif (à 42 jours) en conditions d'élevage biologique. Nous avons montré que la mise à disposition d'un aliment solide dès 10 jours d'âge, et d'ensilage de luzerne après le sevrage, ne permet pas aux porcelets de petits poids de compenser leur retard de croissance. Cette étude préliminaire a permis d'initier des travaux portant sur la caractérisation de la variabilité des profils d'adaptation des porcelets en élevage biologique.

A l'issue de ce travail, nous avons proposé et discuté des principes (prévenir l'apparition des maladies, utiliser des animaux résistants ou développer leurs capacités adaptatives, soigner les animaux de façon ciblée) ; un cadre d'analyse distinguant les dimensions physique et psycho-sociale, elles-mêmes subdivisées en 11 composantes ; et des leviers d'action à l'échelle de l'élevage pour une gestion intégrée de la santé chez les animaux monogastriques.

Ce travail a permis de renforcer les collaborations entre les unités de recherche et les unités expérimentales impliquées, et de les engager dans des projets communs portant sur la conception de systèmes innovants qui visent à préserver la santé des animaux (projet Carnot F2E Chickboom).

Les conditions d'éclosion et la présence d'une poule adulte avec les poussins au démarrage, ont un impact sur la robustesse ultérieure des poussins.

© Karine Germain – INRAE

Caractérisation du métabolome sérique dans les cinq semaines précédant la reproduction chez la chevrette

Notre unité FERLUS a mené une étude prospective pour analyser le métabolome sanguin de la chevrette avant la première mise à la reproduction afin de caractériser l'évolution des métabolites pendant la phase finale de maturation sexuelle. Une meilleure connaissance de ces changements pourrait permettre d'optimiser le choix du moment de mise à la reproduction et d'améliorer les taux de fertilité à l'insémination chez la chevrette.

© Armelle Pérennès – INRAE

L'âge des chevrettes à la première mise-bas a un effet sur les performances de croissance et la production laitière mais également sur les performances de reproduction des primipares. En France, les éleveurs et éleveuses des races Alpine et Saanen utilisent deux critères de mise à la reproduction : les chevrettes doivent avoir au moins 7 mois et peser plus de 30kg (soit 50% du poids adulte). Une meilleure caractérisation du stade de maturité sexuelle pourrait permettre de définir des stratégies de reproduction adaptées et améliorer la réussite de la reproduction et la conduite de la lactation.

Le métabolome est la signature d'un état physiologique et pourrait permettre de caractériser le stade de maturation sexuelle. Notre objectif était d'analyser le métabolome sanguin des chevrettes avant la première mise à la reproduction afin de caractériser l'évolution des métabolites pendant la phase finale de maturation sexuelle. 20 chevrettes Alpines âgées de 6 à 7 mois, nées en février et issues de reproduction en saison sexuelle dans le dispositif expérimental Patuchev ont été utilisées. Des prises de sang hebdomadaires ont été réalisées pendant les cinq semaines précédant l'introduction des boucs en septembre. Des dosages de progestérone et l'analyse du métabolome par Spectrométrie de résonance magnétique du proton (SRM) ont été réalisés sur les sérums.

Toutes les chevrettes avaient bien atteint la puberté puisque toutes ont été gestantes suite à la reproduction. L'analyse du métabolome a permis l'identification de 109 bandes spectrales dans le sérum. La comparaison des profils métaboliques entre semaines avant contact avec les boucs a mis en évidence six métabolites discriminant la semaine 5 (juste avant l'introduction des boucs) des semaines 1, 2 et 3 : glucose, citrate, créatinine, 3-hydroxy-isobutyrate ainsi que deux bandes non identifiées. En particulier, les niveaux de citrate et de 3-hydroxy-isobutyrate ont significativement évolué pendant la maturation sexuelle, avec une diminution significative du 3-hydroxy-isobutyrate la semaine 5 et une augmentation significative du citrate les semaines 4 et 5. Cependant, l'absence de variabilité en matière de résultats de fertilité (toutes les chevrettes sont devenues gestantes avec peu d'écart de début de gestation), ne nous a pas permis d'établir un lien clair entre ces profils métaboliques et les performances de reproduction. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour vérifier la pertinence de ces métabolites comme biomarqueurs de la précocité sexuelle.

Livestock Science
DOI : 10.1016/j.livsci.2021.104572

© Armelle Pérennès – INRAE

Comité de pilotage du Réseau agriculture et innovation en Nouvelle-Aquitaine (RAIN), le 15 juillet 2021, sur le site de notre unité FERLUS à Lusignan.

Partenariat

Étude et contrôle des variétés et semences végétales

Le GEVES est un Groupement d'intérêt public constitué par INRAE, le ministère en charge de l'agriculture et le Groupement national interprofessionnel des semences et des plants (SEMAE). Il évalue et caractérise les nouvelles variétés végétales créées chaque année par la recherche publique ou privée. Ces variétés peuvent ainsi être protégées juridiquement et inscrites au catalogue officiel français qui autorise leur commercialisation. Des unités du GEVES sont basées sur nos implantations du Magneraud – l'unité expérimentale Secteur d'étude des variétés (SEV) et le laboratoire BioGEVES – et de Lusignan (SEV).

Varmaïs, le nouveau site internet de référence de l'évaluation variétale du maïs en France

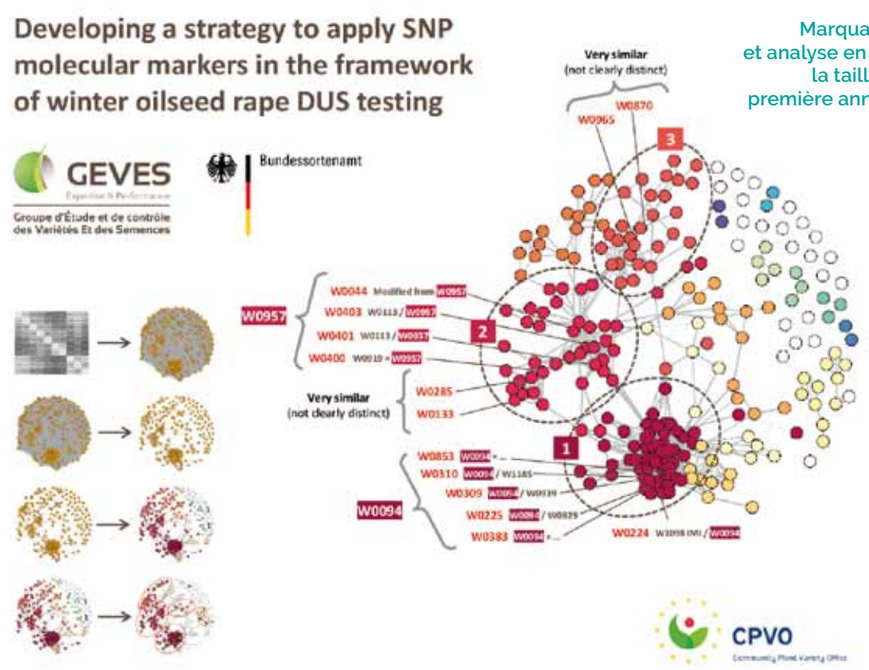
Le GEVES, Arvalis-Institut du Végétal et l'UFS, se sont associés pour développer Varmaïs, un outil gratuit et en libre accès, de consultation et de comparaison des références de l'évaluation variétale issues des réseaux d'expérimentation France, et d'aide au choix des variétés de maïs : www.varmais.fr.

L'objectif de cet outil est de présenter, en toute neutralité, des références puissantes et fiables, issues des réseaux d'essais de l'évaluation variétale à l'inscription France (CTPS/GEVES), en post-inscription (ARVALIS et UFS – Section maïs et sorgho) et en probatoire à la post-inscription (ARVALIS).
Le site est au service des agriculteurs et agricultrices, des éleveurs et éleveuses, des techniciens et techniciennes des structures de conseil et d'approvisionnement, des entreprises semencières et plus globalement de toutes les parties prenantes de la filière maïs.

Après une présentation en avant-première au salon professionnel Les Culturales en juin 2021, l'outil Varmaïs est désormais en ligne depuis le 10 septembre 2021. Le site est incrémenté avec les derniers résultats de l'expérimentation de post-inscription au fur et à mesure des récoltes et avec les résultats de l'expérimentation VATE des nouvelles variétés proposées à l'inscription.

Le site propose des fonctionnalités d'aide au choix personnalisé des variétés de maïs selon de nombreux critères et permet ainsi de :
• **CONSULTER** les fiches d'identité et les résultats expertisés des variétés expérimentées sur de nombreux caractères, afin d'évaluer la performance des variétés (précocité, rendement, valeur énergétique du fourrage, tolérance et résistance aux maladies et à la verse, …).
• **COMPARER** plusieurs variétés sur la base de références moyennes calculées sur les 10 dernières années et réaliser des duels personnalisés de variétés, à différentes échelles géographiques (départements et départements limitrophes, régions agroclimatiques et France).
• **CHOISIR** les variétés par des filtres et des tris selon des critères prioritaires.

Plus de 500 variétés consultables, variétés proposées à l'expérimentation par les semenciers dans les réseaux d'expérimentation et disponibles sur le marché français.
Plus de 450 variétés expérimentées chaque année à l'inscription, en post-inscription et en probatoire.
Environ 400 essais menés par an répartis sur toutes les zones de production de maïs en France.



© Marc Delêtre – GEVES

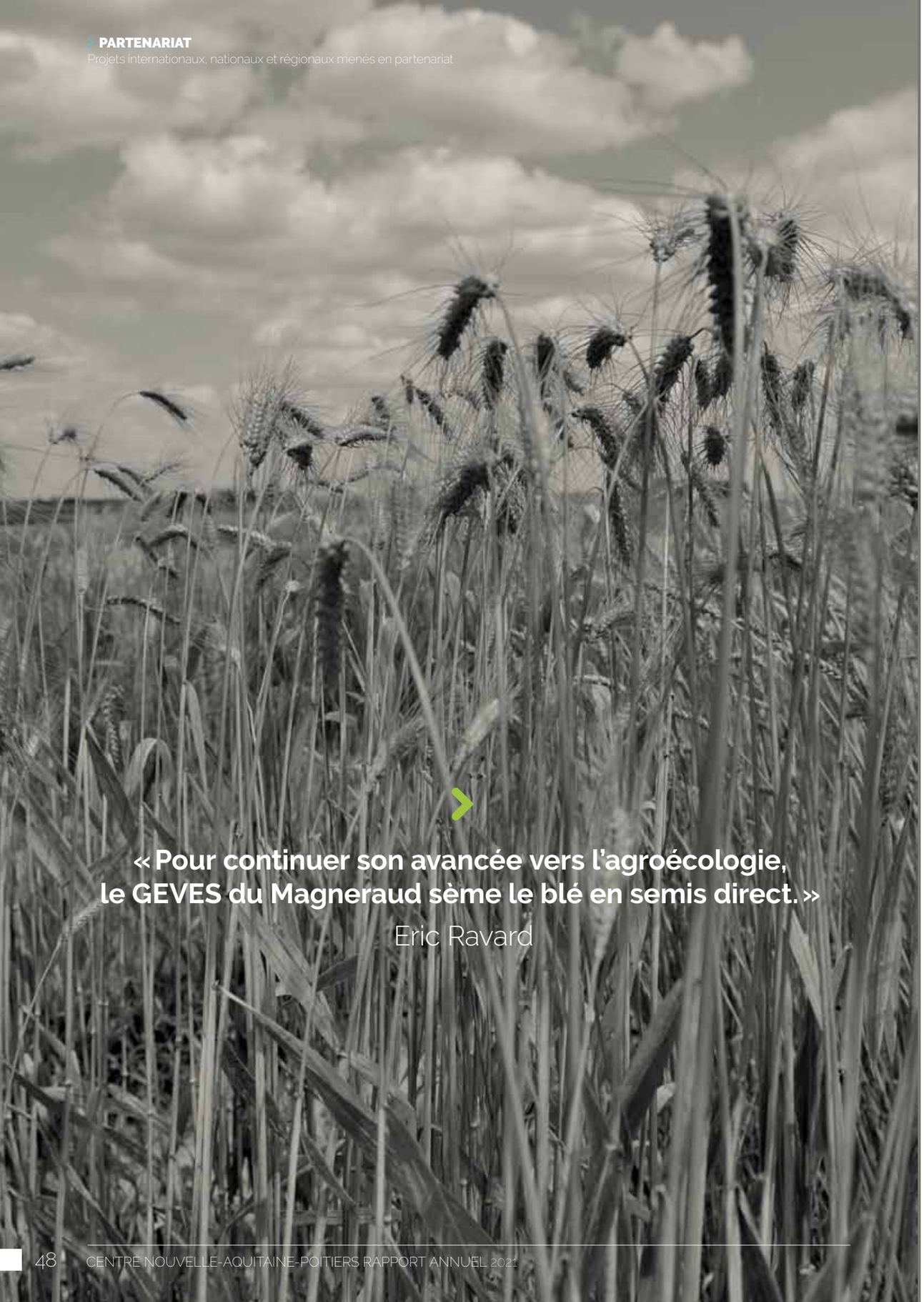
Marquage moléculaire SNP et analyse en réseau pour réduire la taille des essais DHS de première année sur colza d'hiver.

Mise au point d'une méthodologie de marquage moléculaire SNP pour optimiser la gestion des collections de référence de colza d'hiver dans le cadre des études DHS

L'augmentation du nombre de variétés inscrites de colza ainsi que sa sensibilité aux conditions environnementales entraînent une complexité croissante des essais DHS. Le projet mené par le GEVES, en partenariat avec le BSA a permis le développement d'une stratégie de marquage SNP ainsi qu'une nouvelle méthodologie d'intégration des données génétiques et phénotypiques. Ce modèle permettrait de réduire la taille des essais aux champs tout en maintenant la qualité des études DHS.

Reflet de son importance, le nombre de variétés inscrites de colza a augmenté significativement depuis dix ans. Cette augmentation ainsi que la sensibilité du colza aux conditions environnementales entraînent de véritables défis logistiques et techniques pour conduire les essais DHS. Le GEVES (France) et le BSA (Allemagne) ont mené un projet commun avec pour objectif de développer de nouvelles approches qui combinent les informations génétiques et phénotypiques pour réduire la taille des essais au champ sans compromettre la qualité des études DHS.

Ce projet a permis d'identifier un jeu optimisé de 360 SNP avec une bonne couverture génomique et un fort pouvoir discriminant. À partir des données de génotypage produites, une nouvelle approche a été développée pour combiner l'information moléculaire aux données phénotypiques. Le modèle proposé utilise l'analyse en réseau pour définir une « collection de référence optimale ». En fonction de la méthode utilisée pour gérer habituellement les collections de référence (COY-D ou GAIA), le modèle pourrait permettre de réduire de 20 à 45% la taille des essais aux champs en première année d'étude, sur la base des seuils préliminaires de distance génétique utilisés pour tester la méthode. Les travaux de recherche se poursuivront afin de préciser les seuils de distance génétique ainsi que pour évaluer le modèle en conditions réelles. Le transfert des analyses réalisées en électrophorèse vers le marquage SNP sera également abordé.



« Pour continuer son avancée vers l'agroécologie, le GEVES du Magneraud sème le blé en semis direct. »

Eric Ravard

© Christophe Maitre - INRAE

Projets internationaux, nationaux et régionaux menés en partenariat

Une implication dans des projets de recherche internationaux

Notre centre de recherche contribue activement à des initiatives internationales, dont une grande part est soutenue par Horizon 2020 (H2020), le programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation.

En 2021, nous avons participé à dix projets internationaux, dont deux que nous coordonnons (en gras)

Projet	Financement	Objectif	Date	Coordonnateur	Unité(s) du centre concernée(s)
Dairy-4-Future	Interreg Espace Atlantique	Rendre l'élevage laitier de l'Espace Atlantique plus résilient et durable	2018-2021	Idele	FERLUS
Eucleg	**H2020**	**Amélioration des légumineuses fourragères et à graines pour accroître l'autosuffisance protéique de l'Union européenne et de la Chine**	**2017-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F**
Genial	**Barenbrug**	**Génotypage de populations australiennes de luzerne**	**2019-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F**
Intaqt	H2020	Outils innovants pour l'évaluation et l'authentification des qualités de la viande de poulet, du bœuf et des produits laitiers	2020-2025	INRAE Val de Loire	EASM
Invite	H2020	Innovations dans l'évaluation variétale en Europe : pour des variétés mieux adaptées aux contraintes, dans des modes de culture plus durables	2019-2024	INRAE Pays-de-la-Loire	URP3F, GEVES
Pigweb	H2020	Une infrastructure de recherche expérimentale européenne pour une production porcine durable	2021-2026	INRAE Bretagne-Normandie	GENESI
Power Core Organic	ERA-Net	Améliorer le bien-être et la santé des animaux ainsi que les performances environnementales et économiques des élevages de porcs biologiques en Europe grâce à l'amélioration de la conduite et du logement	2018-2021	Université de Aarhus, Danemark	GENESI
PPILOW	H2020	Co-concevoir des innovations pour améliorer le bien-être des volailles et des porcs élevés dans des systèmes de production biologiques et plein air	2019-2024	INRAE Val de Loire	GENESI
Remix	H2020	Concevoir des systèmes de culture basés sur des mélanges d'espèces	2017-2021	INRAE Occitanie-Toulouse	URP3F
SNP Colza	OCVV	Développer une stratégie pour utiliser les marqueurs moléculaires en DHS Co	2019-2021	GEVES	BioGEVES

Participation à plusieurs projets nationaux

Notre centre de recherche participe à de nombreux projets nationaux.
Ils sont principalement financés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et le Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural (CASDAR) du ministère chargé de l'agriculture.

En 2021, nous avons participé à trente-sept projets nationaux, dont huit que nous coordonnons (en gras)

Projet	Financement	Objectif	Date	Coordonnateur	Unité(s) du centre concernée(s)
Anaee	Ministère Recherche	Compromis entre stockage C et émission de N_2O	2020-2021	UMR BioEcoAgro, INRAE Hauts-de-France	FERLUS
Agroforesteries	**Fondation de France**	**Agroforesterie en polyculture-élevage : comment pâturer des ligneux en système bovin laitier et pour quels résultats ?**	**2020-2022**	**INRAE N-A-Poitiers**	**FERLUS**
Batcool	CASDAR	Bien-être animal : étude sur l'ambiance des bâtiments d'élevage	2021-2025	Chambre régionale d'agriculture Occitanie	FERLUS
Brouage	Réseau rural national	Animation nationale de l'expérimentation : préservation de l'élevage extensif, gestionnaire des milieux humides	2018-2021	Forum des Marais Atlantiques	St-Laurent-de-la-Prée
Capgènes -Evolution	**Evolution XY**	**Maîtrise de la reproduction et de la diffusion du progrès génétique chez les caprins**	**2020-2023**	**INRAE N-A-Poitiers**	**FERLUS**
Carsolel	ADEME	Construction d'une méthodologie et d'un référentiel sur les flux de carbone dans les sols agricoles dans les territoires d'élevage bovin	2018-2022	INRAE Bretagne-Normandie	URP3F
Chickboom	Carnot	Un système d'élevage innovant pour la volaille : l'éclosion à la ferme pour améliorer la multi-performance	2020-2023	ITAVI	EASM
Dactysec	**CASDAR**	**Sélection de dactyles productifs et tolérants à la sécheresse**	**2016-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F**
Diet Scratches	ANR	Stratégies alimentaires et leurs changements enregistrés par les dents fossiles : considérer la séquence évolutive des homininés	2018-2021	UMR Palevoprim CNRS-Université de Poitiers	GENESI
EcoXtract	ADEME	Tester le solvant biosourcé ExoXtract®, alternative possible aux solvants issus du pétrole, pour extraire les tourteaux oléagineux destinés à l'alimentation animale	2021-2024	Pennakem Europa	EASM
Eradal	CASDAR	Utilisation efficiente des ressources alimentaires en production laitière afin de produire des denrées alimentaires pour les humains	2018-2021	Idele	FERLUS

Projet	Financement	Objectif	Date	Coordonnateur	Unité(s) du centre concernée(s)
Explora	Ecophyto II	Expositions aux pesticides au stade larvaire et conséquences sur les traits d'histoire de vie des ouvrières des reines chez *Apis mellifera*	2021-2023	Université de Poitiers	APIS
Fastoche	CASDAR	Intérêts du pâturage d'espèces fourragères riches en métabolites secondaires bioactifs chez les petits ruminants	2019-2022	Idele	FERLUS
FSOV		Sélection de blé tendre pour des conduites bas-intrants	2021-2023	GDEC	FERLUS
Gazon Armmeg	**SOREVE, Turf-Lab**	**Analyse de la réponse aux milieux, des mélanges d'espèces à gazon**	**2019-2022**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F**
HerbValo	CASDAR	Développer un outil pour quantifier l'herbe valorisée par les animaux en fermes commerciales et créer un référentiel pour accroître l'efficience d'utilisation de cette ressource	2018-2021	Chambre d'agriculture de la Mayenne	FERLUS
HerbX	FranceAgriMer	Tester l'impact du pâturage tournant sur l'épiaison des graminées. Ajuster au mieux le pâturage pour améliorer la qualité de l'herbe et la pérennité des prairies	2019-2022	CAVEB	URP3F
IMAgHO	ANR	Augmenter la multifonctionnalité des agroécosystèmes par l'exploitation des réseaux trophiques	2018-2022	IRBI Tours	Agripop
IVD BLADE 2	INRAE-AgriObtentions	Sélection de blé tendre performants à bas intrants	2020-2024	INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes	FERLUS
Maraîchine	**Fondation de France**	**Valoriser la Maraîchine pour conjuguer viande de qualité et préservation des milieux littoraux**	**2018-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**St-Laurent-de-la-Prée**
Max4goat	Carnot	Maximiser la valorisation des fourrages en élevage caprin	2021-2024	Idele	FERLUS
Mélanges	**CASDAR**	**Quels idéotypes de variétés d'espèces prairiales pour des mélanges prairiaux et comme plantes de services pérennes associées à des grandes cultures ?**	**2021-2024**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F, St Laurent**
Microfeed	ANR	Comprendre le rôle du microbiote intestinal pour améliorer l'efficacité et la robustesse de la production porcine	2016-2021	INRAE Occitanie-Toulouse	GENESI
Mobidiv	ANR - PPR	Mobiliser et sélectionner la diversité cultivée intra et inter-spécifique pour un changement systémique vers une agriculture sans pesticides	2021-2026	UMR GQE INRAE-AgroParisTech-CNRS-Université Paris Saclay	URP3F
Nutrifolium	CASDAR	Évaluer par NIRS la valeur nutritive des variétés de trèfle violet pour l'inscription au catalogue	2018-2021	GEVES	URP3F

Projet	Financement	Objectif	Date	Coordonnateur	Unité(s) du centre concernée(s)
Prédicrop	ANR	Sélection de blé tendre à l'aide de marqueurs moléculaires	2020-2024	INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes	FERLUS
Res0pest_V2	Ministère Agriculture et Alimentation	Système de culture «zéro pesticide»	2018-2023	INRAE Bourgogne-Franche-Comté	FERLUS
Reproduction des petits ruminants	Confédération nationale de l'élevage (CNE)	Criblage des molécules olfactives impliquées dans la mise en place d'un effet bouc : analyse fine du sécrétome olfactif de la chèvre	2021	ALLICE	FERLUS
Saga	FranceAgriMer	Mise au point de gammes de substances actives d'origine naturelle à base d'extraits d'algues à destination des fabricants d'aliments pour l'alimentation des porcs et des volailles	2017-2021	INRAE Val de Loire	EASM
Soilwarm	**ANR**	**Comment le réchauffement d'un profil de sol affectera les interactions entre les organismes du sol : implications pour les cycles carbone-azote-phosphore**	**2021-2026**	**INRAE N-A-Poitiers**	**URP3F**
Tropicow	CASDAR	Autonomie fourragère et protéique par l'introduction de céréales et de protéagineux tropicaux dans la ration des ruminants	2021-2025	Chambre régionale d'agriculture Nouvelle-Aquitaine	FERLUS
UMT BIRD	Ministère Agriculture et Alimentation	Pour des productions avicoles multiperformantes au sein de nos territoires	2017-2021	ITAVI, INRAE Val de Loire	EASM
UMT DIGIPORC	Ministère Agriculture et Alimentation	Proposer des applications en élevages porcins, conçues à partir de données numériques	2019-2023	IFIP, INRAE Bretagne-Normandie, Agrocampus Ouest	GENESI
UMT PRADE	Ministère Agriculture et Alimentation	Protection des abeilles dans l'environnement	2020-2024	ACTA, ADAPI, INRAE PACA, ITSAP	APIS
UMT SC3D	**Ministère Agriculture et Alimentation**	**UMT SC3D : Systèmes caprins durables de demain**	**2019-2023**	**Idele, INRAE N-A-Poitiers**	**FERLUS, URP3F**
Valorage	CASDAR	Valorisation de fourrage et de parcours riches en protéines par les monogastriques biologiques	2021-2024	Initiative Bio Bretagne	EASM
Vitisolar	ADEME	Développer et tester, au travers d'un démonstrateur, une solution agrivoltaïque innovante pour le secteur viticole	2021-2025	EDF	URP3F

Création d'un réseau R&D multi partenarial pour la filière bovin lait en Nouvelle Aquitaine : le réseau AccéLair

Afin de renforcer les liens et les échanges entre la recherche et le développement, un réseau de R&D a été créé par l'interprofession bovine laitière et l'Institut de l'Élevage et il regroupe l'ensemble des partenaires de la filière en Nouvelle-Aquitaine. Dans ce cadre, notre unité FERLUS a présenté les essais et résultats sur la betterave fourragère et les couverts estivaux acquis sur l'expérimentation système OasYs. Une journée technique de grande ampleur sera organisée par les membres de ce réseau le 12 octobre 2022 à FERLUS.

L'élevage bovin laitier de Nouvelle-Aquitaine est confronté aux défis du changement climatique et de l'augmentation du prix des intrants. Afin d'y répondre, l'interprofession bovine laitière (CRIEL) a mis en place avec l'Institut de l'Élevage (IDELE) et l'ensemble des partenaires de la filière de Nouvelle-Aquitaine, le réseau de R&D AccéLair en 2021. INRAE y est représenté par l'unité FERLUS.

Les objectifs prioritaires de ce réseau animé par Adèle Marsault (IDELE) sont de répondre aux enjeux de l'adaptation au changement climatique, de la réduction des gaz à effet de serre et de l'autonomie protéique. Parmi les actions réalisées en 2021, des expérimentations ont été réalisées par plusieurs partenaires sur la betterave fourragère. Dans ce cadre, une journée régionale a été organisée à l'unité FERLUS le 14 septembre 2021 pour visiter l'essai implanté sur l'expérimentation système OasYs et comparant 4 modalités de travail du sol (stage de Gaëtan Pineau soutenu par la Fondation Xavier Bernard). Les résultats de précédents essais menés sur le pâturage de betteraves à OasYs ont également été présentés, ainsi que ceux acquis sur des couverts estivaux. Le prochain temps fort est prévu le 12 octobre 2022 sur le site de FERLUS à Lusignan, avec une journée technique dédiée à l'élevage bovin laitier, en lien avec la journée CAP'VERT dédiée à l'élevage caprin qui aura lieu le lendemain.

Présentation de nos essais sur la betterave fourragère lors de la journée AccéLair du 14 septembre 2021.

© Sandra Novak - INRAE

Création d'une infrastructure de recherche nationale dédiée au phénotypage animal.

Notre unité GENESI fait partie de l'infrastructure LiPh@SAS (Livestock Phenotyping for Sustainable Agricultural Systems). LiPh@SAS vise à structurer et faire évoluer des structures existantes pour offrir aux communautés scientifiques françaises et européennes les outils et les services leur permettant de répondre aux questions de recherche posées par la nécessaire transformation de l'élevage vers des systèmes plus durables, basés sur les principes de l'agroécologie et le respect du bien-être animal chez les animaux de production.

Les défis de recherche posés par les grands enjeux (environnementaux, sanitaires, économiques, sociaux, technologiques) auxquels sont confrontés les systèmes agricoles et alimentaires, transcendent les filières de production et devront à l'avenir être abordés de façon plus globale. L'IR LiPh@SAS vise à apporter des services aux communautés scientifiques académiques mais aussi privées pour faciliter ces approches globales :

- en proposant une offre de service globale dédiée à même de favoriser les interactions entre les communautés scientifiques existant au sein de chaque filière de de production ;
- en facilitant l'accès aux données et aux ressources de l'infrastructure et à l'ensemble des communautés scientifiques par la mise en place de règles d'accès communes, simples et transparentes ;
- en favorisant, à un niveau plus global, l'harmonisation des protocoles et des meilleures pratiques, et en promouvant l'utilisation de normes garantissant le meilleur niveau d'expertise et d'éthique en matière, notamment, d'expérimentation animale de bien-être animal ;
- en favorisant l'innovation technologique en sciences animales (développement et tests d'outils de phénotypage, mise au point de méthodes non invasives et le recours à des alternatives à l'expérimentation animale ;
- en assurant une qualité des données conforme aux valeurs de la science (intégrité, confiance, déontologie, éthique) et en favorisant la mise à disposition des données produites au sein de l'infrastructure ;
- en développant l'ambition scientifique et la reconnaissance du dispositif en sélectionnant les partenaires les plus appropriés pour accroître la visibilité et la reconnaissance de l'infrastructure ;
- en assurant la diffusion, l'exploitation et le transfert de technologie pour les résultats obtenus par le projet en développant notamment des partenariats public-privé dans le domaine des sciences animales, avec le soutien des Instituts Carnot et de la Direction DPTI d'INRAE ;
- en offrant des possibilités de formation de haut niveau aux jeunes chercheurs et aux jeunes chercheuses afin de favoriser l'émergence d'une nouvelle génération formée aux enjeux de transformation de l'élevage.

Pour atteindre ces objectifs, LiPh@SAS regroupe les moyens et les compétences de 10 entités INRAE. Sept de ces entités sont des unités expérimentales – dont notre unité GENESI – et sont labellisées comme Infrastructures scientifiques collectives (ISC) par INRAE. Six entités sont intégrées dans les infrastructures européennes, les quatre autres apportent des moyens et compétences complémentaires en matière d'exploration fonctionnelle, de gestion des données ou apportent via les petits ruminants une ouverture vers l'Europe du sud et le bassin méditerranéen. Globalement, l'infrastructure représente plus de 270 ETP et des cheptels de près de 2 000 bovins, 4 500 ovins/caprins et 7 000 porcins, entre 50 000 et 100 000 poissons par an et une surface agricole utile de près de 2000 ha. Dans ce cadre notre unité GENESI met à disposition des communautés scientifiques, l'ensemble de son dispositif expérimental présent sur les sites du Magneraud (17) et de Rouillé (86).

Participation à des projets régionaux

Notre centre s'implique également dans des projets scientifiques à l'échelle régionale, dans les régions Bretagne, Nouvelle-Aquitaine, Normandie, Occitanie et Pays-de-la-Loire.

Projets régionaux auxquels nous avons participé en 2021 :

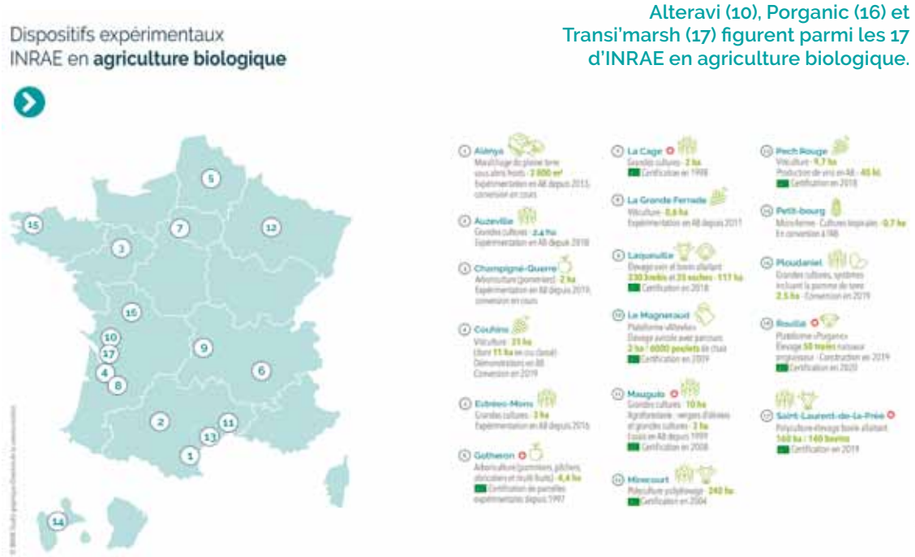
Projet	Financement	Objectif	Date	Coordonnateur	Unité(s) du centre concernée(s)
Bionachol	PRSCT Région NA	Valoriser les plantes à métabolites secondaires bioactifs (MSB) dans l'alimentation des chèvres et brebis laitières. Intérêts et effets sur la qualité du lait et des fromages	2018-2021	Actalia	FERLUS
BirdLand	Région NA	Mobiliser les services écosystémiques et les dynamiques de l'occupation des sols dans la prise de décision économique pour la région Nouvelle-Aquitaine	2018-2021	GRETHA	RÉSILIENCE
Harmonie	**Région NA**	**Vers une agroécologie des territoires : biodiversité, services écosystémiques & acteurs et actrices**	**2019-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**RÉSILIENCE**
InterPoll	**Région NA**	**Conservation des abeilles sauvages : rôles respectifs de la disponibilité en ressources florales et de l'abondance de l'abeille domestique. Une approche de cartographie sur la Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre**	**2019-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**RÉSILIENCE**
Nourrissement	**Région NA**	**Effets du nourrissement des colonies d'abeille domestique sur l'adultération des miels**	**2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**APIS**
PEI-Résilience des systèmes d'élevage caprins de Nouvelle-Aquitaine	Région NA	Concevoir, évaluer et développer des systèmes d'élevage caprins innovants et résilients en Nouvelle-Aquitaine	2019-2021	BRILAC	FERLUS
Région 2017 plateforme mutualisée	**Région NA**	**Outils pour la traçabilité et la précision des données de monitoring environnemental**	**2017-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**St-Laurent-de-la-Prée**
Région 2019 agroécologie	**Région NA**	**Développer des pratiques agroécologiques**	**2019-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**St-Laurent-de-la-Prée**
Rexcap 2020 Brosses	**Région NA**	**Enrichir le milieu pour améliorer le bien-être des chèvres. Comparaison de l'utilisation de différentes brosses en fonction de la conduite d'élevage, avec accès ou non au pâturage**	**2019-2021**	**INRAE N-A-Poitiers**	**FERLUS**

© Armelle Pérennès - INRAE

Le 27 septembre 2021, Universcience est venu à Lusignan tourner une vidéo sur notre Simulateur de climat extrême (Siclex) pour sa série *Dans les coulisses du climat*.

Partage des connaissances

Pour la communauté scientifique et le monde agricole



© INRAE

Nos trois dispositifs expérimentaux Alteravi (10), Porganic (16) et Transi'marsh (17) figurent parmi les 17 d'INRAE en agriculture biologique.

Quatre temps forts sur l'agriculture biologique

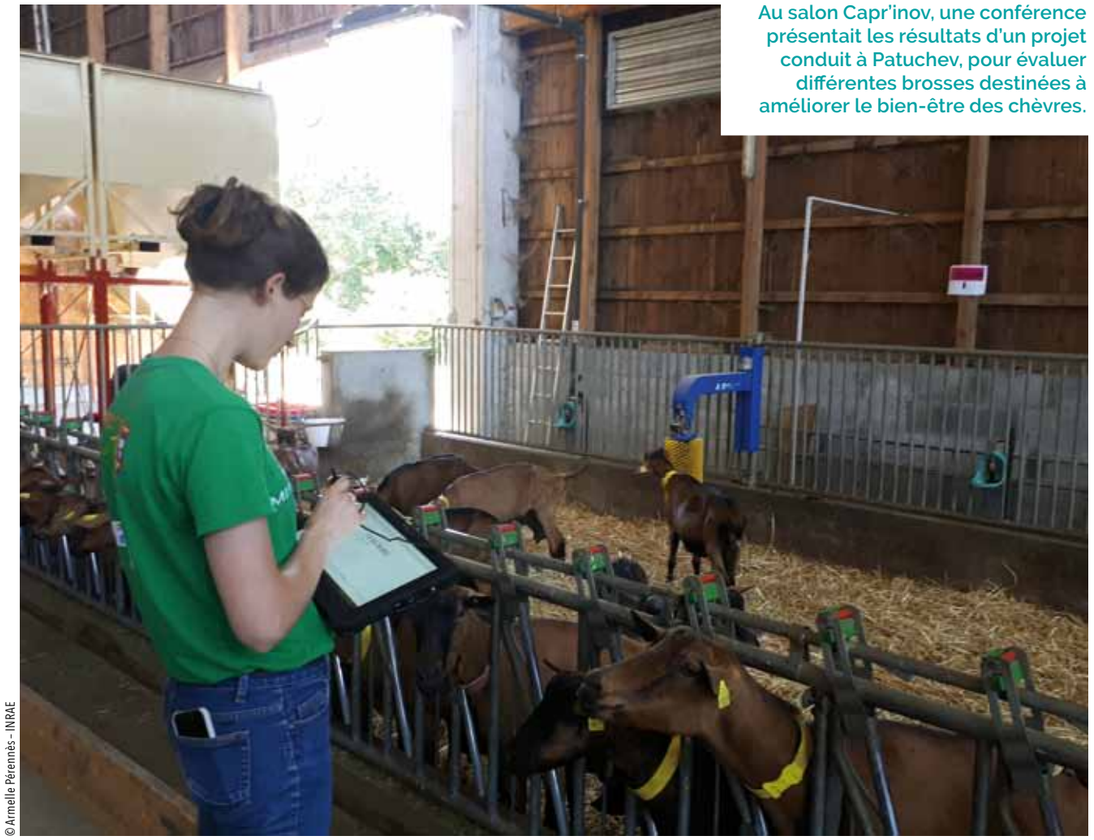
À l'automne 2021, INRAE mettait en lumière ses travaux en agriculture biologique. Nos trois dispositifs expérimentaux en agriculture biologique – Alteravi, Porganic et Transi'marsh – étaient représentés lors de ces différents temps forts : conférence de presse, congrès mondial de la bio, salon Tech&Bio, sommet de l'élevage.

Mardi 7 septembre 2021, INRAE a présenté à la presse ses travaux sur l'agriculture biologique, résumés dans le dossier *Agriculture biologique : vers un changement d'échelle*. Nos trois dispositifs expérimentaux en agriculture biologique y étaient cités : Alteravi au Magneraud, certifié AB en 2009, Transi'marsh à Saint-Laurent-de-la-Prée, certifié AB en 2019 et Porganic à Rouillé, certifié AB en 2020.

Notre unité de Saint-Laurent-de-la-Prée a participé au Congrès mondial de la bio du 6 au 10 septembre 2021, à Rennes. Présente dans le Forum « Science » et la session « Innovative designs for transitions and research », elle a présenté une étude pour tester le roseau en litière, comme alternative à la paille de céréales.

INRAE était partenaire du salon international Tech&Bio. Du 21 au 23 septembre 2021 à Bourg-lès-Valence, un stand de l'institut y présentait ses recherches sur le climat et la biodiversité, et des équipes intervenaient dans différentes conférences sur tous les thèmes abordés au fil de ces journées. Parmi elles, l'équipe Patuchev de notre unité FERLUS participait à une conférence sur l'élevage caprin.

Du 5 au 8 octobre 2021 à Clermont-Ferrand, le salon européen des professionnels de l'élevage 2021 réunissait 2 000 animaux et 1 500 exposants. À cette occasion, le Pôle Bio Massif Central et l'Institut technique de l'agriculture biologique (ITAB) proposaient les BioThémas, un cycle de conférences sur l'agriculture biologique et ses pratiques, consacrées aux porcins et aux ruminants bio. L'équipe Porganic de notre unité GENESI intervenait dans le BioThéma sur la filière porcine biologique.



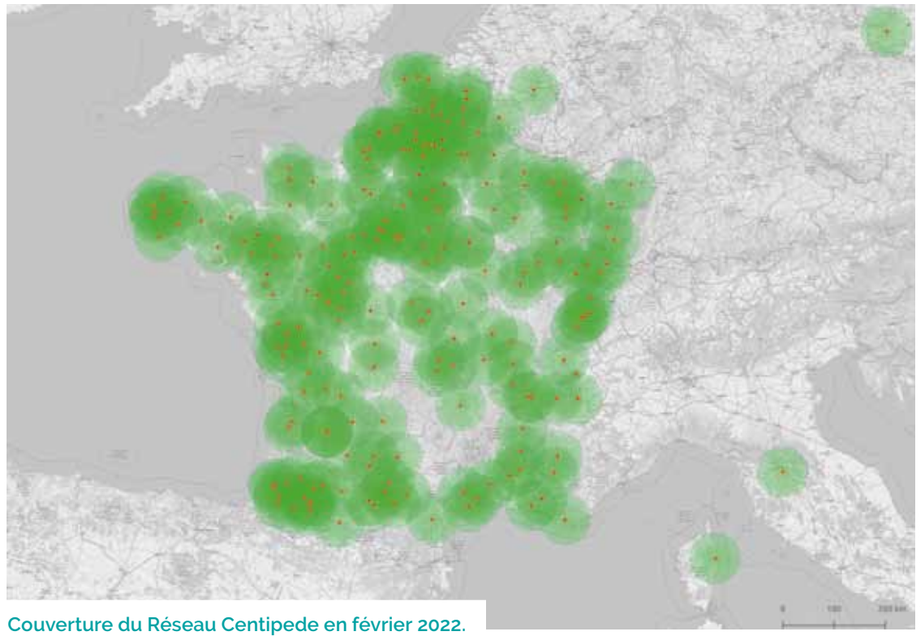
© Armelle Pérennès – INRAE

Au salon Capr'inov, une conférence présentait les résultats d'un projet conduit à Patuchev, pour évaluer différentes brosses destinées à améliorer le bien-être des chèvres.

Participation au salon professionnel Capr'inov

Le salon Capr'inov s'est tenu les 24 et 25 novembre 2021 à Niort. Comme à chaque édition, INRAE y était présent avec un stand et des conférences. Le stand présentait les dispositifs expérimentaux Patuchev et Ferticap de notre unité FERLUS et l'une des conférences présentait les résultats d'un projet lié au bien-être animal conduit à Patuchev.

Le salon professionnel Capr'inov, spécifique à la filière caprine, se déroule tous les deux ans à Niort en Nouvelle-Aquitaine – première région caprine française. L'édition 2021 a permis à INRAE de présenter ses travaux sur la conception d'élevages caprins durables, en appliquant les principes de l'agroécologie. Trois conférences étaient proposées par des équipes d'autres centres INRAE. Parmi ces conférences, l'ANSES et l'UMRH du centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes, ont présenté les résultats d'un projet financé par la Région Nouvelle-Aquitaine via le Rexcap et conduit sur notre dispositif Patuchev, pour améliorer le bien-être animal. Ce projet consistait à évaluer l'utilisation par les chèvres de quatre types de brosses, et évaluer l'attrait plus particulier qu'elles pouvaient avoir pour certaines brosses.



© Julien Ancelin - INRAE

Couverture du Réseau Centipede en février 2022.

Sciences participatives : la géolocalisation haute précision en Open-Access grâce à un réseau collaboratif partagé

Né d'un partenariat entre notre unité de St Laurent-de-la-Prée, le GEVES, le CNRS et l'Université de La Rochelle ; le réseau Centipède démocratise l'accès aux technologies innovantes de géolocalisation, via un réseau ouvert à tous et toutes, et peu onéreux. Cela a été rendu possible par la conception de balises GPS Open-Source, d'un service de centralisation de la donnée en Open-Access, d'une documentation collaborative sous une licence Ouverte et d'un média social ou chacun peut demander conseil ou contribuer aux développements des outils et méthodes.

L'agriculture de précision utilise les technologies numériques pour intégrer la diversité intra-parcellaire dans les prises de décisions techniques. Pour les outils de géolocalisation, notamment l'autoguidage des tracteurs ou l'arpentage, des freins à l'adoption existent comme les coûts financiers, la technicité et la fiabilité. Depuis peu, l'arrivée des technologies à faibles coûts, libres et ouvertes rend possible l'utilisation massive de la géolocalisation de précision.

Avec Centipède, les personnes impliquées dans l'agroécologie bénéficient librement d'un service de géolocalisation centimétrique. Actuellement, 210 balises GPS sont actives. Elles ont été installées en seulement trois ans et 60% d'entre elles l'ont été par des agriculteurs et agricultrices, qui contribuent de la manière suivante : pour combler les zones encore non couvertes, ils achètent le matériel à monter eux-mêmes, l'installent en suivant la documentation et reversent librement les données en temps réel à la communauté. En cas de panne de son matériel, un utilisateur ou une utilisatrice bénéficie des balises voisines pour continuer son activité. Centipède contribue ainsi à démontrer que la mutualisation, le partage et l'action collaborative se développent en agriculture et que ce type d'outil combiné au savoir-faire agricole pourrait servir l'agroécologie sans accroître la dépendance des agriculteurs aux solutions numériques industrielles.

DOI : 10.5281/zenodo.5814960
DOI : 10.5281/zenodo.5814773

© Armelle Pérennès - INRAE

« Avant de semer une culture, travailler le sol de manière superficielle permet de diminuer le nombre de graines d'espèces indésirables dans le sol, tout en perturbant moins le sol qu'un labour. »

Guillaume Audebert

Pour le grand public

Quatre vidéos sur nos dispositifs expérimentaux

Nous avons commencé à constituer une collection de vidéos sur nos dispositifs expérimentaux ouverts à la communauté scientifique. Nous avons ainsi piloté la production de deux vidéos sur le SOERE ACBB et sur Porganic. Nous avons également participé à deux vidéos produites en collaboration avec des partenaires régionaux ou nationaux, sur nos dispositifs Patuchev, Ferticap et Siclex.

En 2021, les organisateurs du Salon de l'agriculture de Nouvelle-Aquitaine ont choisi de proposer une édition hybride du 17 au 22 mai. Aquitanima, le salon de l'élevage en Nouvelle-Aquitaine se déroulait les 21 et 22 mai sans public et était retransmis sur agriweb.tv, avec notamment des visites virtuelles d'élevages dans le cadre des Aquitanima Tours Online. Dans ce cadre nous avons participé à une vidéo présentant nos dispositifs expérimentaux sur les caprins situés à Lusignan : Patuchev et Ferticap.
La recherche au service des éleveurs
2021, 6 min © Interco Nouvelle-Aquitaine, AgriwebTV, INRAE

À l'occasion de la journée mondiale Fascination of Plants Day le 18 mai 2021, nous avons mis en ligne une vidéo réalisée dans le cadre du projet scientifique Anaee soutenu par l'Agence nationale de la recherche. Elle présente l'observatoire de recherche ACBB qui mesure les cycles biogéochimiques et la biodiversité sur les prairies et sur les grandes cultures.
Un observatoire pour mesurer l'impact des prairies et des grandes cultures sur l'environnement
2021, 12 min © INRAE

Porganic est un dispositif expérimental sous label AB, conçu par notre unité GENESI pour conduire des recherches sur l'élevage porcin de demain, avec le soutien financier de l'Europe et de la Région Nouvelle-Aquitaine. Premier dispositif expérimental en France sur l'élevage porcin biologique en bâtiments, il a vocation à accélérer les recherches sur les systèmes d'élevage porcin et accompagner le développement de cette filière. Dans le cadre de son inauguration, prévue initialement en 2020 puis finalement reportée en 2022 pour cause de pandémie, nous avons produit une vidéo présentant ce dispositif, réalisée par la Mission Agrobiosciences.
Porganic
2021, 7 min © INRAE

Siclex est un Simulateur de climat extrême, créé par notre unité P3F pour étudier l'adaptation des pairies au changement climatique. Il permet de simuler le climat de 2050 et ses périodes de sécheresse, avec un abri mobile connecté à des cartes radars de pluies, afin d'intercepter toute pluie sur les plantes pendant plusieurs mois. Universcience, qui réunit la Cité des sciences et le Palais de la Découverte, a coproduit une vidéo sur Siclex, dans sa série Dans les coulisses du climat diffusée en ligne sur le magazine vidéo Le Blob l'extra-média.
Sécheresse, le futur est dans le pré
2021, 7 min © Universcience, CNRS, IRD, INRAE

© Karine Chevet – INRAE

Tournage de la vidéo *Un observatoire pour mesurer l'impact des prairies et des grandes cultures sur l'environnement*, l'une des quatre vidéos publiées en 2021 sur nos dispositifs expérimentaux.

Co-organisation des Soirées scientifiques de Melle

Destinées aux citoyennes et citoyens, les Soirées scientifiques de Melle visent à donner à tous et toutes, des clés qui permettent de mieux appréhender des problématiques actuelles souvent complexes. Elles sont organisées chaque année sous le patronage de la ville de Melle et avec la collaboration de notre centre de recherche, du CEBC, du Mellois en Poitou, de la Béta-Pi et de l'Espace Mendès France

Dans le cadre du CPER Econat, ces soirées sont soutenues par l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine et les universités de La Rochelle et de Poitiers. Malgré les restrictions sanitaires en début d'année 2021, deux soirées ont pu être proposées en 2021, les 7 et 14 octobre : sur les champignons et leurs multiples services, par Marc-André Selosse du Museum d'histoire naturelle (MNHN), et sur le paysage animal, par Aurélie Coulon (MNHN, CESC et CEFE). Chaque soirée accueille une centaine de personnes.

© Ville de Melle

Malgré les restrictions sanitaires, deux soirées scientifiques ont pu se tenir à Melle dans la salle du Metullum en octobre 2021.

Participation à la Fête de la science

À l'occasion de la Fête de la science et avec l'École de l'ADN, nous avons proposé aux scolaires : une visite-atelier sur les prairies le 4 octobre à Lusignan à l'URP3F pour le collège Jean Monnet, et un atelier sur le microbiote intestinal du porc les 7 et 8 octobre au lycée d'Aunis à Surgères avec l'unité GENESI. Près de 200 élèves de troisième et de seconde ont suivi ces visites et ateliers.

Organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, la Fête de la science propose chaque année dix jours de manifestations gratuites. L'année 2021 marquait les 30 ans de cet événement et nous avons pu y participer dans le respect des consignes sanitaires en vigueur à cette période. Nous proposions deux animations pour deux établissements scolaires proches de nos implantations, en collaboration avec l'École de l'ADN – association proposant des ateliers pour initier, informer et débattre sur le développement des sciences de la vie. Les huit messages publiés sur notre compte Twitter @INRAE_Poitiers à cette occasion, ont étés vus 4 000 fois environ au total. Cinq articles de presse ou interview radio ont annoncé ou relaté l'opération.

Atelier de l'École de l'ADN sur le microbiote intestinal du porc, avec notre unité GENESI, le 7 octobre 2021 au lycée d'Aunis à Surgères.

© Armelle Pérennès - INRAE

Participation au salon Balade à la ferme

Du 3 au 5 décembre 2021 au parc des expositions de La Rochelle, l'unité SEV du GEVES tenait un stand au salon Balade à la ferme qui a accueilli environ 10 000 visiteurs et visiteuses.

Près de 10 000 personnes sont venues à la rencontre des agriculteurs et des agricultrices installés à La Rochelle pendant trois jours pour la 3e édition du salon Balade à la ferme, organisée par l'association Balade à la ferme en partenariat avec la Chambre d'agriculture de Charente-Maritime, la Communauté d'agglomération de La Rochelle, le département de la Charente-Maritime, la région Nouvelle-Aquitaine et le Parc des Expositions. De nombreuses animations pédagogiques étaient proposées par les filières. Au sein de la filière céréales, le stand de l'unité SEV du GEVES présentait ses missions pour l'étude des nouvelles variétés végétales, de la variété au pain.

Stand de l'unité SEV GEVES au salon Balade à la ferme, du 3 au 5 décembre 2021 à La Rochelle.

© Alain Vincent - GEVES

« L'expérience ne se trouve pas dans les livres ! Quand on travaille avec la nature, il faut aussi savoir lire le ciel, pour adapter son travail à la météo. »

Rémi Dupuis

© Jérôme Chargelègue - INRAE

Expertise

Expertises scientifiques pour l'ANSES

Plusieurs scientifiques d'INRAE participent aux collectifs d'expertise mis en place par l'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (ANSES), dans le cadre d'une convention entre les deux organismes. Des personnels de notre centre de recherche participent ainsi aux Comités d'experts spécialisés ou aux Groupes de travail de l'Agence.

L'ANSES a pour rôle central d'évaluer les risques sanitaires afin d'éclairer l'action publique dans les domaines de l'alimentation, de l'environnement, du travail, de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux. Les expertises sont menées par des Comités d'experts spécialisés (CES) et peuvent impliquer également un ou plusieurs rapporteurs ou rapporteuses ou, si le sujet le nécessite, un groupe de travail thématique (GT) placé auprès d'un CES. En 2021, deux personnels de notre centre de recherche participaient à trois des seize CES de l'Agence, ainsi qu'à des groupes de travail placés auprès de ces Comités :

- Alimentation animale (Hervé Juin) ;
- Matières fertilisantes et supports de culture (CES présidé par Abraham Escobar Gutiérrez) ;
- Risques biologiques pour la santé des végétaux (Abraham Escobar Gutiérrez).

Visite de la Direction générale déléguée Expertises et appui aux politiques publiques d'INRAE, le 25 juin 2021 sur notre centre de recherche (ici à Saint-Laurent-de-la-Prée).

© Armelle Pérennès – INRAE

Expertises scientifiques pour le CTPS

Le Comité technique permanent de la sélection (CTPS) conseille le ministère chargé de l'agriculture, pour préparer et exécuter la politique en matière de variétés, semences et plants. Des personnels de notre centre de recherche animent quatre de ses quinze sections spécialisées et l'une de ses deux commissions inter-sections. Notre unité de recherche P3F fournit neuf expertes ou experts et membres du CTPS, dans la section Plantes Fourragères et à gazons et dans la commission inter-sections Plantes de services, toutes deux présidées par une chercheuse de l'unité.

Le CTPS rassemble plus de 800 expertes et experts scientifiques et techniques qui participent aux travaux et aux orientations de la politique publique en matière d'innovation et d'orientation du progrès génétique. Ils sont organisés en deux comités (un comité plénier et un comité scientifique), seize sections (quinze sections spécialisées par groupe d'espèces et une section Ressources phytogénétiques) et deux commissions. Chaque section est composée de 30 à 40 membres représentant des secteurs publics et privés concernés par les activités de création, de diffusion et d'utilisation des variétés, semences et plants. Elle est présidée et animée par deux membres du comité plénier, et se réunit plusieurs fois par an. En 2021, des personnels de notre centre présidaient ou animaient les sections Maïs et Sorgho (Valérie Uyttewaal), Plantes fourragères et à gazon (Isabelle Litrico), Tournesol/Soja/Ricin (Christine Fintz). Ces sections sont chargées notamment d'instruire les demandes d'inscription au Catalogue français, de faire évoluer la réglementation pour chaque espèce, et de contribuer à l'orientation de la recherche pour la création variétale.

Deux commissions inter-sections travaillent en étroite collaboration avec les sections spécialisées. Dans notre centre, Isabelle Litrico est présidente et Denis Leclercq animateur de la Commission inter-sections « Plantes de services » chargée d'étudier la Valeur agronomique, technologique et environnementale (VATE) des variétés candidates à l'inscription au catalogue officiel français sous la rubrique « Usage en plantes de Services ». Compte tenu de la diversité des espèces potentiellement concernées par ce type d'usage, cette Commission regroupe des compétences assez larges, tant en termes de connaissance des espèces, de leur agronomie que de leur capacité à répondre aux services écosystémiques revendiqués.

Publications scientifiques

Ouvrages ou chapitres d'ouvrages

→ Pellerin S., Bamière L., Savini I., Rechauchère O., Launay C., Martin R., Schiavo M., Angers D., Augusto L., Balesdent J., Basile-Doelsch I., Bellassen V., Cardinael R., Cécillon L., Ceschia E., Chenu C., Constantin J., Daroussin J., Delacote P., Delame N., Gastal F., Gilbert D., Graux A.-I., Guenet B., Houot S., Klumpp K., Letort E., Litrico I., Martin M., Menasseri-Aubry S., Meziere D., Morvan T., Mosnier C., Roger-Estrade J., Saint-André L., Sierra J., Therond O., Viaud V., Grateau R., Le Perchec S. (2021). Stocker du carbone dans les sols français : Quel potentiel et à quel coût ? , Versailles, Éditions Quæ, 232 p.

Articles dans des revues scientifiques

→ Aliakbari A., Zemb O., Billon Y., Barilly C., Ahn I., Riquet J., Gilbert H. (2021). Genetic relationships between feed efficiency and gut microbiome in pig lines selected fo r residual feed intake. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, :1-17. DOI: https://doi.org/10.1111/jbg.12539

→ Barillot R., De Swaef T., Combes D., Durand J.-L., Escobar-Gutiérrez A., Martre P., Perrot C., Roy E., Frak E. (2021). Leaf elongation response to blue light is mediated by stomatal-induced variations in transpiration in Festuca arundinacea. *Journal of Experimental Botany*, 72(7):2642-2656. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/eraa585

→ Barotin C., Bonnal L., Andueza D., Trupin-Maudemain S., J J., Caillat H., Lionel J., Juanes X., Lesnoff M., Assouma M.-H., Picard F., Fumat N., El Radi H., Barre P. (2021). Near infrared spectrometry to evaluate the feed value of forages. *Fourrages*, (247):41-49

→ Berquer A., Martin O., Gaba S. (2021). Landscape Is the Main Driver of Weed Assemblages in Field Margins but Is Outperformed by Crop Competition in Field Cores. *Plants*, 10(10):2131. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10102131

→ Bessa-Ferreira V., Simoni A., Germain K., Leterrier C., Collin A., Mignon-Grasteau S., Le Bihan-Duval E., Guettier E., Leruste H., Calandreau L., Guesdon V. (2021). Working for food is related to range use in free-range broiler chickens. *Scientific Reports*, 11(1):1-11. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-021-85867-2

→ Blanc F.*, Maroilley T., Revilla M., Lemonnier G., Leplat J.-J., Billon Y., Ravon L., Bouchez O., Bidanel J. P., Bed'Hom B., Pinard-Van Der Laan M.-H., Estellé J., Rogel Gaillard C.* (2021). Influence of genetics and the pre-vaccination blood transcriptome on the variability of antibody levels after vaccination against Mycoplasma hyopneumoniae in pigs. *Genetics Selection Evolution*, 53(1):24. DOI: https://doi.org/10.1186/s12711-021-00614-5

→ Blanco J., Ollivier G., Alignier A., Aviron S., Sirami C., Kernéïs É., Durant D., Sabatier R. (2021). How ecological research on human-dominated ecosystems incorporates agricultural and forestry practices: A literature analysis. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-021-01664-1

→ Blanco-Pastor J. L., Liberal I., Sakiroglu M., Wei Y., Brummer E. C. E., Andrew R., Pfeil B. (2021). Annual and perennial Medicago show signatures of parallel adaptation to climate and soil in highly conserved genes. *Molecular Ecology*, :1-18. DOI: https://doi.org/10.1111/mec.16061

→ Bonneau M., Benet B., Labrune Y., Bailly J., Ricard E., Canario L. (2021). Predicting sow postures from video images: Comparison of convolutional neural networks and segmentation combined with support vector machines under various training and testing setups. *Biosystems Engineering*, 212:19-29. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.014

→ Borey M., Blanc F., Lemonnier G., Leplat J.-J., Jardet D., Rossignol M.-N., Ravon L., Billon Y., Bernard M., Estellé J., Rogel Gaillard C. (2021). Links between fecal microbiota and the response to vaccination against influenza A virus in pigs. *NPJ vaccines*, 6(1):1-15. DOI: https://doi.org/10.1038/s41541-021-00351-2

→ Bourgeois B., Munoz F., Gaba S., Denelle P., Fried G., Storkey J., Violle C. (2021). Functional biogeography of weeds reveals how anthropogenic management blurs trait–climate relationships. *Journal of Vegetation Science*, 32(2):1-12. DOI: https://doi.org/10.1111/jvs.12999

→ Bumbieris Junior V. H., Emile J.-C., Jobim C. C., Rossi R. M., Horst E. H., Novak S. (2021). Performance and milk quality of cows fed triticale silage or intercropped with oats or legumes. *Scientia Agricola*, 78(2):1-7. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-992x-2019-0124

→ Chabbi A., Kögel-Knabner I., Rumpel C. (2021). Soil science in transition-(re)-defining its role under the global 4 per 1000 initiative : Preface. *Geoderma*, 385:1-3. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114891

→ Delagarde R., Caillat H., Charpentier A. (2021). Ability of dairy goats to graze on temporary multispecies grasslands. *INRAE Productions Animales*, 34(1):15-28. DOI: https://doi.org/10.20870/productions-animales.2021.34.1.4694

→ Delgado-Baquerizo M., Eldridge D., Liu Y.-R., Sokoya B., Wang J.-T., Hu H.-W., He J.-Z., Bastida F., Moreno J., Bamigboye A., Blanco-Pastor J., Cano-Díaz C., Illán J., Makhalanyane T., Siebe C., Trivedi P., Zaady E., Prakash Verma J., Wang L., Wang J., Grebenc T., Peñaloza-Bojacá G., Nahberger T., Teixido A., Zhou X.-Q., Berdugo M., Duran J., Rodríguez A., Zhou X., Alfaro F., Abades S., Plaza C., Rey A., Singh B., Tedersoo L., Fierer N. (2021). Global homogenization of the structure and function in the soil microbiome of urban greenspaces. *Science Advances*, 7(28):1-15. DOI: https://doi.org/10.1126/sciadv.abg5809

→ Delpuech E., Aliakbari A., Labrune Y., Fève K., Billon Y., Gilbert H., Riquet J.* (2021). Identification of genomic regions affecting production traits in pigs divergently selected for feed efficiency. *Genetics Selection Evolution*, 53(1). DOI: https://doi.org/10.1186/s12711-021-00642-1

→ Durand J.-L. (2021). Ressources génétiques naturelles, brevets et sélection des variétés : un champ de bataille. *Progressistes : Science, Travail et Environnement*, (32):32-34

→ Durant D., Farruggia A., Tricheur A. (2021). The common reed (Phragmites australis): a natural capital used as bedding for housed suckler cows. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 25(4):223-235. DOI: https://doi.org/10.25518/1780-4507.19164

→ Fatet A., Nadal-Desbarats L., Boissard K., Antar C., Freret S., Pellicer-Rubio M.-T., Monniaux D., Goudet G. (2021). Characterization of serum metabolome changes during the 5 weeks prior to breeding in female goat kids. *Livestock Science*, 250:1-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104572

→ Fernández J., Lemaire G., Bélanger G., Gastal F., Makowski D., Ciampitti I. (2021). Revisiting the critical nitrogen dilution curve for tall fescue: A quantitative synthesis. *European Journal of Agronomy*, 131:1-9. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126380

→ Fortineau A., Combes D., Richard-Molard C., Frak E., Jullien A.* (2021). LightCue: An Innovative Far-Red Light Emitter for Locally Modifying the Spectral Cue in Outdoor Conditions with Global Consequences on Plant Architecture. *Plants*, 10(11):1-16. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10112483

→ Fried G., Armengot L., Storkey J., Bourgeois B., Gaba S., Violle C., Munoz F. (2021). Do ecological specialization and functional traits explain the abundance–frequency relationship? Arable weeds as a case study. *Journal of Biogeography*, 48(1):37-50. DOI: https://doi.org/10.1111/jbi.13980

→ Gaudio N., Violle C., Gendre X., Fort F., Mahmoud R., Pelzer E., Médiène S., Hauggaard-Nielsen H., Bedoussac L., Bonnet C., Corre-Hellou G., Couëdel A., Hinsinger P., Steen Jensen E., Journet E.-P., Justes E., Kammoun B., Litrico I., Moutier N., Naudin C., Casadebaig P. (2021). Interspecific interactions regulate plant reproductive allometry in cereal–legume intercropping systems. *Journal of Applied Ecology*. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.13979

→ Gauthier M., Barillot R.*, Andrieu B. (2021). Simulating grass phenotypic plasticity as an emergent property of growth zone responses to carbon and nitrogen metabolites. *in silico Plants*, 3(2):1-15. DOI: https://doi.org/10.1093/insilicoplants/diab034

→ Gilmullina A., Rumpel C., Klumpp K., Chabbi A. (2021). Do grassland management practices affect soil lignin chemistry by changing the composition of plant-derived organic matter input? *Plant and Soil*, :1-13. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-021-05174-7

→ Ghaleb W., Ahmed L., Escobar-Gutiérrez A., Julier B. (2021-01-21). The History of Domestication and Selection of Lucerne: A New Perspective From the Genetic Diversity for Seed Germination in Response to Temperature and Scarification. *Frontiers in Plant Science*, 11, https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.578121

→ Goudet G., Prunier A., Nadal-Desbarats L., Grivault D., Ferchaud S., Pianos A., Haddad L., Montigny F., Douet C., Savoie J., Maupertuis F., Roinsard A., Boulot S., Liere P. (2021). Steroidome and metabolome analysis in gilt saliva to identify potential biomarkers of boar effect receptivity. *Animal*, 15(2):100095. DOI: https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100095

→ Hassler A. E., Martin J., Ferchaud S. E., Grivault D., Le Goff S. E., Albalat E. E., Hernandez J.-A., Tacail T., Balter V. (2021). Lactation and gestation controls on calcium isotopic compositions in a mammalian model. *Metallomics*, 13(6). DOI: https://doi.org/10.1093/mtomcs/mfab019

→ Hoeffner K.*, Hotte H., Cluzeau D., Charrier X., Gastal F., Peres G. (2021). Effects of temporary grassland introduction into annual crop rotations and nitrogen fertilisation on earthworm communities and forage production. *Applied Soil Ecology*, 162:1-7. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.103893

→ Hoeffner K.*, Beylich A., Chabbi A., Cluzeau D., Dascalu D., Graefe U., Guzmán G., Hallaire V., Hanisch J., Landa B., Linsler D., Menasseri S., Öpik M., Potthoff M., Sandor M., Scheu S., Schmelz R., Engell I., Schrader S., Vahter T., Banse M., Nicolaï A., Plaas E., Runge T., Roslin T., Decau M.-L., Sepp S.-K., Arias-Giraldo L., Busnot S., Roucaute M., Pérès G. (2021). Legacy effects of temporary grassland in annual crop rotation on soil ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 780. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146140

→ Hu T., Chabbi A. (2021). Does the higher root carbon contribution to soil under cropping cycles following grassland conversion also increase shoot biomass? *Science of the Total Environment*, 752:1-9. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141684

→ Jost J., Bossis N., Fança B., Bluet B., Bossis C., Couvet R., Poupin B., Lazard K., Gervais P., Lefrileux Y., Pommaret A., Delagarde R., Caillat H. (2021). CAPHERB – Facilitating transitions of goat feeding systems towards more grazing systems. *Innovations Agronomiques*, 82:67-80. DOI: https://doi.org/10.15454/j8y3-3t54

→ Justes E., Bedoussac L., Dordas C., Frak E., Louarn G., Boudsocq S., Journet E.-P., Lithourgidis A., Pankou C., Zhang C., Carlsson G., Steen Jensen E., Watson C., Li L. (2021). The 4 C approach as a way to understand species interactions determining intercropping productivity. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 8(3):387-399. DOI: https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021414

→ Keep T., Rouet S., Blanco-Pastor J.-L., Barre P., Ruttink T., Dehmer K., Hegarty M., Ledauphin T., Litrico I., Muylle H., Roldán-Ruiz I., Surault F., Veron R., Willner E., Sampoux J.-P. (2021). Inter-annual and spatial climatic variability have led to a balance between local fluctuating selection and wide-range directional selection in a perennial grass species. *Annals of Botany*, 128(3):357-369. DOI: https://doi.org/10.1093/aob/mcab057

→ Keep T., Sampoux J., Barre P., Blanco-Pastor J., Dehmer K., Durand J., Hegarty M., Ledauphin T., Muylle H., Roldán-Ruiz I., Ruttink T., Surault F., Willner E., Volaire F. (2021). To grow or survive: Which are the strategies of a perennial grass to face severe seasonal stress? *Functional Ecology*, 35(5):1145-1158. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2435.13770

→ Le Provost G., Badenhausser I., Violle C., Requier F., D'Ottavio M., Roncoroni M., Gross L., Gross N. (2021). Grassland-to-crop conversion in agricultural landscapes has lasting impact on the trait diversity of bees. *Landscape Ecology*, 36:281-295. DOI: https://doi.org/10.1007/s10980-020-01141-2

→ Louail M., Ferchaud S., Souron A., Walker A. E., Merceron G. (2021). Dental microwear textures differ in pigs with overall similar diets but fed with different seeds. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 572:110415. DOI: https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110415

→ Louarn G., Bedoussac L., Gaudio N., Journet E.-P., Moreau D., Steen Jensen E., Justes E. (2021). Plant nitrogen nutrition status in intercrops– a review of concepts and methods. *European Journal of Agronomy*, 124:14p.. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126229

→ Mary N., Calgaro A., Barasc H., Bonnet N., Ferchaud S., Raymond-Letron I., Ducos A., Pinton A. (2021). Meiotic silencing in pigs: A case study in a translocated azoospermic boar. *Genes*, 12(8):1-13. DOI: https://doi.org/10.3390/genes12081137

→ Michelot-Antalik A.*, Michel N., Goulnik J., Blanchetête A., Delacroix E., Faivre-Rampant P., Fiorelli J.-L., Galliot J.-N., Genoud D., Lanore L., Le Clainche I., Le Paslier M.-C., Novak S., Odoux J.-F., Brunel D., Farruggia A. (2021). Comparison of grassland plant-pollinator networks on dairy farms in three contrasting French landscapes. *Acta Oecologica*, 112:103763. DOI: https://doi.org/10.1016/j.actao.2021.103763

→ Novak S., Audebert, G., Chargelègue, F. 2021. OasYs, an agroecological dairy farming system adapted to climate change in Northern Europe. *Les dossiers d'Agropolis international* « Agroecological transformation for sustainable food systems », 26, p. 64. https://www.agropolis.org/pdf/publications/agroecology-thematic-file-agropolis-international.pdf

→ Pasini-Chabot O., Vincent J., Le Pape S., Lepoittevin M., Kaaki W., Woillard J.-B., Giraud S., Bourmeyster N., Hauet T., Thuillier R. (2021). High throughput proteomic exploration of hypothermic preservation reveals active processes within the cell associated with cold ischemia kinetic. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5):1-26. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms22052384

→ Pecetti L., Barre P., Delaunay S., Lambroni P., Annicchiarico P., Julier B. (2021). QTL analysis for grazing tolerance, autumn dormancy and growth habit offers prospects for marker-assisted selection in lucerne. *Euphytica*, 217(8):1-11. DOI: https://doi.org/10.1007/s10681-021-02897-7

→ Pira A., Ancelin J., Coulombier T., Dausse D., Ballu V., Testut L., Mzali L., Gaugue A. (2021). Physalia : Plateforme HYdrographique pour la Surveillance Altimétrique du Littoral. *Lettre d'information Résif*, (20):13-14. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.5764341

→ Pelosi C., Bertrand C., Daniele G., Coeurdassier M., Benoit P., Nélieu S., Lafay F., Bretagnolle V., Gaba S., Vulliet E., Fritsch C.* (2021). Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 305:107167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107167

→ Rabdeau J., Arroyo B., Mougeot F., Badenhausser I., Bretagnolle V., Monceau K. (2021). Do human infrastructures shape nest distribution in the landscape depending on individual personality in a farmland bird of prey? *Journal of Animal Ecology*, :1-11. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2656.13586

→ Rabdeau J., Badenhausser I., Gaffard A., Mangelinck C., Moreau J., Bretagnolle V., Monceau K. (2021). Assortative pairing for boldness and consequences for reproductive success in Montagu's harrier. *Biological Journal of the Linnean Society*, 132(4):759-773. DOI: https://doi.org/10.1093/biolinnean/blaa233

→ Rivero M. J., Evans A., Berndt A., Cartmill A., Dowsey A., Farruggia A., Mignolet C., Enriquez-Hidalgo D., Chadwick D., Mccracken D., Busch D., Pereyra F., Martin G., Sanford G., Sheridan H., Wright I., Brunet L., Eisler M., Lopez-Villalobos N., Rovira P., Harris P., Murphy P., Williams A. P., Jackson R., Machado R., P.t. S., Puech T., Boland T., Ayala W., Lee M. (2021). Taking the steps toward sustainable livestock: our multidisciplinary global farm platform journey. *Animal Frontiers*, 11(5):52-58. DOI: https://doi.org/10.1093/af/vfab048

→ Rivero M. J., Lopez-Villalobos N., Evans A., Berndt A., Cartmill A., Neal A., Mclaren A., Farruggia A., Mignolet C., Chadwick D., Styles D., Mccracken D., Busch D., Martin G., Fleming H., Sheridan H., Gibbons J., Merbold L., Eisler M., Lambe N., Rovira P., Harris P., Murphy P., Vercoe P., Williams P., Machado R., Takahashi T., Puech T., Boland T., Ayala W., Lee M. (2021). Key traits for ruminant livestock across diverse production systems in the context of climate change: perspectives from a global platform of research farms. *Reproduction, Fertility and Development*, 33(2):1-19. DOI: https://doi.org/10.1071/RD20205

→ Rouet S., Barillot R., Leclercq D., Bernicot M.-H., Combes D., Escobar-Gutiérrez A., Durand J.-L. (2021). Interactions between environment and genetic diversity in perennial grass phenology: A review of processes at plant scale and modeling. *Frontiers in Plant Science*, 12:1-16. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2021.672156

→ Schmitt O., Reigner S., Bailly J., Ravon L., Billon Y., Gress L., Bluy L., Canario L., Gilbert H., Bonnet A., Liaubet L. (2021). Thermoregulation at birth differs between piglets from two genetic lines divergent for residual feed intake. *Animal*, 15(1):1-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100069

→ Somavilla A., Ramos Marques A. C., Caner L., De Oliveira L. B., De Quadros F. L. F., Chabbi A., Tiecher T., Dos Santos D. R. (2021). Phosphate fertilization and liming in a trial conducted over 21 years: A survey for greater forage production and Pampa pasture conservation. *European Journal of Agronomy*, 125:1-11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126259

→ Tribouillois H., Bedoussac L.*, Couëdel A., Justes E., Rubiales D., Carlota M., Patto V., Vujic S., Đorđević V., Julier B., Mcphee K., Muehlbauer F., Warkentin T., Planchuelo-Ravelo A., Smýkal P., Stoddard F. (2021). Resource acquisition and ecosystem services provided by bi-specific cover crop mixtures. *Legume Perspectives*, (20):17-21

Communications en congrès

→ Berthet E., Gaba S., Bombard C., Tardieu V., Bergé L., Houte S., Fournout O., Yebba Y., Bouchet S., Bretagnolle V. (2021). Concevoir collectivement un système alimentaire résilient : les pistes explorées par un projet de recherche-action dans une plaine céréalière de Nouvelle-Aquitaine, 14. Journées de recherches en sciences sociales INRAE, SFER, CIRAD, 7-8 avril 2021, Clermont-Ferrand (France).

→ Canario L., Ferchaud S., Larzul C., Prunier A. (2021). Sow capacity of adaptation and improvement of piglet survival, SPACE 2021 - Conférence "Les rendez-vous INRAE" - Santé et bien-être des animaux en élevage biologique, 15 septembre 2021, Rennes (France).

→ Durant D., Farruggia A., Tricheur A., Prieur M., Roux P. (2021). Revisiting the use of reeds on organic farms in the Atlantic marshes, Organic World Congress, 6-10 septembre 2021, Rennes (France).

→ Farruggia A., Erhard H. (2021). Do cows grazing marshland mind drinking ditch water of questionable quality? , Congress of international Society for Applied Ethology, 2 août 2021, Bangalore (Inde).

→ Farruggia A., Tricheur A., Durant D. (2021). L'unité expérimentale INRAE de Saint-Laurent-de-la-Prée : un laboratoire grandeur nature de la transition agroécologique, Séminaires mensuels relatifs à la transition de l'agrochimie à l'agroécologie de l'Université, 26 mars 2021, Webinaire (France).

→ Fatet A., Borderes F., Boissard K., Roy E., Combes D. (2021). CAractérisation de la part du RAyonnement lumineux utile aux traitements photopériodiques et à la sécrétion de MÉLatonine chez les boucs (projet CARAMEL), 16. Journées de la Mesure et de la Métrologie (J2M), 4-7 octobre 2021, Ardes sur Couze (France). 52-53.

→ Fatet A., Borderes F., Roy E., Boissard K., Camélio S., Eprinchard A., Combes D. (2021). Evaluation de systèmes d'éclairage à LED et fluorescent en bâtiment d'élevage caprin, 16. Journées de la Mesure et de la Métrologie (J2M), 4-7 octobre 2021, Ardes sur Couze (France). 33-33.

→ Ghaleb W., Ahmed L., Escobar-Gutiérrez A., Julier B. (2021). Des pistes pour améliorer la germination de la luzerne, 3. Rencontres Francophones sur les Légumineuses, 24-26 février 2021, Angers (France).

→ Julier B. (2021). Benefits and limits of the use of molecular markers to support the assessment of distinctness in certain cross-pollinated species, 4. Imoddus meeting, 10-11 février 2021, En ligne (France).

→ Julier B., Gilliland T., Annicchiarico P., Ghesquière M. (2021). Des suggestions pour améliorer les modalités d'inscription des variétés fourragères, 3. Rencontres Francophones sur les Légumineuses, 24-26 février 2021, Angers (France).

→ Julier B. (2021). EUCLEG: a foundation to boost legume breeding, 5. LegValue Virtual Conference. Pushing the boundaries in legume plant breeding, 29 avril 2021, En ligne (France).

→ Julier B., Pégard M., Leuenberger J., Barre P. (2021). Genomics assisted breeding in alfalfa, EUCLEG Workshop on Genomics assisted breeding in forage and grain legumes, 30 septembre 2021, online (Royaume-Uni).

→ Julier B. (2021). Les légumineuses fourragères : une diversité d'espèces et de variétés pour une adaptation aux changements globaux, 3. Rencontres Francophones sur les Légumineuses, 24-26 février 2021, Angers (France).

→ Julier B., Blugeon S., Delaunay S., Mappa G., Ruttink T., Pégard M., Barre P. (2021). Optimisation of GBS protocols for efficient genotyping of forage species, Eucarpia - Section Fodder Crops and Amenity Grasses Meeting, 6-8 septembre 2021, En ligne (Allemagne).

→ Mahieu S., Surault F., Roy E., Combes D., Ghesquière M., Louarn G., Frak E., Julier B. (2021). Mesure de la hauteur de légumineuses fourragères pérennes par photogrammétrie à partir d'images acquises avec un drone, 3. Rencontres Francophones sur les Légumineuses, 24-26 février 2021, Angers (France).

→ Merlot E., Belloc C., Clouard C., Ferchaud S., Prunier A. (2021). Méthodes alternatives pour la supplémentation en fer des porcelets, Salon international des productions animales (Space), 14-16 septembre 2021, Saint-Jacques-de-la-Lande (France).

→ Merlot E., Robert C., Clouard C., Resmond R., Ferchaud S., Prunier A. (2021). Testing natural alternatives to iron injection for organic piglets, 72. Annual meeting of the european federation of animal science (EAAP), 30 août-3 septembre 2021, Davos (Suisse). *Book of abstracts*, 27 361.

→ Pira A., Ancelin J., Coulombier T., Dausse D., Ballu V., Testut L., Mzali L., Gaugue A. (2021). PHYSALIA. Plateforme HYdrographique pour la Surveillance Altimétrique du LIttoral, 5. Rencontres Scientifiques et Techniques Résif, 15-18 novembre 2021, Obernai (France).

→ Pégard M., Leuenberger J., Julier B., Barre P. (2021). Genomic prediction of lucerne forage yield and quality, Eucarpia - Section Fodder Crops and Amenity Grasses Meeting, 6-8 septembre 2021, En ligne (Allemagne).

→ Pégard M., Barre P., Julier B. (2021). New insights on the genetic structure of lucerne with GBS markers, Eucarpia - Section Fodder Crops and Amenity Grasses Meeting, 6-8 septembre 2021, En ligne (Allemagne).

→ Renaudeau D., Gaudré D., Juin H., Roinsard A. (2021). Ileal amino acids digestibility in organic protein feedstuffs for pigs, 72. Annual meeting of the european federation of animal science (EAAP), 30 août-3 septembre 2021, Davos (Suisse). *Book of abstracts*, 27 328.

→ Rouet S., Durand J.-L., Combes D., Escobar-Gutierrez A., Barillot R. (2021). Calibration of LgrassFlo, a new model of perennial grass phenology in response to temperature and photoperiod, EGU General Assembly 2021, 19-30 avril 2021, Vienne (Autriche). DOI: https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-12430

→ Surault F., Roy E., Mahieu S., Combes D., Ghesquière M., Julier B. (2021). UAV to measure canopy height and plot biomass in a lucerne variety trial, 21. Symposium of the European Grassland Federation, 17-19 mai 2021, En ligne (Allemagne).

→ Wolff B., Julier B., Louarn G. (2021). Impact de la variabilité intraspécifique des traits d'interaction sur la compétition interspécifique : une étude de cas sur les légumineuses fourragères, en utilisant le modèle Virtual Grassland, 3. Rencontres Francophones sur les Légumineuses, 24-26 février 2021, Angers (France).

Publications techniques ou de vulgarisation

→ Aubin-Houzelstein G., Boissy A., Boivin X., Chalmet F., Clémot C., Cognié J., Colson V., De Boyer Des Roches A., Durand D., Fillon V., Hazard D., Juin H., Lacquement C., Lasserre O., Lethu C., Lévy F., Meunier-Salaün M.-C., Prunier A., Reigner F., Autran P. (2021). Bilan et perspectives de l'école technique INRAE : « Éthologie et bien-être en expérimentation animale ». *Les Cahiers des techniques de l'INRA*, (104)

→ Boutifard V., Roche B., Farruggia A. (2021).Maraîchine ? Recettes de différentes catégories d'animaux selon les circuits de vente. Présentation des résultats obtenus sur la viande de Maraîchine vendue par la ferme expérimentale

→ Dulac P., Farruggia A., Durant D., Gaborit A., Signoret F., Sigwalt A., Berthet E., Guegnard A. (2021). Des diagnostics partagés de biodiversité avec les éleveurs de vaches maraîchines des marais littoraux. *Forum - La lettre des marais atlantiques*, (42):9-13

→ Durant D., Farruggia A. (2021). La ferme expérimentale INRAE de Saint-Laurent-de-la-prée mène des recherches pour l'agriculture et la biodiversité en marais. *Le St Laurentais - Bulletin d'informations communales*, :13-13

→ Louis H., Berthet E., Roche B., Farruggia A. (2021). Une démarche de conception collective d'un futur désirable pour l'élevage de Maraîchine dans les marais littoraux. Brochure de présentation de la démarche participative et des résultats

→ Morlon P., Lemaire G., Pflimlin A., Bouvier C., Carvalho P. C. D. F. (2021). Question sur… André Voisin, éleveur laitier en Normandie et chercheur indépendant

→ Sigwalt A., Petit T., Couvreur S., Roche B., Pousin M., Prouteau S., Signoret F., Farruggia A. (2021). La Maraîchine, une race bovine méconnue à la recherche de ses consommateurs. *Forum - La lettre des marais atlantiques*, (42):14-16

Rapports de recherche ou d'expertise

→ Louis H., Berthet E., Farruggia A., Roche B. (2021). Concevoir collectivement un futur désirable pour l'élevage de maraîchine dans les marais littoraux. Rapport de recherche

© Armelle Pérennès - INRAE

Université d'été de l'OHMI Tésséké sur la grande muraille verte, du 5 au 9 juillet 2021 à Poitiers, en partenariat avec l'ENSI/Université de Poitiers, le CNRS, l'Université de Dakar et l'Espace Mendès France.

> PARTAGE DES CONNAISSANCES
Publications scientifiques

Thèses et HDR

→ Keep T. (2021). La diversité naturelle d'adaptation aux variations climatiques d'une graminée pérenne des prairies dans son aire de distribution spontanée confrontée aux théories de l'adaptation. (Thèse de doctorat, Université de Poitiers, fr).

→ Gauthier M. (2021). Simuler la plasticité phénotypique des Poacées comme propriété émergente de processus locaux : un modèle structure-fonction couplant la morphogénèse et le métabolisme du carbone et de l'azote. (Thèse de doctorat, Université de Paris Saclay, fr).

→ Rouet S. (2021). Modélisation de la phénologie reproductive du ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) : intégration des effets de l'environnement et de la diversité génétique sur les interactions entre morphogénèse végétative et induction florale. (Thèse de doctorat, Université de Poitiers, fr).

→ Ragué M. (2021). Dynamiques spatiale et temporelle des paysages agricoles : conséquences sur les interactions plantes-pollinisateurs et sur la pollinisation. (Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, fr).

→ Faure J. (2021). Leviers bioéconomiques pour assurer la fourniture du service écosystémique de pollinisation dans les territoires agricoles intensifs. (Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, fr).

→ Colas V. (2021). Valeur nutritive des graminées fourragères : évolution durant la morphogénèse et bases génétiques du ray-grass anglais. (Thèse de doctorat, Université de Poitiers, fr).

Tout juste paru, sous presse ou en préparation

→ Blanco-Pastor J. L., Keep T., Barre P., Escobar-Gutiérrez A., Willner E., Dehmer K., Hegarty M., Muylle H., Ruttink T., Roldán-Ruiz I., Manel S., Volaire F., Sampoux J.-P. (2022). Genomic and phenotypic diversity for adaption to future climate in natural populations of perennial ryegrass, 34. Meeting of the Eucarpia fodder crops and amenity grasses section in cooperation with the eucarpia festulolium working group, 6-8 septembre 2021, Freising (Allemagne). 25-28. DOI: https://doi.org/10.5507/vup.21.24459677.06

→ Canario L., Ferchaud S., Moreau S., Larzul C., Prunier A. (2022). Large White genetics in organic farming: influence of temporary crating of sows during the farrowing period on piglet survival, 54. Journées de la recherche porcine, 1-2 février 2022, En ligne (France). Journées de la Recherche Porcine en France, 54

→ Catarino R., Bretagnolle V., Perrot T., Vialloux F., Gaba S. (A paraître). A Nature-based solution in practice: ecological and economic modelling shows pollinators outperform agrochemicals in oilseed crop production. BioRxiv. DOI: https://doi.org/10.1101/628123

→ Colas V., Barre P., Van Parijs F., Wolters L., Quitté Y., Roldán-Ruiz I., Muylle H. (2022). Variability for organic matter digestibility at heading date in a collection of perennial ryegrass genotypes, 34. Meeting of the Eucarpia fodder crops and amenity grasses section in cooperation with the eucarpia festulolium working group, 6-8 septembre 2021, Freising (Allemagne). 29-32. DOI: https://doi.org/10.5507/vup.21.24459677.07

→ Gaba S. Assessing the impact of bioenergy crops cultivation on biodiversity: review of studies including the causal chain "drivers of feedstock production – land use change – impact assessment". Sustainable Agriculture Reviews

→ Gaudio N., Louarn G., Barillot R., Meunier C., Vezy R., Launay M. (2022). Exploring complementarities between modelling approaches that enable upscaling from plant community functioning to ecosystem services as a way to support agroecological transition. in silico Plants, 4(1):1-13. DOI: https://doi.org/10.1093/insilicoplants/diab037/6449487

→ Ghaleb W., Barre P.*, Teulat B., Ahmed L., Escobar-Gutiérrez A. (2022). Divergent Selection for Seed Ability to Germinate at Extreme Temperatures in Perennial Ryegrass (Lolium perenne L.). Frontiers in Plant Science, 12:794488. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2021.794488

→ Jacquet F., Jeuffroy M.-H., Jouan J., Le Cadre E., Litrico I., Malausa T., Reboud X., Huyghe C. (2022). Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. Agronomy for Sustainable Development, 42(1) article number 8, 24 p.. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-021-00742-8

→ Kraimi N., Lormant F., Calandreau L., Kempf F., Zemb O., Lemarchand J., Constantin P., Parias C., Germain K., Rabot S., Philippe C., Foury A., Moisan M.-P., Vitorino Carvalho A., Coustham V., Dardente H., Velge P., Chaumeil T., Leterrier C.* (2022). Microbiota and stress: a loop that impacts memory. Psychoneuroendocrinology, 136:11 p.. DOI: https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105594

→ Mahieu S., Novak S., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Gastal F., Emile J.-C. (A paraître). Diversity in the chemical composition and digestibility of leaves from fifty woody species in temperate areas. Agroforestry Systems. DOI: https://doi.org/10.1007/s10457-021-00662-2

→ Narbona Sabaté L., Mesbahi G., Dezecache G., Cäsar C., Zuberbühler K., Berthet M. (2022). Animal linguistics in the making: the Urgency Principle and titi monkeys' alarm system. Ethology Ecology and Evolution, :1-17. DOI: https://doi.org/10.1080/03949370.2021.2015452

→ Neaux D., Louail M., Ferchaud S., Surault J., Merceron G. (2022) Experimental assessment of the relationship between diet and mandibular morphology using a pig model: New insights for paleodietary reconstructions. *Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, Wiley-Blackwell, <10.1002/ar.24895>

→ Poullet N., Rauw W., Renaudeau D., Riquet J., Giorgi M., Billon Y., Gilbert H., Gourdine J.-L. (2022). Plasticity of feeding behaviour traits in response to production environment (temperate vs. tropical) in group-housed growing pigs. Scientific Reports, 12(1):1-12. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-021-04752-0

→ Romdhane S., Spor A., Banerjee S., Breuil M.-C., Bru D., Chabbi A., Hallin S., Van Der Heijden M., Saghai A., Philippot L. (2022). Land-use intensification differentially affects bacterial, fungal and protist communities and decreases microbiome network complexity. Environmental Microbiome, 17(1):1-15. DOI: https://doi.org/10.1186/s40793-021-00396-9

Nos ministères de tutelle

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION
Liberté Égalité Fraternité

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
Liberté Égalité Fraternité

Directeur de la publication : Abraham Escobar Gutiérrez
Conception, coordination : Armelle Pérennès
Rédacteurs et rédactrices : Julien Ancelin, Pierrick Aupinel, Romain Barillot, Elsa Berthet, Yvon Billon, Vincent Boutifard, Hugues Caillat, Elodie Carcouët, Abad Chabbi, Vincent Colas, Pierre-Antoine Denis, Denys Durand, Jean-Louis Durand, Daphné Durant, Anne Farruggia, Alice Fatet, Stéphane Ferchaud, Karine Germain, Lilian Giry, Bernadette Julier, Laurence Lamothe, Margot Louail, Gildas Merceron, Sandra Novak, Armelle Pérennès, Pôle protection de l'environnement, Arnaud Remay, Bénédicte Roche, Service Presse INRAE, Valérie Uyttewaal, Isabelle Viault, Amandine Vogt.
Correctrices : Isabelle Boissou, Liliane Jean
Appui iconographique : Karine Chevet
Création graphique : Fred Briand
Imprimé par Imprimerie Rochelaise, Mai 2022

IMPRIM'VERT

FSC www.fsc.org MIXTE Papier issu de sources responsables FSC® C014751

Centre de recherche
Nouvelle-Aquitaine-Poitiers
Le Chêne – RD 150 – CS 80006
86600 Lusignan
Tél. : 05 49 55 60 00

Rejoignez-nous sur :

www.inrae.fr/centres/nouvelle-aquitaine-poitiers

Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE