



Centre  
Occitanie-Toulouse

**INRAE**



## Rapport d'activité 2023



### Couverture

Illustration de l'article « Une année tournée vers... agriculture et changement climatique » à lire page 10

© Benjavisa Ruangvaree - stock.adobe.com



**Directeur de la publication** Pierre-Benoit Joly  
Président du centre Occitanie-Toulouse, Délégué régional INRAE

**Comité de rédaction** Pierre-Benoit Joly, Nadia Vujkovic, Sandra Fuentes, Jacques-Eric Bergez, Zohra Bouamra-Mechemache, Eric Ceschia, Christine Citti, Floriane Clement, Frederick Garcia, Muriel Mercier-Bonin, Denis Milan, Fabrice Roux, Matthieu Sperandio

**Remerciements** Mireille Barbaste, Armelle Barelli, Lisa Brunel, Marianne Bayrou, Bouchra Bouabouch, Dominique Fournier, Yannis Lecomte

**Conception graphique** Studio graphique Ogham

**Impression** Delort imprimerie   10-31-2486

**Crédits photos** INRAE, Waga Photos - Mélissa Cebti, Région Occitanie, SVEPM, Emilie Cloup et Jean-Philippe Nougayrède, Le Point, Camille Ferrari, AdobeStock, Pixabay, Freepik, GIP LIA, Agence de l'eau Adour-Garonne, TWB - Jérémie Lortic, Almudena Romero

**Date de publication** juin 2024

## Le mot du Président



**Pierre-Benoit Joly**  
Président du centre Occitanie-Toulouse  
Délégué régional INRAE

## Sommaire

CHIFFRES-CLÉS 2023	4
CARTE D'IDENTITÉ DU CENTRE	5
TROIS AXES SCIENTIFIQUES	7
LES TEMPS FORTS 2023	8
UNE ANNÉE TOURNÉE VERS... AGRICULTURE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE	10
DE LA SCIENCE, DES FEMMES ET DES HOMMES	12
REGARD SUR LA RECHERCHE	16
VIE DE CENTRE	17
DU CÔTÉ DES PARTENAIRES	18
UN CENTRE OUVERT SUR LE MONDE	20
ET DEMAIN...	22

Début 2024, les mobilisations agricoles ont démarré en Occitanie avant de s'étendre à l'ensemble du territoire national. Augmentation des prix de l'énergie, concurrence de pays aux normes environnementales et sociales moins disantes : une partie des acteurs du monde agricole souffre et ne se reconnaît pas dans les projets du Pacte vert pour l'Europe.

Pourtant, la pression du court terme ne doit pas nous détourner de la transition agroécologique. La recherche en établit la nécessité ; il en va de la viabilité à long terme de nos systèmes agricoles et alimentaires. Une double responsabilité s'impose donc à nous : produire des connaissances pour trouver des alternatives techniques viables et appuyer les politiques publiques dans la construction de transitions sociales et environnementales justes et durables. La stratégie INRAE 2030 adoptée en janvier 2020 en fixe clairement le cap.

Temps forts, résultats de recherche, nouveaux projets, distinctions... découvrez à travers cette rétrospective 2023, comment les personnels du centre s'engagent avec passion pour des recherches excellentes qui apportent des réponses aux grands défis contemporains, parmi lesquels le dérèglement climatique.

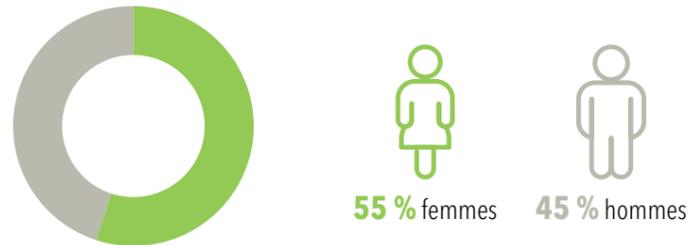
C'est pourquoi nous vous présentons dans notre dossier central les liens entre agriculture et changement climatique à travers des résultats et projets, allant du gène aux paysages agricoles. Et où la recherche contribue, à la fois par des innovations socio-techniques à court terme et par l'exploration de transformations profondes des systèmes agricoles et alimentaires.

**Très bonne lecture !**

**Pierre-Benoit Joly**

# Chiffres-clés 2023

## LES FEMMES ET LES HOMMES



- > **703** titulaires INRAE dont près de 200 chercheurs et chercheuses
- > **586** personnels contractuels INRAE
- > **910** personnels partenaires
- > **428** doctorantes et doctorants

## BUDGET



## ACTIVITÉS

**631 publications** scientifiques (Web of Science)



## INFRASTRUCTURES

**10** implantations géographiques  
**+ 500 ha** en biens propres  
**55 549 m<sup>2</sup>** en surface bâtie

> **20 unités** consacrées à la recherche



> **3 unités** mixtes technologiques

> **15 plateformes** et plateaux techniques



> **6 unités** d'appui à la recherche

# 255 collaborations de recherche et contrats d'aide

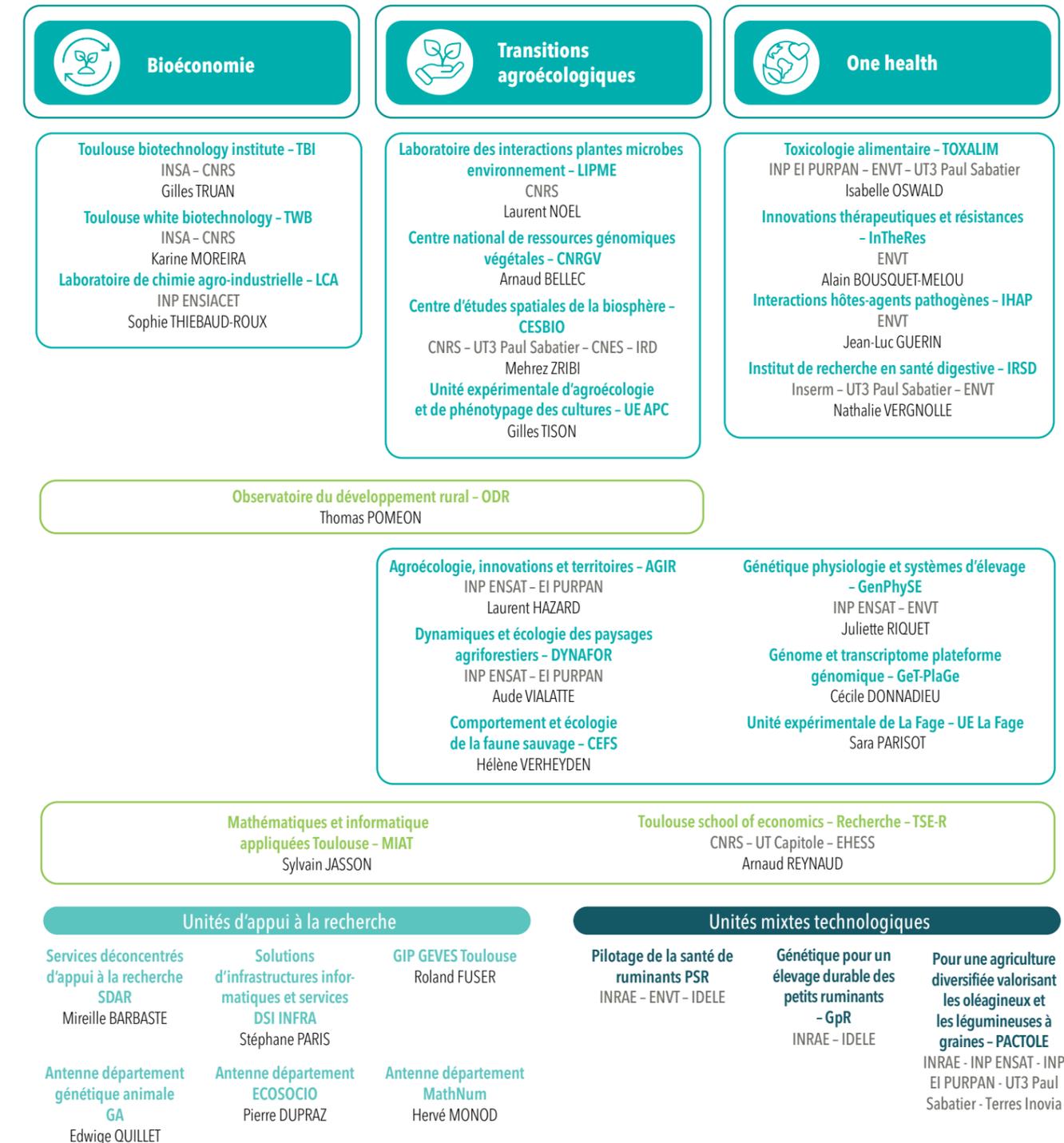
En 2023, le centre Occitanie-Toulouse a continué de démontrer une véritable dynamique en matière de partenariat et valorisation. C'est le premier des 18 centres INRAE en termes de nombre de collaborations de recherche (partenaires privés et/ou académiques) et de contrats d'aide (financements publics de l'Agence nationale de la recherche, des Programmes d'investissement d'avenir, des Ministères, de la Région Occitanie et de l'Union européenne). Cela représente 11,6 % du volume de ces contrats au niveau national.

Ce résultat montre une forte dynamique de recherche, tout domaine confondu, impliquant la quasi-totalité des laboratoires du site, autour de collaborations et projets d'envergure avec des unités INRAE en majorité coordonnatrices des projets.



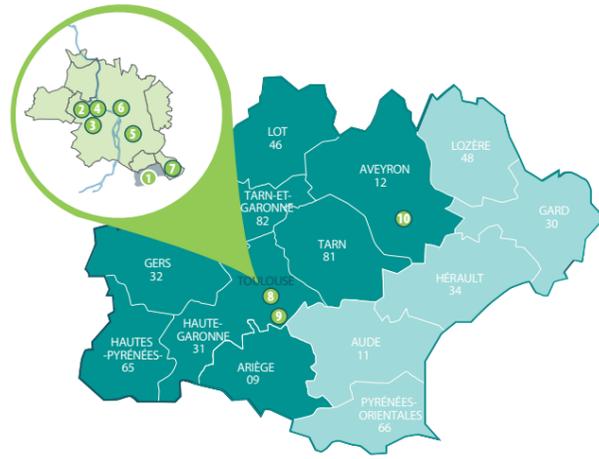
# Organigramme 2023

Président de centre : Pierre-Benoit JOLY  
Directrice des services d'appui à la recherche : Mireille BARBASTE  
Directeur adjoint des services d'appui à la recherche : Yannis LECOMTE



Instances / commissions consultatives  
Conseil de centre / Comité social d'administration spécial (CSAS) / Formation spécialisée en matière de santé, sécurité et conditions de travail (F3SCT)  
Commissions locales de développement durable, systèmes d'information, parc automobile et restauration

# Carte des implantations



## Liste des implantations INRAE

- 1 Implantation principale Auzeville-Tolosane
- 2 Toulouse - Saint-Martin-du-Touch
- 3 Toulouse - Lardenne
- 4 Toulouse - Purpan
- 5 Toulouse - Rangueil
- 6 Toulouse - Capitole
- 7 Labège
- 8 Pompertuzat - Domaine de Langlade
- 9 Gardouch - Installation expérimentale
- 10 Saint-Affrique - Domaine de la Fage

Le centre Occitanie-Toulouse est l'un des 18 centres de recherche régionaux d'INRAE. 13 des 14 départements scientifiques INRAE sont représentés.

À Toulouse, INRAE représente le deuxième organisme national de recherche après le CNRS.



# Répondre aux grands enjeux actuels



## Consolider la position du site pour l'innovation en bioéconomie

Un changement systémique dans les modes de production et de consommation



La bioéconomie, c'est-à-dire l'économie des bio-ressources (animaux, plantes, micro-organismes et dérivés de la biomasse dont les déchets organiques), contribue à atténuer les effets du changement climatique tout en assurant la sécurité alimentaire, énergétique et le bien-être des populations. À Toulouse, ce champ de recherche en biotechnologies industrielles, de la biologie de synthèse jusqu'aux bioprocédés, recouvre un continuum recherche-formation-transfert pour l'innovation, reconnu au niveau mondial. Pour aller plus loin, le lien avec l'agronomie ainsi que le développement de recherches interdisciplinaires incluant les sciences humaines et sociales, l'économie, la gestion et les sciences politiques permettront de s'engager pleinement dans la construction de réponses innovantes aux enjeux du développement durable.

**Mots-clés :** bioéconomie, biotechnologie, innovation, biomasse, biomatériaux, transformation, biocatalyseur, économie circulaire



## Accompagner les transitions agroécologiques et la gestion des ressources en territoire

Une transition vers des systèmes alimentaires durables



L'accompagnement des transitions agroécologiques dans les territoires agricoles et forestiers est un besoin impérieux pour relever les défis majeurs de l'agriculture et de l'alimentation. Les recherches s'appuient sur l'originalité et la complémentarité des approches développées en agronomie, écologie, biotechnologie et sciences humaines et sociales. La conception de systèmes innovants, l'apport du numérique et de la télédétection, ou encore les processus de co-construction type living labs sont autant de voies permettant de lever des verrous scientifiques pour l'étude des transitions. Cet axe mobilise une partie importante des forces du centre dans une dynamique locale riche de partenaires académiques et socio-économiques.

**Mots-clés :** agroécologie, transition, ressource, territoire, agriculture, alimentation, élevage, agronomie, écologie, biotechniques, sciences humaines et sociales



## Contribuer à la stratégie scientifique dans le champ des approches One Health

Des approches intégrant santé humaine, santé animale et santé environnementale



La pandémie de la Covid-19 révèle que l'intégration des approches promues par le concept de One Health, « une seule santé », doit être amplifiée. Pour contribuer à relever ce défi, le site toulousain bénéficie d'un potentiel unique pour coupler les recherches sur la production agricole, animale et végétale, à la fois dans l'optique de la réduction des risques sanitaires (maladies émergentes, antibiorésistances, risques infectieux connus) et pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Le développement de nouveaux champs scientifiques aux interfaces entre faune sauvage, animaux domestiques et humains est l'un des enjeux majeurs portés par le centre. Ces champs scientifiques permettent d'apporter une contribution très originale aux approches One Health en les couplant avec l'analyse de l'exposome, empreinte des expositions biotiques et abiotiques au cours d'une vie.

**Mots-clés :** santé globale, bien-être, alimentation et santé, antibiorésistance, maladies infectieuses, exposome, faune sauvage

# Nos partenaires territoriaux



**SALON INTERNATIONAL DE L'AGRICULTURE**

Au sein du stand INRAE, les équipes du laboratoire Toxalim\* ont proposé des animations pour décrypter le rôle des microplastiques et perturbateurs endocriniens, comment ils contaminent notre environnement et impactent notre santé.



**TOULOUSE, CENTRE DE L'ÉPIDÉMIOLOGIE VÉTÉRINAIRE EUROPÉENNE**

Organisée à Toulouse par le laboratoire IHAP\*, l'édition 2023 de la conférence européenne d'épidémiologie vétérinaire a connu un immense succès en rassemblant 238 scientifiques originaires de 31 pays, répartis sur 5 continents.

**SIGNES OFFICIELS DE LA QUALITÉ ET DE L'ORIGINE**

L'ODR\* et l'Institut national de l'origine et de la qualité (INAO) ont organisé un séminaire de rencontre entre scientifiques, institutions et professionnels sur les enjeux des signes officiels d'identification de la qualité et des origines (SIQO) des produits.

**CLÔTURE DU PROJET SEQOCCIN**

Soutenu par la Région Occitanie via un financement FEDER ce projet, porté par les plateformes de Genotoul GeT-PlaGe et Bioinfo, a permis des avancées majeures dans l'expertise du séquençage ADN « longs fragments » sur molécule unique.



25/02-05/03

22-24/03



**DIVERSITÉ VÉGÉTALE : UNE SOLUTION AGROÉCOLOGIQUE POUR LA PROTECTION DES CULTURES**

Comment sécuriser les productions agricoles en les protégeant des organismes bioagresseurs ? Vincent Martinet, Anaïs Tibi et Aude Vialatte (Dynafor\*), coordinateurs INRAE de cette expertise scientifique collective, ont présenté à plus de 150 personnes, une synthèse des connaissances scientifiques internationales sur le sujet.

26/09



10-13/07

**ENSEIGNEMENT ET CONSEIL AGRICOLES**

Réunissant plus de 150 participants venant de 20 pays différents, ce séminaire européen, organisé par le laboratoire AGIR\*, était consacré aux défis à relever en matière de conseil et enseignement agricoles pour accompagner la transition vers une agriculture plus durable.



14/10-26/11

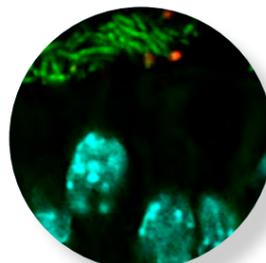
**EXPOSITION « THE MUSEUM OF PLANTART »**

Après 2 mois de résidence artistique au sein du LIPME\*, Almudena Romero, photographe de renom, a exposé ses œuvres sur le thème des interactions fleur-pollinisateur, à la Chapelle des Cordeliers à Toulouse.

19-20/10

**MÉTHODES DE CULTURES EN RELAI ET DÉROBÉ**

Cette journée technique fut l'occasion pour l'unité expérimentale APC\* et le laboratoire AGIR\*, Terres Inovia et la Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie de présenter leurs travaux les plus récents sur les doubles cultures, tant au niveau des variétés de soja et de tournesol, que des conduites techniques.



13/05

**DE L'OXYGÈNE POUR LUTTER CONTRE UNE TOXINE INTESTINALE**

Une équipe de scientifiques de l'IRSD\* a démontré que la concentration en oxygène peut moduler la production d'une toxine, la colibactine, dans les intestins. Ce résultat, publié dans Gut Microbes, est porteur d'espoirs dans la lutte contre des maladies intestinales.

01/12

**FUTURAPOLIS PLANÈTE**

Organisé par le média Le Point, cet événement a notamment accueilli la conférence « Grande sécheresse et manque d'eau : la France est-elle prête ? » avec Lionel Alletto, chercheur en agroécologie au laboratoire AGIR\*, et Pierre Ribaute, directeur général Eau France chez Veolia.



# Les temps forts 2023

\*Voir le nom complet du laboratoire sur l'organigramme page 5

# Agriculture et changement climatique

## Le centre INRAE Occitanie-Toulouse se mobilise

**Alternance de sécheresses exceptionnelles et d'inondations, épisodes caniculaires et gelées précoces... le dérèglement climatique constitue d'ores et déjà une réalité, avec des conséquences parfois désastreuses pour les activités agricoles et celles et ceux qui les mènent. Pour la France, on prévoit à l'horizon 2050 une augmentation moyenne des températures de +2,7°C.**

**Il faut donc à la fois prendre des mesures pour réduire les émissions et se préparer à un monde dans lequel des événements climatiques extrêmes seront fréquents.**

**Entre adaptation, atténuation et transformation, qu'en est-il des recherches du centre sur le changement climatique ?**

**Ce dossier propose un rapide tour d'horizon des projets les plus actuels.**

### Les recherches en génétique : une première réponse

L'agriculture aura besoin de plantes et d'animaux adaptés à la nouvelle donne environnementale. Avec les équipes du laboratoire LIPME\*, Toulouse est le centre de référence pour la génétique du tournesol. La diversité génétique est utilisée pour aider les entreprises semencières à créer des variétés plus résistantes aux températures élevées et à la sécheresse tout en maintenant la qualité de la production et les services pour la biodiversité. L'élévation des températures va également affecter les interactions entre les plantes et les micro-organismes. Le LIPME est l'un des principaux laboratoires qui travaille sur la compréhension de l'évolution des maladies végétales et contribue à la prévision de nouvelles menaces. Sur les animaux, les recherches concernent principalement les petits ruminants. Les scientifiques du laboratoire Genphyse\* travaillent sur la résilience de l'élevage ovin et contribuent à une sélection d'animaux mieux adaptés à des environnements changeants. Ils sont aussi engagés dans de grands projets européens visant à réduire les émissions de gaz à effets de serre des ovins élevés au pâturage. Les recherches expérimentales sont réalisées aux domaines de La Fage (Aveyron) et de Langlade (Haute-Garonne).

### Concevoir des systèmes de production mieux adaptés

Avec ses partenaires des instituts techniques, du lycée agricole de Toulouse-Auzeville et de la Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie, le centre travaille sur de nouveaux itinéraires de culture qui permettent d'assurer la couverture du sol et de mieux tirer parti des complémentarités entre cultures. Aux travaux sur les stratégies d'évitement (diminution de la densité de peuplement et de la fertilisation azotée pour limiter les besoins en eau) et d'esquive (décaler les stades phénologiques les plus sensibles au déficit hydrique vers une période où la ressource est plus disponible) s'ajoute maintenant la valorisation de l'opportunité d'une saison de croissance plus longue. Les expérimentations conduites à l'unité expérimentale APC\* d'Auzeville-Tolosane en collaboration avec les laboratoires AGIR\* et LIPME permettent d'évaluer de nouveaux itinéraires. Par exemple : pour les variétés de tournesol, les effets de stress hydrique et trophique potentiellement induits par l'introduction des couverts ; l'évaluation des potentialités agronomiques, environnementales et socio-économiques des doubles cultures (2 cycles récoltés dans l'année) dans le Sud-Ouest en climat actuel et futur...

Ces travaux montrent le potentiel d'extension territoriale de telles pratiques mais aussi sa dépendance à la ressource en eau. Les expérimentations agronomiques sont complétées par des recherches de modélisation et de simulation pour lesquelles les agronomes d'AGIR bénéficient d'une collaboration étroite avec les équipes du laboratoire MIAT\*.

L'évaluation multicritères repose alors sur une simulation des effets de rotations de cultures à large échelle et sur le temps long, ce qui est essentiel pour prendre en compte la dynamique et les effets différés.

L'influence des pratiques agronomiques sur la dynamique du carbone constitue un enjeu essentiel. Le stockage du carbone dans le sol apporte en effet un double dividende : l'augmentation de la teneur en matière organique (essentielle pour des sols vivants) et, en même temps, une réduction de la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les recherches du centre se distinguent par une combinaison unique d'approches complémentaires, du gène au territoire : expérimentation contrôlée (AGIR et UE APC), expérimentation à la ferme (AGIR), modélisation (AGIR et MIAT), observation de la Terre (CESBIO\* et Dynafor\*). Ces recherches ont permis de concevoir un outil de référence international, combinant données satellitaires et modèles de culture pour un suivi spatialisé à haute résolution des productions, des flux d'eau et de CO<sub>2</sub> et des bilans de carbone sur de larges territoires.

### Transformer les systèmes agricoles et alimentaires

La substitution des protéines végétales aux protéines animales est un exemple emblématique. Dans ce cas, le défi est de rendre gouvernables des changements systémiques profonds, qui engagent à la fois des dimensions génétiques, agronomiques, des techniques de transformation, des comportements de consommation... Les scientifiques du centre participent à des projets multi-acteurs où les sciences humaines et sociales jouent un rôle essentiel qui se résume à trois aspects :

- concevoir, accompagner et analyser des dispositifs participatifs comme les living labs (AGIR et Dynafor) ;
- évaluer les effets des systèmes incitatifs - comme les paiements des services environnementaux - sur les comportements des agriculteurs (TSE-R\*) ;
- développer les compétences pour les acteurs des transitions des systèmes agricoles et alimentaires (AGIR).

Si de nombreuses pratiques adaptatives sont nécessaires, le défi est de changer de trajectoire et de concevoir et mettre en œuvre des transformations profondes. INRAE s'engage pour répondre à ces enjeux, il y va de l'avenir de nos systèmes agricoles et alimentaires.



scannez-moi

\* Retrouvez la liste des projets et laboratoires impliqués : <https://vu.fr/GvqGL>



## Au service de la connaissance



### Comment les activités humaines limitent les déplacements des animaux

En 2020, suite aux mesures de confinement prises dans le cadre de la pandémie de Covid-19, l'activité humaine a été nettement réduite. Des scientifiques, dont des membres du laboratoire Comportement et écologie de la faune sauvage (CEFS), ont profité de cette opportunité pour étudier l'effet de cette baisse d'activité sur le déplacement des animaux. À l'aide de données GPS, ils ont comparé les mouvements et l'évitement des routes de 2 300 mammifères terrestres (43 espèces) pendant le printemps 2020 à ceux de la même période en 2019. Les résultats, publiés en 2023 dans la revue *Science*, ont montré une hétérogénéité des réponses individuelles, sans changement dans les mouvements moyens ou le comportement d'évitement des routes, cela probablement en raison de mesures de confinement très différentes entre pays. Cependant, dans les zones de confinements strictes (Italie et France par exemple), les déplacements de longues distances ont augmenté de 73 %. Dans les zones très peuplées, les mammifères ont réalisé moins de petits déplacements et étaient plus proches des routes qu'avant la pandémie, montrant une réduction des comportements de fuite et d'évitement des routes durant les périodes de confinement.

Marlee A. Tucker et al., Behavioral responses of terrestrial mammals to COVID-19 lockdowns. *Science* 380, 1059-1064 (2023).

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo6499>



### Des travaux européens d'envergure pour un élevage durable des petits ruminants

En 2023, le projet européen H2020 SMARTER, pour Small ruminants breeding for efficiency and resilience, coordonné par le laboratoire Génétique physiologie et système d'élevage (Genphyse) s'est terminé. Réunissant 26 partenaires issus de 13 pays, et avec un financement de 7 millions d'euros sur 5 ans, le projet a permis d'obtenir des résultats indispensables pour répondre aux besoins stratégiques de résilience et d'efficacité des élevages de petits ruminants. Les scientifiques ont travaillé sur de nouvelles stratégies de sélection portant sur 46 races européennes ovines et caprines, concernant près de 5 000 élevages. Ils ont ainsi développé différents travaux pour, entre autres, limiter l'utilisation d'aliments concentrés et de produits phytosanitaires afin de réduire l'empreinte environnementale de l'élevage des petits ruminants. Ce projet s'inscrivant dans une démarche agroécologique, a porté une attention particulière sur l'étude des caractères de bien-être animal, de santé, ainsi que d'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires locales.

<https://url.inrae.fr/4c94wFT>



### Dioxyde de titane: la bouche, première voie de passage du E171 dans le sang

L'additif E171, composé de micro et de nanoparticules de dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>), est utilisé comme colorant alimentaire blanc et agent opacifiant. Suite à des travaux pionniers du laboratoire de Toxicologie alimentaire (Toxalim) démontrant son passage dans le sang avec des effets toxiques dès l'intestin, son utilisation a été interdite dès 2020 en France puis en 2022 en Europe. En 2023, des scientifiques du même laboratoire toulousain sont allés plus loin en prouvant non seulement que ces nanoparticules passent par les muqueuses buccales pour atteindre la circulation sanguine, donc bien avant leur absorption dans l'intestin, mais aussi qu'elles peuvent affecter la régénération cellulaire au sein de ces mêmes muqueuses. Ces travaux soulignent l'importance de prendre en compte l'exposition directe de la cavité buccale à l'additif alimentaire E171 lors de l'évaluation des risques chez l'être humain, aussi bien lors de son usage dans les produits alimentaires qu'en cosmétique (en particulier pour les dentifrices) et dans les produits pharmaceutiques.

<https://url.inrae.fr/3pN8eRw>



### Des pistes pour réduire les résidus d'antibiotiques dans les effluents d'élevage

Dans le cadre du programme européen H2020 Healthy livestock, dont l'objectif était de proposer des pratiques d'élevage visant à réduire l'usage des antibiotiques pour des enjeux de santé publique et animale, économiques et environnementaux, des scientifiques en santé animale du laboratoire Innovations thérapeutiques et résistances (Intheres) ont développé une méthode d'analyse pour quantifier les résidus des différents antibiotiques utilisés en santé animale. À l'exception de l'amoxicilline, tous les antibiotiques utilisés dans les élevages ont été détectés dans les litières des animaux traités. L'équipe de recherche a mis en évidence une présence de résidus plus élevée dans le fumier de poulet que dans celui de porc. Elle a aussi montré que la stabilité chimique des antibiotiques avait une plus grande influence sur la détection de résidus dans les litières que la fréquence des traitements. Ainsi cette étude confirme la nécessité d'élaborer des plans sanitaires sur mesure pour améliorer la biosécurité.

<https://url.inrae.fr/3WTLp1V>



### Les performances environnementales et acoustiques de la tige de tournesol

Pour réduire l'utilisation de matériaux de synthèse dans la fabrication des panneaux acoustiques, des scientifiques des laboratoires de chimie agro-industrielle (LCA) et Toulouse biotechnology institute (TBI), se sont intéressés à la moelle présente à l'intérieur des tiges de tournesol. Ces panneaux, fabriqués à partir de matériaux et liants biosourcés, ont révélé de bonnes performances acoustiques, notamment à basse fréquence, avec des coefficients d'absorption près de 10 fois plus élevés que les panneaux industriels existants.

De plus, l'analyse de leur cycle de vie a mis en évidence, par rapport aux alternatives commercialisées, un avantage environnemental pour 6 des 9 catégories d'impacts évaluées. En utilisant des matières végétales pour réaliser ces panneaux, cette étude montre qu'il est possible de remplacer les produits issus de carbone fossile par des matériaux biosourcés à moindre impact environnemental tout en ayant d'aussi bonnes performances acoustiques.

<https://url.inrae.fr/49gPYSH>





## Un nouveau capteur naturel du potentiel antioxydant des molécules

En raison de leur pouvoir protecteur, les antioxydants sont de plus en plus plébiscités et utilisés dans les domaines de la santé, de la nutrition et du bien-être. Bien qu'il existe un grand nombre d'antioxydants synthétiques, la demande d'antioxydants d'origine naturelle est très élevée. Leur bioproduction par des microorganismes est plus écologique et durable, mais aussi très concurrentielle et il est important de pouvoir la suivre et la quantifier. Une équipe de scientifiques du laboratoire Toulouse biotechnology institute (TBI) a ainsi mis au point un capteur de qualité biologique (biosenseur) du potentiel antioxydant des molécules en utilisant la levure de bière appelée *Saccharomyces cerevisiae*. Outre sa facilité de mise en œuvre, leur méthode permet aussi de mesurer, caractériser et étudier l'effet physiologique des molécules antioxydantes bioproduites par les microorganismes. Elle pourra donc être très utile pour améliorer les souches de microorganismes communément utilisés pour la production d'antioxydants.

<https://url.inrae.fr/46YSc7I>



## Une très belle fête de la science!

Mardi 10 octobre 2023 sur les sites d'Auzerville-Tolosane et de Langlade (Pompertuzat), ce sont 455 élèves allant de l'école primaire au lycée de la région toulousaine qui sont venus découvrir la science et ses métiers. Des athlètes microscopiques, la force de l'ADN ou des abeilles, la capacité physique des lapins et moutons... étaient au programme des 10 animations présentées par 80 scientifiques du centre spécialistes en sciences végétales, génomique, écologie et comportement animal.

## ASTERICS, un outil pour explorer et intégrer les données omiques

Les technologies dites omiques (génomique, protéomique, métabolomique...) permettent d'aborder l'exploration du vivant en posant des questions à grande échelle sur le fonctionnement moléculaire des organismes vivants. Néanmoins, l'évolution croissante de la quantité des données, hétérogènes et multi-niveaux, issues de ces technologies engendre un besoin de capacités d'analyse nouvelles concernant notamment les systèmes complexes. L'outil ASTERICS, du laboratoire Mathématiques et informatique appliquées de Toulouse (MIAT), vise à combler ce manque en rendant les biologistes plus autonomes pour les analyses exploratoires et intégratives. Disponible gratuitement en ligne, l'application peut également être installée localement sur un ordinateur grâce au code source et aux outils fournis. Après la création d'un espace de travail, il est possible d'importer un ou plusieurs jeux de données acquis sur les mêmes individus sous forme de données tabulaires, et de réaliser leur édition (formatage, gestion des données manquantes, normalisation), leur exploration (statistique descriptive, carte thermique, carte auto organisatrice...) et leur intégration.

<https://url.inrae.fr/3JB7x4u>



Grâce aux équipes des laboratoires CNRGV, Dynafor, Genphyse, LIPME, des unités expérimentales La Fage et APC, du CATI BIOS4Biol et du LRSV, les jeunes ont pu observer, manipuler, échanger sur les connaissances produites dans les laboratoires\*.

\*Voir l'organigramme page 5

<https://url.inrae.fr/3S0uBis>



## Lauriers d'INRAE : l'excellence de la recherche toulousaine à l'honneur

En 2023, parmi les 6 prix décernés, 2 chercheurs du centre Occitanie-Toulouse ont été distingués pour leurs contributions exceptionnelles, soutenant les missions de recherche de l'institut pour relever les défis des changements globaux impactant l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.



“ J'ai toujours aimé la biologie, c'est quelque chose qui m'a toujours beaucoup attiré. Et durant mes études, j'ai essayé de m'orienter assez rapidement vers la recherche. ”

Martin Beaumont

Martin Beaumont, chargé de recherche INRAE au laboratoire Génétique et physiologie des systèmes d'élevage (Genphyse) a obtenu le Laurier Espoir scientifique pour ses travaux sur la compréhension du fonctionnement du microbiote du système digestif des animaux d'élevage. La finalité est de renforcer leur barrière intestinale afin de réduire l'utilisation d'antibiotiques. Pour mener ses recherches, il utilise des organoïdes, c'est-à-dire des cultures cellulaires auto-organisées issues de cellules souches reproduisant en partie la complexité et certaines fonctions de l'intestin. Les organoïdes permettent de tester l'effet de nombreux métabolites sans avoir recours à l'expérimentation animale.

<https://url.inrae.fr/3GaEdjH>



“ Ce qui m'a orienté vers une carrière scientifique, c'est la diversité des formes du vivant qu'on peut observer autour de nous. ”

Sylvain Raffaele

Sylvain Raffaele, directeur de recherche INRAE au Laboratoire des interactions plantes-microbes-environnement (LIPME) et Laurier Défi scientifique, a consacré plus de 10 ans à comprendre les mécanismes de l'immunité des plantes. Ses travaux novateurs explorent la diversité du vivant, révélant des interactions complexes entre les plantes et les microorganismes pathogènes. Avec pour fil rouge de comprendre ce qui permet, côté plante, de résister à la maladie ou de supporter une charge infectieuse, et, côté champignon pathogène, de causer la maladie et de s'adapter aux défenses des plantes. Sans oublier l'influence que l'environnement peut avoir sur ces interactions. Ses travaux ont permis des avancées notoires ouvrant des possibilités essentielles en matière de création variétale pour réduire l'usage des produits phytosanitaires et assurer la sécurité alimentaire.

<https://url.inrae.fr/3MRUFca>



## Une bourse européenne pour comprendre la transmission de l'influenza aviaire

Claire Guinat, chercheuse INRAE au laboratoire Interactions hôtes-agents pathogènes (IHAP) est lauréate d'une bourse d'1,5 million d'euros sur 5 ans du Conseil européen de la recherche (ERC) pour son projet TrackFLU. L'objectif est d'étudier les mécanismes de transmission des virus de la grippe aviaire dans les réseaux de marchés de volailles vivantes au Cambodge. Pays où de récentes études de surveillance ont montré les taux les plus élevés de détection du virus, avec 30 à 50 % des canards et 20 à 40 % des poulets testés positifs. Mettant en œuvre une approche pluridisciplinaire, le projet intégrera l'épidémiologie, l'écologie des systèmes d'élevage et la biologie moléculaire des virus pour analyser les données collectées, au cours des 2 premières années, dans le cadre d'un vaste travail de terrain au Cambodge.

<https://url.inrae.fr/3PnEuVU>



“ Cette pratique traditionnelle s'accompagne de défis uniques. Il s'agit d'un réseau complexe, dans lequel les volailles sont transportées entre de multiples marchés par des commerçants avant d'être abattues, ce qui constitue un écosystème parfait pour le maintien et l'émergence de nouvelles souches du virus. C'est la raison pour laquelle nous allons étudier l'ensemble de ce réseau de marchés. ” Claire Guinat

# L'impact sociétal de la recherche

## Se méfier des idées reçues !

Par Pierre-Benoit Joly

La question de l'impact sociétal de la recherche fait aujourd'hui partie des grands enjeux des agendas politiques. La plupart des opérateurs et des agences de financement de la recherche s'en préoccupent compte tenu de la nécessité de reddition de comptes mais surtout du fait de l'impératif, pour la recherche et l'innovation, de répondre aux grands défis sociétaux et d'accompagner les transitions.

Néanmoins, la question de l'impact fait encore l'objet de nombreux malentendus. Par impact sociétal, on entend un effet de la recherche sur l'économie, la société, la culture, les politiques publiques, la santé, l'environnement ou la qualité de vie. C'est donc un effet au-delà du monde académique. Essayons de dissiper les idées reçues à partir de l'expérience des recherches réalisées à INRAE dans le cadre du projet ASIRPA (Analyse de l'impact sociétal de la recherche).

### 1. L'impact s'oppose à l'excellence de la recherche

Toutes les recherches n'ont pas un objectif d'impact, certes. Mais cela ne signifie pas que les recherches à impact sociétal s'opposent aux recherches visant l'excellence académique. L'exemple emblématique de Louis Pasteur illustre la possibilité de coupler la production de connaissances fondamentales et de connaissances actionnables. Le nombre de lauréats du Prix Nobel ayant exercé dans l'industrie montre que ces possibilités de couplage sont une constante dans l'histoire des sciences.

### 2. L'évaluation d'impact, une affaire de reddition de comptes

L'évaluation sommative est généralement utilisée pour analyser, ex post, la façon dont des activités ont engendré des effets. On s'intéresse de plus en plus à l'évaluation formative, un processus continu, mis en œuvre au cours de la conception et du déroulement d'un projet, d'un programme ou d'une intervention. Il s'agit de suivre les activités et leurs effets afin d'accélérer les processus d'apprentissage collectif et d'améliorer les capacités de pilotage. Contrairement à l'évaluation sommative, qui intervient à la fin d'un projet pour juger de ses résultats globaux, l'évaluation formative se concentre sur les ajustements nécessaires pendant la mise en œuvre pour atteindre les objectifs fixés, ces objectifs pouvant évoluer au cours du temps.



Par impact sociétal, on entend un effet de la recherche sur l'économie, la société, la culture, les politiques publiques, la santé, l'environnement ou la qualité de vie.

### 3. L'évaluation d'impact, une affaire d'indicateurs

Dans l'évaluation sommative, l'impact sociétal est souvent réduit à la recherche d'indicateurs simples. La mesure de l'impact est alors réduite à... ce que l'on sait mesurer, par exemple le nombre de brevets déposés. Or, tout ce qui compte ne se compte pas (et tout ce qui se compte ne compte pas). Il est donc essentiel de s'appuyer sur les connaissances des porteurs de projet qui disposent souvent de mesures locales (des descripteurs) et de les compléter par des mesures ad hoc. Il est également essentiel de déterminer la contribution spécifique de l'activité aux transformations observées. La reconstitution du chemin d'impact est une mesure éprouvée permettant d'étayer l'analyse de contribution par des faits observés. Ce faisant, l'évaluation sommative apporte aussi de précieux enseignements sur les mécanismes qui génèrent les impacts.

De telles approches de l'évaluation de l'impact sont d'ores et déjà expérimentées dans différents projets portés par les acteurs du centre. Elles seront déployées plus systématiquement à l'occasion des évaluations par le HCERES (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur).



scannez-moi

Pour en savoir plus :  
<https://url.inrae.fr/3VucZND>



## Une nouvelle trame verte



C'est dans le cadre de la politique de responsabilité sociétale et environnementale du centre que 280 arbres et arbustes ont été plantés sur le domaine expérimental du site INRAE d'Auzeville-Tolosane, sous un beau soleil du mois de février. Ce chantier participatif, qui a mobilisé une soixantaine d'agents volontaires, a pour objectif d'accueillir une plus large biodiversité sur les espaces cultivés du centre en reconstituant une trame verte.

Engagé dans des projets de réduction des intrants, de séquestration du carbone, de développement de la biodiversité, le centre a choisi de se faire accompagner par l'association Arbres et paysages d'Autan avec le soutien de la Région Occitanie. Les personnels, organisés en équipes, ont suivi le protocole de plantation des jeunes arbres. Et c'est ainsi, qu'en quelques heures, une trame verte est née !

<https://url.inrae.fr/3ITUDpR>



## Une mission au service de la diversité et de l'égalité professionnelle

En acquérant la double labellisation Alliance Diversité et Égalité professionnelle, INRAE s'engage en faveur de la lutte contre les discriminations et pour la diversité et la défense de l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes. L'Institut s'appuie ainsi sur un réseau de référentes et référents pour relayer cette politique en région. À Toulouse, ils sont appuyés par un groupe opérationnel qui contribue à l'élaboration et la déclinaison de la politique égalité-diversité du centre, notamment en organisant des actions de sensibilisation.

Le 28 novembre 2023, plus de 100 agents ont pu participer à une journée découverte des pratiques et outils pour prendre soin de sa santé mentale, l'un des axes prioritaires du plan égalité-diversité 2022 - 2025 du centre, et favoriser son bien-être au travail.

Interventions théoriques sur le handicap psychique ou encore sur les troubles du spectre autistique, table-ronde et ateliers ont rythmé cette journée animée par les référentes égalité-diversité du centre et de nombreux professionnels du secteur.



## Un groupement d'intérêt public au service de la transition agroécologique

Constitué en groupement d'intérêt public (GIP) et initié par l'État, l'Agence de l'eau Adour-Garonne et la Région Occitanie, LIA pour Lien, innovation et agroécologie, accompagne les transitions agricoles et alimentaires sur le territoire d'Occitanie. Sa vocation est d'agir en appui des politiques publiques, dans des territoires à enjeux, pour co-construire avec les agriculteurs, les acteurs économiques agricoles, et les acteurs du territoire (collectivités, société civile...) des démarches de transition. Orienté vers l'action, l'émergence de projets et la montée en compétence des acteurs, LIA conçoit, teste et déploie des méthodes innovantes pour aider le monde agricole à s'engager dans des chemins de changement en situation de complexité et d'incertitude. Le 7 avril 2023, lors d'une assemblée générale, le groupement a accueilli de nouveaux membres : Arvalis, la chambre régionale d'agriculture d'Occitanie, la coopération agricole d'Occitanie, INRAE, le négoce agricole Pyrénées-Méditerranée et Terres Inovia.

Quatre unités du centre INRAE Occitanie-Toulouse collaborent avec le GIP LIA : Agroécologie innovation, territoires (AGIR), l'unité expérimentale Agroécologie et de phénotypage des cultures (UE APC), Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers (Dynafor) et l'Observatoire du développement rural (ODR).

<https://www.gip-lia.fr>



### Bruno Lion

directeur du GIP Lien, innovation et agroécologie



« Le GIP LIA et le centre INRAE Occitanie-Toulouse ont en commun de travailler sur la question des transitions agricoles. Pour LIA, les apports d'INRAE sont importants car ils améliorent l'assise scientifique, en agronomie mais aussi en sciences sociales, de ses interventions dans les territoires. Réciproquement, LIA enrichit les démarches participatives qu'élabore INRAE en mettant à disposition ses terrains d'action. »

## Un partenariat unique pour accompagner la transition agroécologique des petits ruminants

Les unités mixtes technologiques (UMT) sont des dispositifs originaux de partenariat scientifique et technique, créés et soutenus par le ministère chargé de l'Agriculture. Elles visent à développer, autour d'un thème de recherche à finalité appliquée, des relations de travail approfondies entre des organismes de recherche publique, ou des établissements d'enseignement supérieur, et des instituts techniques agricoles ou agro-industriels. Porté par l'institut de l'élevage (Idele) en partenariat avec INRAE, le programme de l'UMT Sélection génétique pour la transition

agroécologique des petits ruminants (STAR) repose sur une action transversale d'échanges et de réflexions, afin d'initier une prospective sur le contexte de l'élevage des petits ruminants (caprins, ovins laitiers et allaitants) dans 20 ans et mieux comprendre les défis à venir. Il s'articule autour de 3 axes de travail pour produire des connaissances au service du levier génétique pour la transition agroécologique.

<https://url.inrae.fr/3SBnah>



## Un pacte pour accélérer la transition agroécologique dans le bassin Adour-Garonne

Le 25 avril 2023 a eu lieu la signature du Pacte 2022-2027 de transition agroécologique sur le bassin Adour-Garonne, une étape majeure qui impulse une dynamique collective en faveur de l'agroécologie sur les territoires du Grand Sud-Ouest. Ce pacte constitue une déclinaison opérationnelle des objectifs du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique. Il définit les objectifs et le rôle de chaque partenaire (État, Régions, agriculteurs, recherche agronomique et coopération) afin de travailler de concert, pour garantir un accès à une eau de qualité mais aussi pour une production agricole à la hauteur des enjeux actuels.

Parmi les objectifs principaux, il s'agit notamment de contribuer à atteindre l'objectif de 70 % des masses d'eau en bon état en 2027, d'engager la mobilisation volontariste d'un mix de solutions à hauteur de 850 Mm<sup>3</sup> pour restaurer les équilibres dans les bassins versants ; ou encore de contribuer à une agriculture productive, ancrée dans les territoires, alliant préservation de l'environnement et rentabilité pour l'ensemble des acteurs des filières.

<https://url.inrae.fr/44mLkjK>



## Solagro : une expertise innovante au service des transitions

Créée en 1981 à Toulouse, Solagro est une entreprise associative visant à ouvrir d'autres voies pour accélérer les transitions énergétique, climatique, agroécologique et alimentaire. Ceci s'effectue à travers une démarche singulière où accompagnement de réalisations (études et assistance à maîtrise d'ouvrage), prospective, formation et recherche - développement, s'alimentent et s'enrichissent mutuellement.

Côté recherche, Solagro participe à des programmes qui favorisent le partage d'expériences et l'innovation, sur des thèmes comme l'adaptation agricole au changement climatique, la recherche autour des bioressources et de la bioéconomie, l'agroécologie et la biodiversité en agriculture... notamment en lien avec les laboratoires Toulouse biotechnology institute (TBI) et Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers (Dynafor) ou le metaprogramme XRisques.

En novembre 2023, Solagro a organisé l'université Afterres2050 pour décrypter le scénario pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France et ainsi mettre en récits les transitions et engager l'action.

<https://solagro.org>



## 3<sup>e</sup> étape clé validée pour le projet BiImpulse

Le projet, lancé en 2019 pour une durée de six ans, vise à créer une nouvelle résine adhésive sans substance préoccupante à partir de biomasse de seconde génération. Par le développement d'une molécule d'intérêt biosourcée, l'objectif de BiImpulse est d'ouvrir de nouvelles applications aux biotechnologies dans le domaine des matériaux.

Après la validation de la première étape clé en 2021 puis de la deuxième en 2022, l'équipe projet multipartenaire - ResiCare, FCBA, Leaf by Lesaffre, INSA Toulouse (CRIT Bio-Industries) et INRAE avec l'implication de Toulouse biotechnology institute (TBI) et Toulouse white biotechnology (TWB) - a validé la troisième étape clé au cours de l'été 2023. Parmi les principaux résultats :

- le développement d'un nouveau procédé de purification et la validation de son fonctionnement à l'échelle pilote ;
- le changement d'échelle de la fermentation passant de 2 m<sup>3</sup> en 2022 à 30 m<sup>3</sup> ;
- la validation d'essais industriels sur la production de panneaux de contreplaqué avec une production allant jusqu'à 1 tonne de résine ;
- la réalisation à l'échelle laboratoire d'échantillons de contreplaqué à l'institut FCBA avec une résine biosourcée issue du projet.

Les équipes INRAE de TWB ont validé la preuve de concept d'une nouvelle voie métabolique permettant de produire la molécule d'intérêt à partir de biomasse de seconde génération.



## Nos collaborations internationales



Données issues de la collection HAL du centre INRAE Occitanie-Toulouse (publications, thèses, posters, ouvrages...) pour l'année 2023

## Un projet européen pour lutter contre 5 maladies infectieuses animales

Le projet Horizon Europe WiLiMan-ID, pour Wildlife, Livestock, huMan and Infectious Disease, s'intéresse à la complexité et à la dynamique des interactions hôtes-pathogènes pour 5 maladies infectieuses animales qui circulent entre le bétail, la faune sauvage et l'Homme. Classées comme hautement prioritaires par l'Union européenne, plusieurs de ces maladies, dont la peste porcine africaine et la peste équine, causent de graves pertes économiques aux systèmes agricoles et trois (l'influenza aviaire, la fièvre du Nil occidental et la maladie du dépérissement chronique) représentent une menace pour la santé humaine. Les principaux objectifs de WiLiMan-ID sont :

- d'identifier les facteurs clés de l'émergence de ces maladies et de leur dissémination dans des environnements en constante évolution, en intégrant des données à différentes échelles (pathogène, hôte, communauté d'hôtes et territoire) ;
- de fournir aux agriculteurs, aux services de santé et aux décideurs politiques, des stratégies et des méthodes innovantes pour la prévention, la surveillance et le contrôle de ces maladies.



Débuté en mai 2023, pour une durée de 5 ans avec un financement de l'Union européenne à hauteur de 6 millions d'euros, le projet est coordonné par le laboratoire Interactions hôtes-agents pathogènes (IHAP) et rassemble un consortium de 14 partenaires issus de 11 pays.

<https://url.inrae.fr/46jeEbw>



## Résistance à la chaleur, services pour la biodiversité, le tournesol a de l'avenir



C'est la première fois qu'un consortium international réunit, autour de la recherche sur le tournesol, les leaders mondiaux dans les domaines de l'écologie, des sciences économiques, de la génétique et la biotechnologie, jusqu'à l'écologie et la sélection du tournesol. Le projet Horizon Europe HelEx vise au développement de nouvelles variétés de tournesol plus résistantes à la sécheresse et aux climats extrêmes par l'utilisation de variétés d'*Helianthus extrémophiles* et l'application de nouvelles techniques de sélection végétale. L'objectif est également de maintenir, pour ces variétés, un haut niveau de services écosystémiques (ressources pour les pollinisateurs, biodiversité, etc.).

Un focus important sera fait sur l'analyse des impacts environnementaux et socio-économiques de ces nouvelles variétés.

Démarré en 2023, HelEx est un projet de recherche et d'innovation soutenu par l'Union européenne, d'une durée de 4 ans avec un financement de 5,5 millions d'euros. Le consortium, coordonné par le Laboratoire des interactions plantes - microbes - environnement (LIPME), comprend 18 partenaires dont 4 PME, 3 partenaires industriels et des instituts de recherche de 7 pays européens ainsi que du Canada et des États-Unis.

<https://url.inrae.fr/48kCqp0>



## Et demain...



**Capitule de dent-de-lion  
de la famille des Astéracées,  
sous loupe à fluorescence**

Photo prise au Laboratoire  
des interactions plantes-  
microbes-environnement  
(LIPME) dans le cadre d'une  
résidence artistique  
© Almudena Romero

**S'il fallait choisir un mot-clé pour résumer les recherches du centre Occitanie-Toulouse, ce serait probablement « diversité ». Les deux Lauriers d'INRAE et la bourse ERC, distinctions de haut niveau pour deux chercheurs et une chercheuse du centre, mettent en lumière l'excellence de recherches mues par une fascination pour la diversité des formes du vivant.**

Cette diversité se manifeste à toutes les échelles, du gène aux systèmes socio-écologiques. Ainsi, la traque des virus en Asie du Sud-Est, sujet majeur à l'heure où la grippe aviaire frappe encore les élevages et reste une menace pour la santé humaine, passe par l'analyse des interactions entre les activités humaines et les virus. Dans une synthèse remarquable réalisée lors d'une expertise collective, nos chercheurs et chercheuses ont contribué à montrer que la diversité végétale constitue une solution agroécologique pour la protection des cultures.

La diversité est en même temps une source de fascination, de créativité et de résilience. C'est essentiel dans un monde turbulent et incertain. Mais diversité ne se confond pas avec dispersion. Les recherches dont ce rapport se fait l'écho s'inscrivent dans le temps long, s'appuient sur la construction patiente d'infrastructures et de compétences et résultent le plus souvent de paris audacieux et risqués. C'est dans cette mesure que la recherche peut être à la fois créative et transformante. La dispersion, c'est aussi le temps perdu à des tâches qui n'ont de sens que dans une logique bureaucratique tatillonne amplifiée par la complexité de l'écosystème de recherche et d'enseignement supérieur. Le rapport remis par Philippe Gillet à la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en 2023 a instauré la simplification comme l'impératif du moment. Nous n'y parviendrons pas sans changement de paradigme, sans passer d'une logique du contrôle à une logique de la confiance, de la responsabilité et de l'initiative. C'est un défi majeur que nous devons aborder collectivement.

---

Pierre-Benoit Joly  
Président du centre Occitanie-Toulouse  
Délégué régional Occitanie



**Centre Occitanie-Toulouse**  
24, chemin de Borde Rouge  
CS 52627 - Auzeville  
31 326 Castanet-Tolosan CEDEX  
Tél. : +33 (0)5 61 28 50 28

Rejoignez-nous sur :



[www.inrae.fr/centres/occitanie-toulouse](http://www.inrae.fr/centres/occitanie-toulouse)

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



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**