

INRAE



**Rapport d'activité 2022
Centre Occitanie-Toulouse**



Couverture

Illustration de l'article « Une année tournée vers... la sobriété numérique » à lire page 12

Réalisée par Alice Varoquaux

INRAE
la science pour la vie, l'humain, la terre



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

Comité de rédaction Pierre-Benoit Joly, Nadia Vujkovic, Sandra Fuentes, Jacques-Eric Bergez, Stéphanie Bréhin, Zohra Bouamra-Mechemache, Éric Ceschia, Christine Citti, Floriane Clément, Frédérick Garcia, Hervé Guillou, Denis Milan, Mathieu Sperandio

Remerciements Armelle Barelli, Marianne Bayrou, Alice Bernard, Bouchra Bouabouch, Dominique Fournier, Yannis Lecomte, Christelle Raynaud

Conception graphique Studio graphique Ogham

Impression Delort imprimerie   10-31-2486

Crédits photos INRAE, weerapat1003- stock.adobe.com, CIRAD - R. Carayol, Waga Photos - Mélissa Cebti, Université de Toulouse, Pixabay, Wikimedia commons_Sjeanmarc, Freepik, Matthieu Arlat

Illustration pages 12 et 13 par Alice Varoquaux

Date de publication juin 2023

Le mot du Président



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



Sommaire

CHIFFRES-CLÉS 2022	6
CARTE D'IDENTITÉ DU CENTRE	7
TROIS AXES SCIENTIFIQUES	9
LES TEMPS FORTS 2022	10
UNE ANNÉE TOURNÉE VERS... LA SOBRIÉTÉ NUMÉRIQUE	12
DE LA SCIENCE, DES FEMMES ET DES HOMMES	14
REGARD SUR LA RECHERCHE	17
VIE DE CENTRE	18
DU CÔTÉ DES PARTENAIRES	19
UN CENTRE OUVERT SUR LE MONDE	21
ET DEMAIN...	22

Contribuer, par une recherche ouverte et responsable, aux transformations profondes de l'agriculture et de l'alimentation, représente un enjeu majeur du centre INRAE Occitanie-Toulouse.

Cette trajectoire a été suivie malgré une année jalonnée d'événements climatiques exceptionnels (gel de printemps, sécheresse estivale, températures moyennes élevées), de conflits internationaux et de crise énergétique.

Grâce à une dynamique collective, nous ambitionnons de transformer ces défis en opportunités. Notamment en questionnant l'impact environnemental et la « sobriété » de nos activités scientifiques, à travers la réalisation du premier plan de maîtrise énergétique du centre. L'objectif est de réduire structurellement notre consommation énergétique de 10 % dès 2023. Vous trouverez dans ce rapport nos réflexions et pistes d'actions sur les enjeux de la sobriété numérique.

La mobilisation du centre à l'expertise scientifique collective « Augmenter la diversité végétale des espaces agricoles pour protéger les cultures », montre l'importance accordée par l'institut au travail pluri et interdisciplinaire. Car il est indispensable aujourd'hui de conjuguer l'approche de différentes disciplines, pour contribuer à la résolution des problèmes auxquels les sociétés contemporaines sont confrontées.

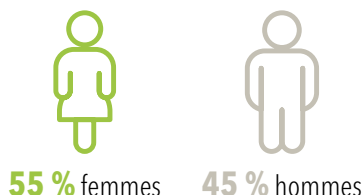
Autour des trois axes scientifiques du centre – la bioéconomie, les transitions agroécologiques et les approches One Health – la rétrospective de l'année 2022 illustre le dynamisme de nos chercheuses et chercheurs qui vivent avec passion cette aventure de la connaissance.

Très bonne lecture !

Pierre-Benoit Joly

Chiffres-clés 2022

LES FEMMES ET LES HOMMES



- > **688** titulaires INRAE dont près de 300 chercheurs et chercheuses
- > **522** agents contractuels INRAE
- > **839** personnels partenaires
- > **309** doctorantes et doctorants

ACTIVITÉS

678 publications
scientifiques (Web of Science)

71 brevets

- > **10** nouveaux brevets déposés
- > **22** déclarations d'inventions recherche et valorisation

331 contrats signés



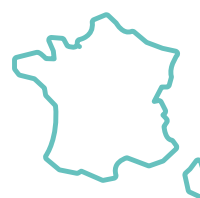
BUDGET



91,28 M€

> **18,95 M€**
de recettes contractuelles

INFRASTRUCTURES



10 implantations géographiques
+ 500 ha en biens propres
55 549 m² en surface bâtie



> **20 unités** consacrées
à la recherche

> **3 unités**
mixtes technologiques

> **15 plateformes**
et plateaux techniques

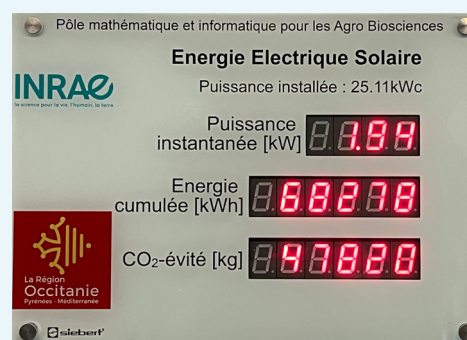
> **6 unités** d'appui
à la recherche



12,2 Gigawattheures

La cartographie énergétique du centre réalisée en 2022, sur la base des consommations de 2021, est le 1^{er} bilan de référence à maille fine établi par site, bâtiment et typologie de fluides. Avec une consommation totale de 12,2 GWh, le centre Occitanie-Toulouse représente 7,8 % de la consommation globale d'INRAE, dont 56 % d'électricité, 41 % de gaz et 3 % d'autres énergies (propane, butane et fuel).

Cette cartographie a servi de référence pour la réalisation du plan de maîtrise énergétique 2022 du centre, qui vise à réduire structurellement sa consommation énergétique de 10 % dès 2023. Ce plan vient s'inscrire dans une démarche globale de sobriété énergétique et de trajectoire bas carbone portée par l'Institut.



INRAE

BAS CARBONE

Organigramme 2022

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



Bioéconomie



Transitions agroécologiques



One health

Mathématiques et informatique appliquées Toulouse - MIAT

Sylvain JASSON

Toulouse school of economics - Recherche - TSE-R

CNRS - UT1 Capitole - EHESS
Arnaud REYNAUD

Agroécologie, innovations et territoires - AGIR

INP ENSAT - EI PURPAN
Laurent HAZARD

Comportement et écologie de la faune sauvage - CEFS
Hélène VERHEYDEN

Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers - DYNAFOR
INP ENSAT - EI PURPAN
Aude VIALATTE

Génétique physiologie et systèmes d'élevage - GenPhySE

INP ENSAT - ENVY
Juliette RIQUET

Unité expérimentale de La Fage - UE La Fage
Sara PARISOT

Génome et transcriptome plateforme génomique - GeT-PlaGe
Cécile DONNADIEU

Observatoire du développement rural - ODR

Thomas POMEON

Laboratoire de chimie agro-industrielle - LCA

INP ENSIACET
Sophie THIEBAUD-ROUX

Toulouse biotechnology institute - TBI

INSA - CNRS
Gilles TRUAN

Toulouse white biotechnology - TWB

INSA - CNRS
Jean-Luc BLANC

Unité expérimentale d'agroécologie et de phénotypage des cultures - UE APC
Gilles TISON

Laboratoire des interactions plantes microbes environnement - LIPME
CNRS
Laurent NOEL

Centre d'études spatiales de la biosphère - CESBIO

CNRS - UT3 Paul Sabatier - CNES - IRD
Mehrez ZRIBI

Centre national de ressources génomiques végétales - CNRGV
Arnaud BELLEC

Interactions hôtes-agents pathogènes - IHAP

ENVY
Jean-Luc GUERIN

Innovations thérapeutiques et résistances - InTheRes

ENVY
Alain BOUSQUET-MELOU

Institut de recherche en santé digestive - IRSD

Inserm - UT3 Paul Sabatier - ENVY
Nathalie VERGNOLLE

Toxicologie alimentaire - TOXALIM

INP EI PURPAN - ENVY - UT3 Paul Sabatier
Isabelle OSWALD

Unités d'appui à la recherche

Services déconcentrés d'appui à la recherche - SDAR

Stéphanie BREHIN

Solutions d'infrastructures informatiques et services - DSI INFRA

Jean Michel VANSTEENE

GIP GEVES Toulouse

Roland FUSER

Antenne département génétique animale - GA

Edwige QUILLET

Antenne département ECOSOCIO

Pierre DUPRAZ

Antenne département MathNum

Hervé MONOD

Unités mixtes technologiques

Pilotage de la santé de ruminants - PSR

INRAE - ENVY - IDELE

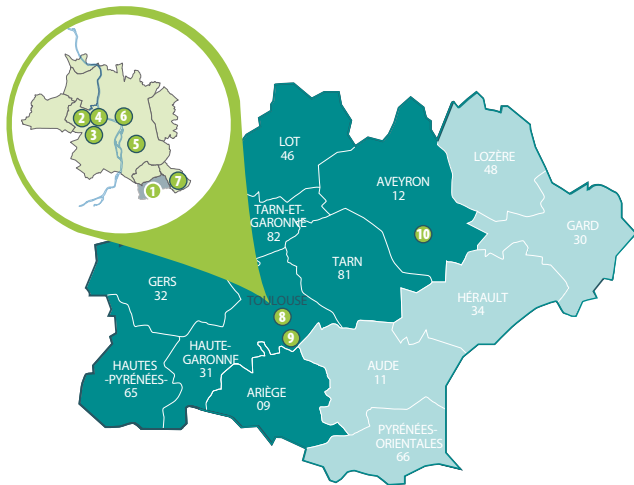
Génétique pour un élevage durable des petits ruminants - GpR

INRAE - IDELE

Pour une agriculture diversifiée valorisant les oléagineux et les légumineuses à graines - PACTOLE

INRAE - INP ENSAT - INP EI PURPAN - UT3 Paul Sabatier - Terres Inovia

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**.

Nos partenaires territoriaux



Répondre aux grands enjeux actuels



Un changement systémique dans les modes de production et de consommation

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

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

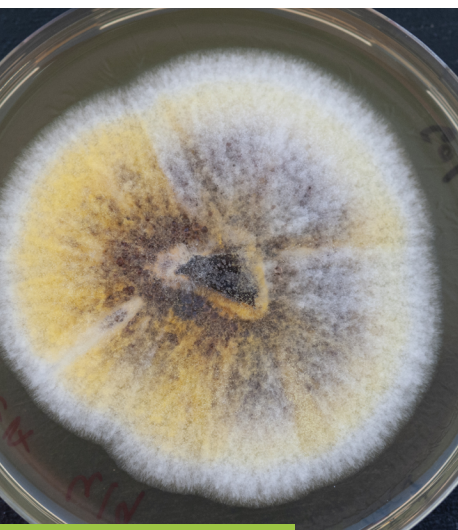


Une transition vers des systèmes alimentaires durables

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

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



Des approches intégrant santé humaine, santé animale et santé environnementale

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

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



83 % DU PATRIMOINE GÉNÉTIQUE DU VANILLIER ÉLUCIDÉ

En publiant la séquence de 83 % du génome du *Vanilla planifolia*, un consortium de recherche dont des scientifiques des laboratoires CNRGV*, GeT-PlaGe* et MIAT*, ouvre la porte à la création mieux ciblée et plus rapide de nouvelles variétés de vanilliers.

SENSIBILISATION AUX VIOLENCES SEXUELLES ET SEXISTES AU TRAVAIL

Cette sensibilisation organisée avec le CNRS Occitanie Ouest, l'Inserm et l'IRD, a été animée sous forme de théâtre forum permettant une prise de conscience et une implication des agents dans le but d'opérer des changements concrets dans les comportements.

12/04

06/05



LES ANIMAUX SAUVAGES FACE AU STRESS

L'exposition répétée à des facteurs de stress a des conséquences physiologiques, notamment sur le système immunitaire. Des travaux de recherche du laboratoire CEFS* ont montré que cette relation stress et immunité chez les chevreuils, variait en fonction des profils comportementaux.

25/05

01/01

LANCEMENT DE CLIENFARM

Ce projet financé par la commission européenne à hauteur de 12 millions d'euros et coordonné par le laboratoire AGIR*, a pour objectif de co-développer des solutions systémiques pertinentes au niveau local afin de parvenir à des exploitations agricoles durables, climatiquement neutres et résilientes à travers l'Europe.



15-16 /06

13^e CONFÉRENCE SUR L'ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT

Cet événement, organisé par le centre énergie et climat de TSE*, a présenté les avancées scientifiques sur la compréhension du marché énergétique et la conception des politiques environnementales et climatiques.

Les temps forts 2022

NUIT EUROPÉENNE DES CHERCHEUR.ES

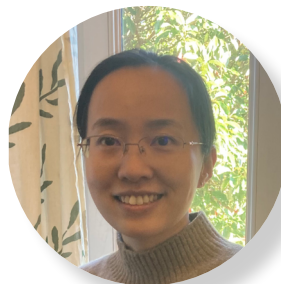
Génome des plantes, toxicologie alimentaire, biotechnologie, biodiversité... 14 scientifiques de 7 laboratoires du centre ont partagé le temps d'une soirée leur passion pour la recherche avec plus de 3 000 personnes.



JOURNÉES FRANCOPHONES DE NUTRITION

Toulouse a accueilli ce congrès francophone de référence qui a rassemblé près de 2000 spécialistes de la nutrition, professionnels de santé, scientifiques et industriels. Des scientifiques du laboratoire Toxalim* y ont présenté leurs derniers travaux.

30/09



27/10

JING JING LIU, LAURÉATE DU PRIX ECOANTIBIO

Doctorante au sein du laboratoire Intheres*, Jing Jing Liu reçoit le prix de recherche Ecoantibio 2022 pour ses travaux sur la destruction des biofilms de staphylocoques, jouant un rôle protecteur contre l'action des antibiotiques.

16-18 /11

30/08

5^e RÉUNION DES ACTEURS DES LABORATOIRES VIVANTS DES AGROÉCOSYSTÈMES (MEALL)

Organisée par INRAE et la direction des laboratoires vivants d'agriculture et agroalimentaire du Canada, cette rencontre a notamment permis d'échanger sur les enjeux de la participation pour la production de connaissances et l'action publique.

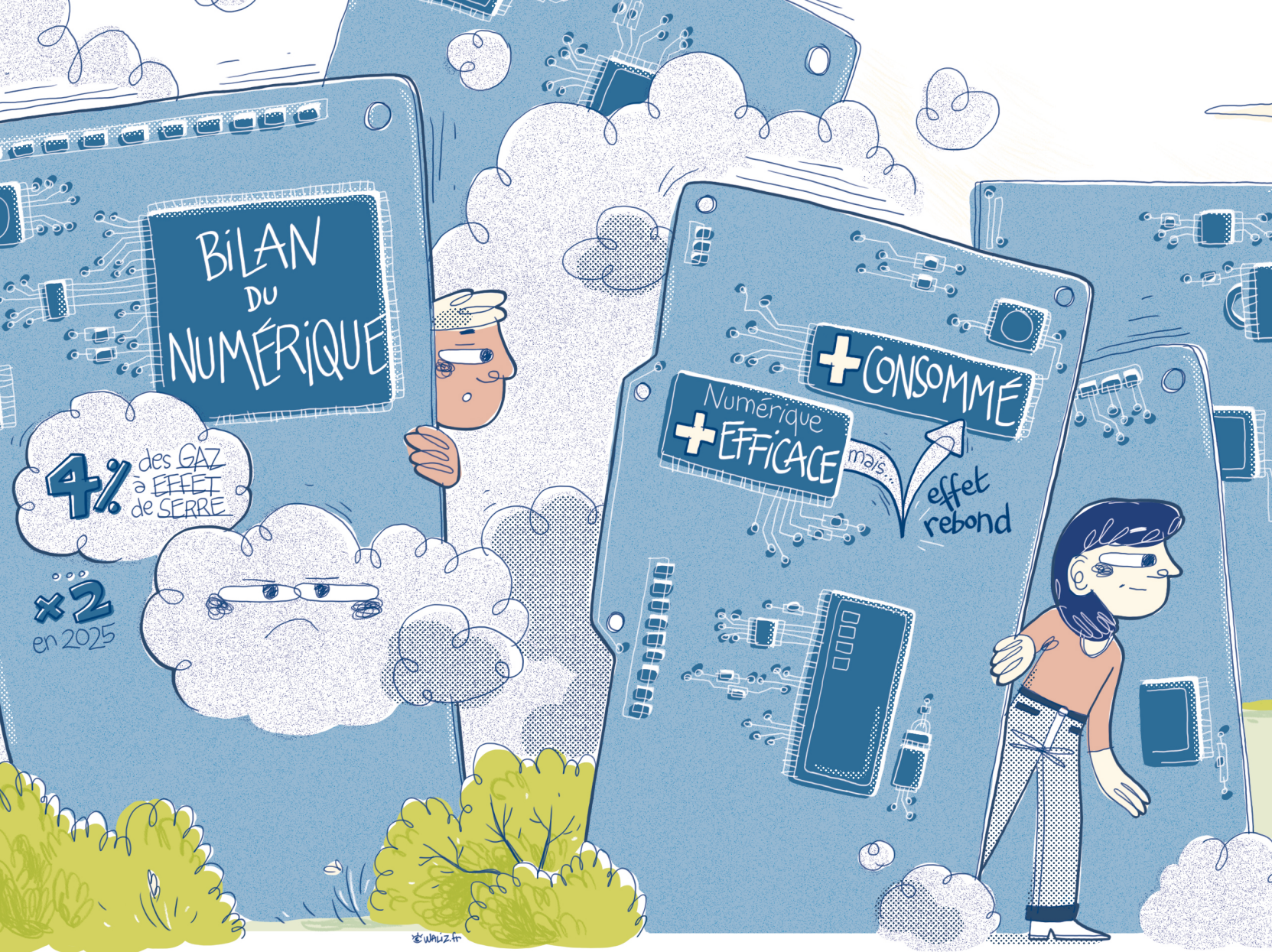
12/12

TOULOUSE WHITE BIOTECHNOLOGY FÊTE SES 10 ANS

En 10 ans, ce démonstrateur, avec une expertise allant de l'ingénierie biologique à la mise au point de procédés à l'échelle du pilote préindustriel, a accompagné 285 projets de recherche & développement et favorisé l'émergence de plusieurs start-ups.



*Voir le nom complet du laboratoire sur l'organigramme page 7



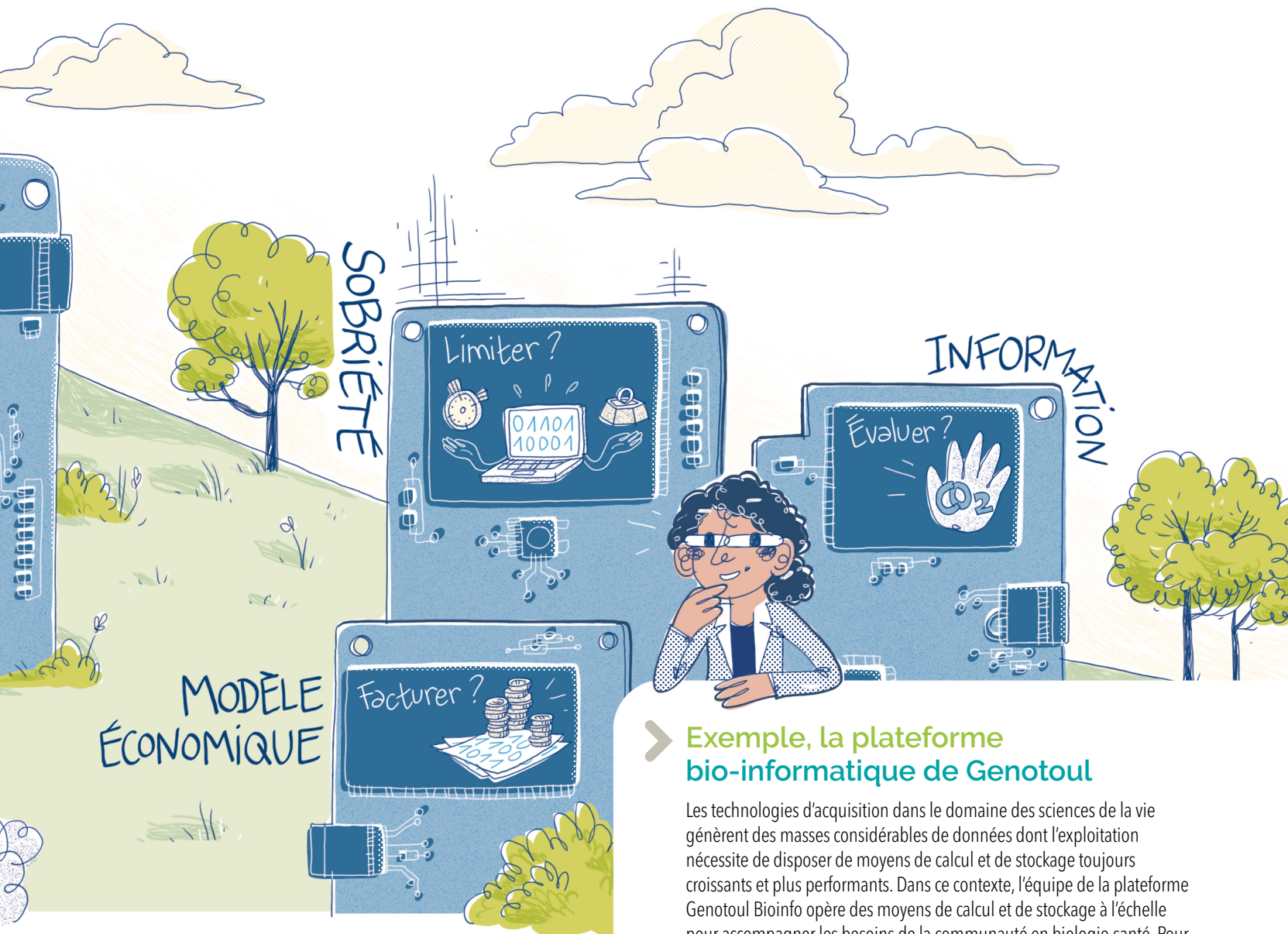
Une année tournée vers... la sobriété numérique

Entre bouleversements climatiques et crise énergétique, il est nécessaire de reconsidérer nos façons de produire, consommer, se déplacer... mais aussi de faire de la recherche. Parmi les nombreux sujets, celui de l'impact environnemental du numérique est un enjeu de premier plan.

➤ État des lieux

Aujourd'hui 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) et 2,5 % des émissions de la France, sont dues au numérique. D'ici 2025 ce chiffre pourrait doubler. Pourtant la recherche de l'efficacité et de l'optimisation des outils numériques est permanente et fait gagner de la ressource en temps, en énergie. Mais au lieu d'être préservé pour la planète ou les générations futures, ce gain est constamment réutilisé pour faire « plus » ou « autre ». C'est ce que l'on appelle l'effet rebond.

Le bilan énergétique du numérique est inquiétant, mais d'autres indicateurs environnementaux et sociétaux le sont tout autant. Les appareils électroniques sont composés de nombreux matériaux dont l'aluminium, le cuivre et autres métaux rares. Leur extraction engendre des conséquences dommageables pour l'environnement (destruction d'écosystèmes, pollution des sols, de l'eau, ...) mais aussi pour la société (travail des enfants, conflits armés, ...). Quant au recyclage, il ne permet pas de répondre à la demande car les besoins sont en croissance exponentielle et que le taux de recyclage de ces métaux reste faible.



➤ Comment agir ?

Les solutions technologiques peuvent améliorer la situation mais elles seront insuffisantes pour nous positionner sur des trajectoires durables. Il nous faut donc, aux niveaux individuel et collectif, adopter la sobriété comme valeur et l'intégrer comme norme sociale. Un véritable changement civilisationnel ! Il en va également de la responsabilité de nos recherches et de notre capacité à inclure cette problématique dès le départ, lors de la conception de nos activités. Il s'agit donc de changer les trajectoires en révisant nos usages, équipements ou infrastructures mais aussi nos comportements quotidiens. Et donc être attentifs et mettre en œuvre les recommandations pour limiter les flux de données, optimiser l'usage de la messagerie, ...

En recherche, l'essor des technologies numériques et notamment de l'intelligence artificielle a provoqué une augmentation des données collectées, sans forcément d'objectif final bien défini. Changer de modèle économique autour de la donnée en introduisant des contraintes comme la facturation permet de se poser les questions sur l'utilisation de ces données : est-ce que j'ai besoin de collecter tous ces paramètres ? Est-ce que l'outil de calcul est le bon ? Pendant combien de temps ai-je besoin de stocker ces données ?

➤ Exemple, la plateforme bio-informatique de Genotoul

Les technologies d'acquisition dans le domaine des sciences de la vie génèrent des masses considérables de données dont l'exploitation nécessite de disposer de moyens de calcul et de stockage toujours croissants et plus performants. Dans ce contexte, l'équipe de la plateforme Genotoul Bioinfo opère des moyens de calcul et de stockage à l'échelle pour accompagner les besoins de la communauté en biologie-santé. Pour informer et sensibiliser ses utilisateurs et utilisatrices, et responsables institutionnels à l'impact des activités de recherche nécessitant des moyens de stockage importants et/ou des calculs à grande échelle, l'équipe a mis en place plusieurs actions :

- l'établissement d'un seuil, en nombre d'heures de calcul par année, au-delà duquel la problématique étudiée et la solution de traitement mise en œuvre sont questionnées pour pouvoir poursuivre les calculs ;
- la contribution financière pour l'utilisation d'un espace de stockage au-delà de 1,5 téraoctet ;
- l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) du cluster de calcul sur la base des données de l'année 2019 : 5,50 g de CO₂e (équivalent carbone) par cœur.heure de calcul (unité de mesure d'un processeur) ;
- l'affichage, à la connexion de l'utilisateur, de sa consommation en nombre d'heures de calcul utilisées depuis le début de l'année et son équivalent carbone.

Allant de quelques heures jusqu'à plus d'un million d'heures par utilisateur, le nombre d'heures de calcul médian est de 1 000 par année. Sur la base de l'évaluation des GES réalisée, un utilisateur du cluster atteint son budget carbone annuel de 2 tonnes de CO₂e après 370 000 heures de calcul.

Au service de la connaissance



La diversité végétale, une solution agroécologique pour la protection des cultures

Mélanges variétaux, associations d'espèces, succession de cultures dans le temps, agroforesterie, haies et autres éléments semi-naturels du paysage... la diversité végétale concourt à diminuer les populations de champignons pathogènes, plantes adventives, insectes ravageurs qui vivent aux dépens des cultures, avec l'objectif de réduire voire de se passer des pesticides. Et cela sans perte de rendement. De nombreux verrous en amont et en aval des filières agricoles limitent le déploiement de ces stratégies de protection des cultures, mais les politiques publiques pourraient être un levier important pour inciter les agriculteurs et agricultrices à les adopter. Ce sont les principaux enseignements d'une expertise scientifique collective réalisée par INRAE à la demande des ministères en charge de l'agriculture, de la transition écologique et de la recherche. Cette synthèse interdisciplinaire est basée sur une analyse de la littérature scientifique mondiale : 1 900 références scientifiques dont 225 travaux de synthèse ont été analysés. Elle a mobilisé 32 experts et expertes agronomes, écologues, économistes, sociologues... de différents organismes de recherche, et 2 chargés de mission.

<https://www.inrae.fr/actualites/augmenter-diversite-vegetale-espaces-agricoles-protoger-cultures>



Stimuler le développement des racines du blé

Les rhizobiums sont des bactéries du sol capables d'établir une symbiose fixatrice d'azote avec les légumineuses. Bien qu'elles soient également connues pour favoriser la croissance des non-légumineuses, les études sur leurs associations avec les racines de blé sont rares. Des scientifiques du Laboratoire des interactions plantes - microbes - environnement (LIPME) ont identifié des souches de *Rhizobium leguminosarum symbiovar viciae* (Rlv) naturellement compétentes pour coloniser les racines de blé. Ils montrent que ces Rlv sont des bactéries endophytes de racines de blé, c'est-à-dire qu'elles accomplissent une partie de leur cycle de vie à l'intérieur de ces racines, mais qu'il existe une forte compétition entre différentes souches de Rlv pour la colonisation des racines de blé. Ils montrent également que les Rlv ont la capacité de modifier le développement racinaire du blé. Ces résultats suggèrent que le blé peut être un hôte alternatif pour ces rhizobiums par rapport aux légumineuses et contribuent à comprendre et/ou à concevoir des consortiums microbiens pour améliorer le rendement et la qualité du blé dans un contexte de réduction de l'utilisation d'intrants chimiques.

Claudia Bartoli, et al. *Rhizobium leguminosarum symbiovar viciae* strains are natural wheat endophytes that can stimulate root development, *Environ Microbiol*, 24, 11, 1462-2912

<https://doi.org/10.1111/1462-2920.16148>



"DES ÉLÈVES, DES TECHNICIENS ET DES BREBIS..."



Vendredi 17 juin 2022, l'unité expérimentale de La Fage a accueilli des classes d'écoles primaires dans le cadre des Journées Nationales de l'Agriculture (JNA) organisées par le ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. Cette unité située sur le Causse du Larzac (800 m d'altitude) dans la commune de Saint-Jean-et-Saint-Paul, est spécialisée dans la génétique, le bien-être, la santé et la robustesse des élevages ovins. L'occasion pour les élèves de découvrir le domaine et les recherches menées sur les ovins : 600 brebis laitières de race Lacaune et 350 brebis viande de race Romane - à travers différents ateliers : visite de la bergerie, salle de traite, des pâturages, pesée de brebis, ...

<https://www.inrae.fr/actualites/eleves-techniciens-brebis>





Étude de la diversité génomique des abeilles en France

L'abeille domestique est une espèce sociale organisée en colonies de plusieurs milliers d'individus. D'un point de vue génétique, la reine fondatrice d'une colonie s'accouple préalablement avec plusieurs mâles pour constituer un pool de spermatozoïdes qui sera utilisé tout au long de sa vie pour produire les individus de la colonie. La majorité de la colonie est constituée d'ouvrières diploïdes issues des fécondations et occasionnellement de quelques mâles haploïdes, issus d'un gamète non fécondé de la reine et dont le rôle est uniquement reproductif. En apiculture, les caractéristiques intéressantes pour la sélection sont principalement mesurées au niveau de la colonie, alors que la sélection est principalement effectuée au niveau de la reine. Il est donc essentiel de développer des méthodes qui permettent de génotyper une colonie à moindre coût. Pour cela, les scientifiques du laboratoire Génétique physiologie et systèmes d'élevage (Genphyse) ont développé de nouveaux modèles statistiques pour reconstruire le génotype de la reine fondatrice de la colonie à partir des données de séquençage d'un grand nombre d'ouvrières. Ces travaux présentent une base solide pour la caractérisation des types génétiques présents en France, tenant compte de particularismes régionaux ou de types de production, comme la gelée royale.

Eynard SE, Vignal A, Basso B, Canale, Tabet K, Le Conte Y, Decourtye A, et al. Reconstructing queen genotypes by pool sequencing colonies in eusocial insects : Statistical Methods and their application to honeybee. *Molecular Ecology Resources*. 2022 ; 22:3035-48

<https://doi.org/10.1111/1755-0998.13685>

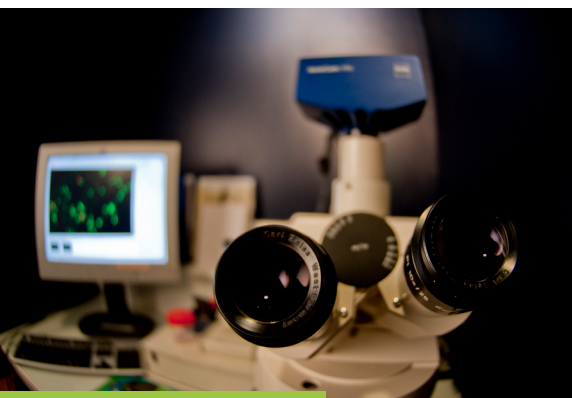


Dialogue microbiote intestinal – foie : impact du glyphosate

Des scientifiques du laboratoire Toxicologie alimentaire (Toxalim) ont montré que certaines protéines du foie reconnaissent des signaux issus du microbiote intestinal et les intègrent pour contrôler les voies de détoxification du foie, ainsi que les voies du métabolisme des lipides. Ces protéines, appelées des récepteurs nucléaires aux xénobiotiques, sont connues depuis longtemps en pharmacologie et toxicologie pour leur rôle dans la modulation de la toxicité des médicaments et des polluants. En complément, des données préliminaires ont révélé que le glyphosate impacte conjointement le microbiote intestinal et le foie des souris de laboratoire, et plus particulièrement les voies métaboliques contrôlées par ces récepteurs nucléaires aux xénobiotiques. L'ensemble de ces travaux a conduit, en 2022, à l'obtention d'un financement ANR pour le projet intitulé GADGET « Glyphosate, régimes alimentaires et génétique : interactions via le microbiote intestinal et effets sur la santé de l'hôte », coordonné par Sandrine Ellero-Simatos. L'objectif est de comprendre si le glyphosate pourrait impacter le métabolisme et le foie des souris, en modulant les signaux microbiens qui arrivent au foie. Et si les récepteurs nucléaires aux xénobiotiques jouent un rôle dans ce dialogue.

Barretto SA et al., The pregnane X receptor drives sexually dimorphic hepatic changes in lipid and xenobiotic metabolism in response to gut microbiota in mice, *Microbiome*. 2021 Apr 20 ; 9(1):93

<https://doi.org/10.1186/s40168-021-01050-9>





Comprendre l'apparition de nouveaux variants pour mieux lutter contre la grippe aviaire

La grippe - ou influenza - aviaire cause d'importantes pertes dans les élevages. Elle représente aussi un risque pour la santé humaine. Pour mieux lutter contre cette pathologie il est important de comprendre comment apparaissent de nouveaux variants. Les équipes du laboratoire Interactions hôtes-agents pathogènes (IHAP) ont testé l'hypothèse selon laquelle des interactions entre un variant hautement pathogène et un variant faiblement pathogène pouvaient moduler l'émergence de nouveaux variants hautement pathogènes. En effet, chez le poulet, il a été observé que le virus H5N8 faiblement pathogène augmentait la réplication et l'apparition d'état pathologique du virus hautement pathogène. Le contraire est observé chez les canards. Au contact du virus faiblement pathogène, les canards ont mis en place une réponse immunitaire innée plus puissante que les poulets, ce qui permet une inhibition du virus hautement pathogène. Ces résultats ont des implications importantes pour la prévention de l'émergence de virus de l'influenza aviaire hautement pathogènes. Ils montrent également que les interactions entre les variants viraux au sein de l'hôte sont des régulateurs importants de l'évolution des virus.

Pierre Bessièr et al. Opposite Outcomes of the Within-Host Competition between High- and Low-Pathogenic H5N8 Avian Influenza Viruses in Chickens Compared to Ducks; *J Virol.* 2022 Jan 12; 96(1):e0136621

<https://doi.org/10.1128/JVI.01366-21>



Deep learning: du Sudoku au design de protéines

La conception de protéines par informatique (computational protein design) a produit des résultats d'intérêt majeur pour l'ingénierie de nouvelles protéines, qui a donné lieu à une grande variété d'applications (design d'anticorps, recyclage de plastique, ...). Au cours des dernières années, des efforts ont été déployés pour remplacer ou améliorer les méthodes de conception existantes à l'aide de la technologie du deep learning (littéralement "apprentissage profond") afin d'extraire de l'information des données de protéines existantes. À partir d'une preuve de principe obtenue sur la résolution de grilles de Sudoku, combinant harmonieusement systèmes d'apprentissage et de raisonnement automatique, des scientifiques des laboratoires Mathématiques et informatique appliquées Toulouse (MIAT) et Toulouse biotechnology institute (TBI) ont exploité son analogie avec le design de protéines. Vu comme un « casse-tête » où il est question de placer des atomes dans l'espace, l'apprentissage de modèles de protéines conduit à apprendre ses « règles du jeu » qui peuvent ensuite être utilisées par raisonnement automatique pour concevoir de nouvelles protéines.

Revue "Protein Design with Deep Learning" par Marianne Defresne, Sophie Barbe, Thomas Schiex, *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22(21), 11741; <https://doi.org/10.3390/ijms222111741>

Scalable Coupling of Deep Learning with Logical Reasoning. M. Defresne, S. Barbe, T. Schiex. *Proc. of the Thirty-second International International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI'2023.* Macau. S.A.R



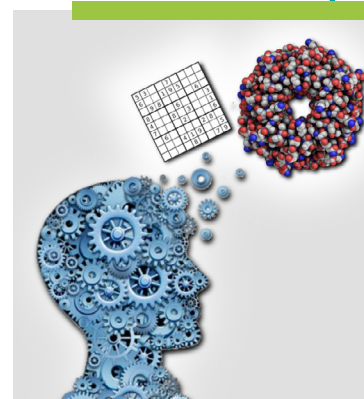
Fermentation solide de coproduits agroalimentaires: analyse des avantages environnementaux

La technique ancestrale de fermentation apparaît aujourd'hui comme l'une des voies possibles pour répondre à certains enjeux alimentaires et environnementaux. La fermentation solide notamment pourrait constituer un levier pour mieux valoriser les coproduits agroalimentaires. Dans ce cadre, des scientifiques du Toulouse biotechnology institute (TBI) ont utilisé une méthode d'analyse du cycle de vie pour évaluer l'impact environnemental de cette technologie. Ces résultats pionniers montrent que si elle est possible, la valorisation par fermentation solide pour l'alimentation humaine permet une nette réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle permet aussi la sauvegarde des ressources en terres arables et en eau douce. À l'heure où de plus en plus d'usages concurrentiels des bioressources émergent, la mise en place d'ACV standardisées et adaptées aux nouvelles filières de valorisation permettrait leur intégration dans la boîte à outils décisionnelle.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de la chaire INRAE de professeur junior de Lorie Hamelin (TBI), dont l'objectif est de soutenir les transitions durables et intelligentes vers les économies de demain à faible empreinte carbone fossile.

Javourez U., Rosero Delgado E.A., Hamelin L. et al. (2022) Upgrading agrifood co-products via solid fermentation yields environmental benefits under specific conditions only. *Nat Food.*

<https://doi.org/10.1038/s43016-022-00621-9>



Vous avez dit « interdisciplinarité » ?

Par Pierre-Benoit Joly

On se souvient que le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) a reçu le prix Nobel en 2007. Mais qui se souvient qu'il s'agissait du Prix Nobel de la paix et pourquoi ce Nobel-là et non un prix scientifique ?

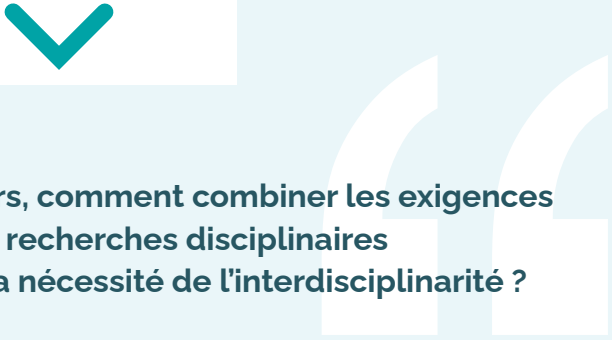
La réponse est simple : les prix Nobel scientifiques sont remis à des individus pour leur contribution exceptionnelle dans les domaines disciplinaires désignés par Alfred Nobel dans son testament (chimie, physique, physiologie ou médecine). Donc, pas de place pour les collectifs ni pour l'interdisciplinarité ! Autre exemple de la faible reconnaissance de l'interdisciplinarité. L'Academic Ranking of World Universities (ARWU), plus connu sous le nom « classement de Shanghai » établit le classement des universités à partir de critères exclusivement disciplinaires, ce qui renforce le fait disciplinaire compte tenu de l'influence de ce dispositif sur les politiques publiques.

Entre injonction et spécialisation

Pourtant, l'injonction à l'interdisciplinarité a une place de choix dans les politiques de recherche et les orientations stratégiques des grandes institutions de recherche. Il apparaît en effet à l'évidence que, si l'on ambitionne de contribuer à la résolution de problèmes auxquels les sociétés contemporaines sont confrontées, il est essentiel de conjuguer l'approche de différentes disciplines, voire de développer des approches qui combinent les concepts et méthodes de ces disciplines. De longue date, les questions environnementales sont parmi celles qui ont fait l'objet de recherches interdisciplinaires. Rien d'étonnant si l'on songe à la complexité de ce que l'on appelle aujourd'hui les « systèmes socio-écologiques ».

L'évolution du climat en est un bon exemple. Le nombre de disciplines qu'il est nécessaire de mobiliser et d'intégrer pour comprendre le phénomène et pour prédire son évolution est considérable. Il faut ajouter que le degré élevé d'intégration propre à l'interdisciplinarité (par opposition à la pluridisciplinarité qui se suffit d'un assemblage de connaissances hétérogènes) a des effets générateurs. Un seul exemple encore lié à l'évolution du climat : pas de possibilité de connaître le rôle potentiel des puits de carbone sans spécialistes des cultures et des sols. Mais le concept lui-même de « puits de carbone » n'aurait pas existé sans un lien avec les recherches sur le climat et avec une meilleure connaissance des cycles bio-géo-chimiques.

Pour autant, l'influence des disciplines sur la recherche ne cesse d'augmenter avec le double-mouvement d'une croissance importante des connaissances et de l'augmentation de l'hyperspécialisation. C'est au sein des disciplines que l'on retrouve les communautés de pairs qui jouent un rôle crucial pour l'évaluation de la qualité des recherches et pour le partage des connaissances.



Alors, comment combiner les exigences des recherches disciplinaires et la nécessité de l'interdisciplinarité ?

Problématiser et conceptualiser

Même si la question a été travaillée de longue date, il n'existe pas de réponse unique et définitive. Faire une recherche entre disciplines comporte deux exigences. En premier lieu, un travail de problématisation commun : définir ensemble ce qui fait problème et quelles sont les différentes solutions envisageables. Deuxièmement, faire un travail d'intercompréhension des concepts et théories et des méthodologies.

Le partage d'objets frontières, par exemple des bases de données, des sites d'observation ou encore des modèles, peut faciliter la coopération. Ce travail épistémologique et méthodologique peut générer des nouveaux concepts, comme indiqué plus haut. Tout cela prend du temps, mais ce temps et ces efforts sont indispensables pour dépasser un simple travail pluridisciplinaire qui procède par simple addition de disciplines.

Les difficultés sont plus ou moins élevées et sont fonction de la distance épistémologique. Toute chose égale par ailleurs, la difficulté sera d'autant plus grande que l'on cherche à conjuguer approches qualitatives et quantitatives, ou plus fondamentalement, sciences expérimentales et sciences historiques. Mais de nombreux exemples de recherches sur les systèmes socio-écologiques montrent qu'une telle ambition n'est pas vaine. Et l'on peut même aller plus loin en soulignant que l'histoire longue de l'INRA, aujourd'hui INRAE, révèle l'importance et la fécondité de telles recherches, notamment celles sur les systèmes agraires.

Sans doute l'aptitude à réaliser des recherches interdisciplinaires dépend-elle de la capacité à penser hors de la boîte, ce qui passe par la connaissance et la reconnaissance de la pluralité épistémologique. C'est-à-dire du fait qu'il existe une diversité des formes de production de connaissances scientifiques. Cette capacité pourrait être promue par une éducation renforcée en histoire, philosophie et sociologie des sciences.

Schéma de centre : une nouvelle feuille de route

Issu d'un travail collectif qui a impliqué les services d'appui à la recherche, le conseil de centre et les directions d'unité, le centre a adopté en 2022 son nouveau schéma stratégique. D'une durée de 5 ans, ce document constitue la feuille de route du président de centre et de ses équipes en matière d'appui aux activités scientifiques des unités de recherche. Il dresse la carte d'identité du centre INRAE Occitanie-Toulouse à travers ses effectifs, ses structures, son budget et ses productions scientifiques. Il décline la stratégie de l'institut qu'il alimente en retour par ses ambitions, ses projets et ses expérimentations, à l'échelle du territoire. Il définit la dynamique des services d'appui et fixe les chantiers prioritaires donnant du sens au collectif et à la vie collective.

Au cœur de ces chantiers, la mise en place d'actions transformatrices pour répondre aux grands enjeux de la responsabilité sociétale et environnementale (RSE) représente un axe transversal pour l'ensemble des activités du centre. Objectif : mettre en place une organisation et une méthode de travail efficaces sur le long terme pour déployer le plan d'actions RSE. Celui-ci vise à atteindre les objectifs du développement durable, en mobilisant le collectif dans tous les domaines : environnement, social, économie, éthique.



**RESPONSABILITÉ
SOCIÉTALE ET
ENVIRONNEMENTALE**

Une vie collective : les Tolosanes



L'Association pour le développement des activités sociales (ADAS) du personnel d'INRAE propose et met en place des actions à caractère social, culturel et sportif afin notamment de favoriser le lien et l'esprit collectif entre les agents de l'institut (actifs et retraités), mais aussi au sein de la famille. Au centre Occitanie-Toulouse, la section locale de l'ADAS présidée par Jérôme Juille, compte 715 membres. Elle propose une trentaine d'activités allant du rugby-flag au yoga, en passant par l'art floral et l'apiculture. Des sorties culturelles et touristiques sont également organisées au fil de l'année.

En 2022, l'événement phare « Les Tolosanes » a pu de nouveau être organisé après plusieurs années d'interruption. Ce rendez-vous incontournable pour la vie du collectif a réuni plus de 600 personnes. Au programme : vin d'honneur pour le 50^e anniversaire du centre, déjeuner champêtre et tournoi par équipe dans l'après-midi. À travers 15 épreuves, allant de la plus intellectuelle à la plus sportive, les équipes se sont affrontées dans une ambiance amicale et festive.

Le projet TIRIS, lauréat de l'appel à projets ExcellenceS

Le projet TIRIS, Toulouse Initiative for Research's Impact on Society, rassemble la communauté d'enseignement supérieur et de recherche toulousaine autour d'un objectif commun : mobiliser les excellences scientifiques pour accompagner les transitions et ainsi contribuer à la construction du monde de demain. Sa labellisation « ExcellenceS sous toutes ses formes », annoncée par la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche Sylvie Retailleau, en juillet 2022, est une réussite collective pour le site toulousain et une étape importante vers la reconnaissance d'une grande université de recherche.

Le projet a l'ambition de créer une « excellence de demain » plus riche, plus forte et plus intégrée, structurée autour de trois enjeux majeurs pour nos sociétés et piliers des activités académiques du site :

- accélérer les transitions vers des pratiques ou des comportements durables : mobilité, énergie, ressources et mutations industrielles ;
- appréhender les changements globaux et leurs impacts sur les sociétés ;
- comprendre et favoriser la vie en bonne santé et le bien-être.

Pour impulser ces nouvelles façons de travailler ensemble et agir pour les transitions au-delà des frontières disciplinaires, TIRIS déploiera quatre programmes d'actions ciblées en recherche et en formation, pour soutenir l'innovation et pour favoriser l'implication des citoyens.



Michael Toplis

président de l'Université de Toulouse



« La mobilisation du centre INRAE Occitanie-Toulouse est une richesse pour le projet TIRIS pour au moins deux raisons. D'une part, les thématiques des axes stratégiques du centre (bioéconomie, transitions agroécologiques et santé globale) sont au cœur des piliers de TIRIS. D'autre part, le centre INRAE est un acteur majeur de l'interdisciplinarité et de la question des impacts de la recherche, qui sont deux enjeux forts de TIRIS. »

<https://www.univ-toulouse.fr/actualites/projet-tiris-laurat-de-appel-projets-excellences>

FILEG, l'association de la filière des légumineuses à graines

Les acteurs économiques, l'État, l'agence de l'eau Adour-Garonne et la Région Occitanie sont mobilisés depuis 2017 autour du projet territorial **FILEG**. Coordonnée par Terres Inovia pour structurer une filière de légumineuses à graines durable et créatrice de valeurs en Occitanie, ils ont créé l'association « FILEG - filière légumineuses à graines » en mars 2022. Sa vocation est d'augmenter l'indépendance de la France et de l'Occitanie en protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale, mais aussi de répondre au plan d'adaptation au changement climatique en proposant une agriculture diversifiée et résiliente préservant l'environnement.

Membre historique associé à la démarche FILEG au travers de différentes expertises et comités de travail, INRAE Occitanie-Toulouse accompagne désormais l'association FILEG comme membre du comité d'innovation. Cette dernière, en réunissant les différentes parties prenantes de la filière légumineuses en Occitanie, constitue un partenaire privilégié de la recherche afin d'accompagner un développement durable des légumineuses.





Gestion durable de l'eau dans le Sud-Ouest

Dans le bassin Adour-Garonne, l'agriculture représente près de 70 % de prélèvements d'eau en période d'étiage, lorsque le niveau d'eau est au plus bas. C'est pourquoi la collaboration renforcée entre l'Agence de l'eau Adour-Garonne et INRAE, à travers la signature d'une convention cadre lors du salon international de l'agriculture en 2022, vise à mettre au point des politiques adaptées de gestion durable et équitable de l'eau.

Au centre INRAE Occitanie-Toulouse, l'Agence de l'eau Adour-Garonne finance le **projet COTERRA** « Repenser les collectifs agricoles dans leurs territoires pour plus d'autonomie » impliquant les laboratoires Dynamique et écologie des paysages agriforestiers (DYNAFOR) et Agroécologie, innovations, territoires (AGIR).

À l'échelle de l'Occitanie, le défi clé « Water Occitanie » rassemble les acteurs publics et privés de la filière dans l'objectif d'apporter des solutions locales de réutilisation des eaux (Reuse) et d'étudier leurs conséquences sur le grand cycle de l'eau, en s'appuyant sur des territoires d'expérimentation en région. Le laboratoire Toulouse biotechnology institute (TBI) participe au projet Woc WoD visant à évaluer la filtration dynamique d'eaux usées brutes pour la Reuse.



Un partenariat unique pour une approche intégrée de la santé des ruminants

Piloter la santé des ruminants en s'appuyant sur la mutualisation et la complémentarité des compétences, en utilisant des moyens de diagnostics innovants pour détecter précocement des altérations de la santé afin d'assurer leur bien-être, tels sont les objectifs de l'unité mixte technologique « pilotage de la santé des ruminants ». Portée par l'Institut de l'élevage, l'École nationale vétérinaire de Toulouse et INRAE avec le laboratoire Interactions hôtes-agents pathogènes (IHAP), l'UMT Pilotage de la santé des ruminants (PSR) propose une entrée unique et reconnue en recherche et développement pour ses différents interlocuteurs des secteurs publics et privés.

Les enjeux de la santé des ruminants répondent aux évolutions sociétales et aux contraintes économiques, sociales et environnementales auxquelles sont confrontées les exploitations. Dans ce contexte, les nécessaires innovations en matière de gestion sanitaire reposent sur le développement d'approches transversales pluridisciplinaires prenant en compte les interactions entre les agents pathogènes, l'animal, l'humain et leur environnement.

<https://www.inrae.fr/actualites/parteneriat-unique-approche-integree-sante-ruminants>



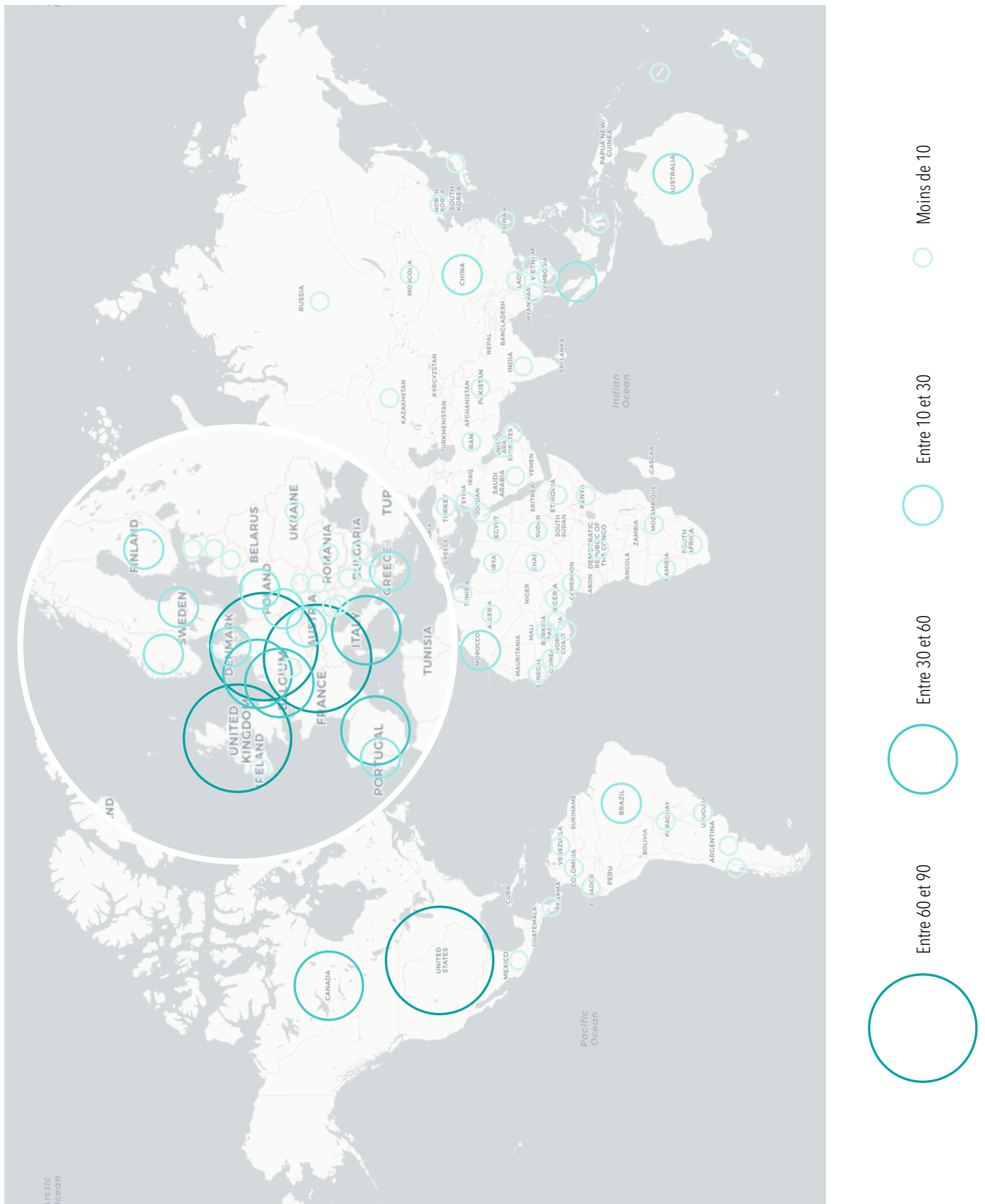
La métabolomique au service de la thérapie cellulaire

L'équipe Métabolisme et xénobiotique du laboratoire de Toxicologie alimentaire (Toxalim) est partenaire du projet Opti-Stem 2 pour son expertise en métabolomique, champ puissant d'étude et de caractérisation du vivant. Le projet porte sur le développement de différents outils dans le but d'optimiser la production de cellules souches mésenchymateuses (CSM) à des fins thérapeutiques, à grande échelle et à coûts réduits par rapport aux bioprocédés actuels. Les scientifiques de Toxalim apportent leurs compétences dans l'identification et la modélisation de voies métaboliques des CSM et l'intégration des données pour mettre en évidence des paramètres prédictifs de la qualité des cellules produites.

Ce projet, regroupant un consortium français mené par Cell Easy, a obtenu en février 2022 un financement de 7 M€ de l'État français et de Bpifrance et 800 k€ de la Région Occitanie pour démocratiser l'accès à la thérapie cellulaire en France et en Europe. Il s'intègre dans le cadre de la stratégie d'accélération « biothérapies et bioproduction de thérapies innovantes » lancé par le gouvernement.



Nos collaborations internationales



Données issues de la collection HAL du centre INRAE Occitanie-Toulouse (publications, thèses, posters, ouvrages, ...) pour l'année 2022

Et demain...



« Papillon » photo lauréate du concours photos des Tolosanes 2022 sur le thème du mouvement ©Matthieu Arlat

L'année 2022 restera marquée par l'invasion de l'Ukraine par la Russie et le retour de la violence institutionnalisée en Europe. Elle nous rappelle la fragilité de l'ordre international des démocraties libérales mais aussi la force de la mobilisation d'un peuple qui lutte pour sa liberté. Cette année fut aussi marquée, sur le territoire français, par des événements climatiques extrêmes qui confirment, hélas, les prévisions des experts des évolutions climatiques.

Ce contexte renforce notre détermination collective à agir pour prendre soin du monde qui vient. Dans le cadre de la stratégie INRAE 2030 adoptée en janvier 2020, il est impératif de mobiliser la recherche pour répondre aux grands défis et accélérer les transitions vers des systèmes agricoles et alimentaires plus durables, plus résilients, plus sobres et plus solidaires.

Parallèlement, sous la houlette de Stéphanie Bréhin, directrice des services d'appui, le centre s'est doté d'un schéma stratégique novateur et ambitieux qui fixe le cap pour améliorer encore l'efficacité des services d'appui au service de la recherche.

Le centre INRAE Occitanie-Toulouse bénéficie d'un écosystème de recherche et d'enseignement supérieur d'une qualité exceptionnelle. Avec TIRIS comme projet pilote d'une stratégie de recherche collective et vecteur de transformation institutionnelle, Toulouse se remet sur la trajectoire des grandes universités de recherche. Beaucoup reste à faire mais le travail réalisé ces trois dernières années commence à porter ses fruits. Nous devons aussi renforcer nos relations avec les acteurs socio-économiques et associatifs du territoire. Ce rapport annuel montre que des partenariats importants ont été noués. Cette dynamique devra être renforcée.

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



Centre Occitanie-Toulouse
24, chemin de Borde Rouge
CS 52 627 - Auzeville
31 326 Castanet-Tolosan CEDEX
Tél. : +33 (0)5 61 28 50 28

Rejoignez-nous sur:



www.inrae.fr/centres/occitanie-toulouse

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE