



INRAE



Rapport d'activité 2021 Centre Occitanie-Toulouse



Photo de couverture

Exposition «Femmes & hommes de science, 50 ans de recherche au centre INRAE Occitanie-Toulouse»

Crédits photos

Waga Photos - Mélissa Cehti, Christophe Maître, Gilles Cattiau & tous les photographes improvisés, témoins de l'histoire du centre depuis 1970.



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

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



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-Éric Bergez, Stéphanie Bréhin, Zohra Bouamra-Mechemache, Martine Bouissou-Matet, Éric Ceschia, Christine Citti, Floriane Clément, Frédérick Garcia, Hervé Guillou, Denis Milan, Mathieu Sperandio

Remerciements Christine Barbace, Armelle Barelli, Bouchra Bouabouch, Bastien Dailloux, Dominique Fournier, Yannis Lecomte

Conception graphique Studio graphique Ogham

Impression Delort imprimerie   PEFC 10-31-2486

Crédits photos INRAE / Pixabay / UFTMP / Mélanie Roy / Adelaide Maisonlabe / Nuuk Photographie / TTT / Waga Photos / Dominique Viet - CRT Occitanie

Date de publication Juin 2022

Le mot du Président



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

Sommaire

CHIFFRES-CLÉS 2021	6
CARTE D'IDENTITÉ DU CENTRE	7
TROIS AXES SCIENTIFIQUES	9
LES TEMPS FORTS 2021	10
UNE ANNÉE TOURNÉE VERS... LES 50 ANS DU CENTRE	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

Étudier l'agriculture, l'alimentation et l'environnement à différentes échelles, de la molécule aux socio-écosystèmes, afin de produire des connaissances, innover et développer de nouveaux outils, tels sont les grands objectifs des recherches du centre INRAE Occitanie-Toulouse.

Ceux-ci s'inscrivent naturellement dans le plan stratégique INRAE 2030, résumé par la formule « Partageons la science et l'innovation pour un avenir durable », qui fixe le cap pour les dix années à venir à travers cinq orientations scientifiques et trois orientations de politique générale. Au niveau du centre Occitanie-Toulouse, les Territoriales 2021 ont été l'occasion de redéfinir les grandes priorités de recherche qui s'inscrivent dans le cadre de trois axes stratégiques : transitions agroécologiques, approches One Health, bioéconomie. Ces priorités s'appuient sur des atouts assez exceptionnels en matière d'infrastructures de recherche et d'approches transversales en math-info et technologies numériques.

À travers ce tout premier rapport d'activité de centre, vous pourrez retracer le fil de l'année 2021 encore rythmée par la pandémie de la Covid-19, mais riche de projets scientifiques, partenariaux et immobiliers.

Parmi les événements, le colloque « Construire l'avenir, prendre soin du futur - Quelles responsabilités de la recherche ? » a permis de clôturer le cinquantenaire du centre et de s'interroger sur les formes de production des connaissances et sur leurs usages, sur ce que signifie être expert et sur nos contributions aux débats publics.

Très bonne lecture !

Pierre-Benoit Joly

Chiffres-clés 2021

LES FEMMES ET LES HOMMES



55% femmes



45% hommes

- **697** titulaires INRAE dont plus de 200 chercheurs et chercheuses
- **586** agents contractuels INRAE
- **814** personnels partenaires
- **324** doctorantes et doctorants

ACTIVITÉS

759 publications
scientifiques (Web of Science)

67 brevets

- **4** nouveaux brevets déposés
- **20** déclarations d'inventions recherche et valorisation

470 contrats



BUDGET

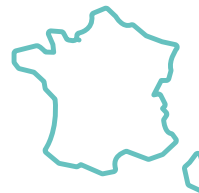


91,11 M€

➤ **20,29 M€**

de recettes contractuelles

INFRASTRUCTURES



10 implantations géographiques
+ 500 ha en bien propre sur une surface foncière exploitée d'environ 600 ha, pour une surface bâtie de 55 549 m²



➤ **20 unités** consacrées à la recherche dont 12 unités mixtes

➤ **3 unités** mixtes technologiques

➤ **15 plateformes** et plateaux techniques

➤ **6 unités** d'appui à la recherche



3,5 M€

pour la rénovation énergétique du centre

Dans le cadre du plan de relance financé par le gouvernement, le centre s'est vu attribuer une enveloppe exceptionnelle de 3,57 millions d'euros sur les 12,8 obtenus par l'institut pour financer des projets de rénovation thermique de ses bâtiments. Ce sont 12 opérations qui vont être menées d'ici le 31 décembre 2023 et qui concernent les sites d'Auzeville-Tolosane, Saint-Martin-du-Touch et le domaine de La Fage.



En 2021, trois opérations ont été menées à terme :

- **rénovation de la chaufferie** centrale et du réseau de chaleur du site d'Auzeville-Tolosane ;
- **1^{re} phase de rénovation thermique** globale des bâtiments prioritaires ;
- **1^{re} phase de mise en place de panneaux photovoltaïques** pour autoconsommation.

Organigramme 2021

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
Clélia SIRAMI

Génétique physiologie et systèmes d'élevage - GenPhySE
INP ENSAT - ENVT
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
Sonia VAUTRIN

Interactions hôtes-agents pathogènes - IHAP
ENVT
Jean-Luc GUERIN
Innovations thérapeutiques et résistances - InTheRes
ENVT
Alain BOUSQUET-MELOU
Institut de recherche en santé digestive - IRSD
Inserm - UT3 Paul Sabatier - ENVT
Nathalie VERGNOLLE
Toxicologie alimentaire - TOXALIM
INP EI PURPAN - ENVT - 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

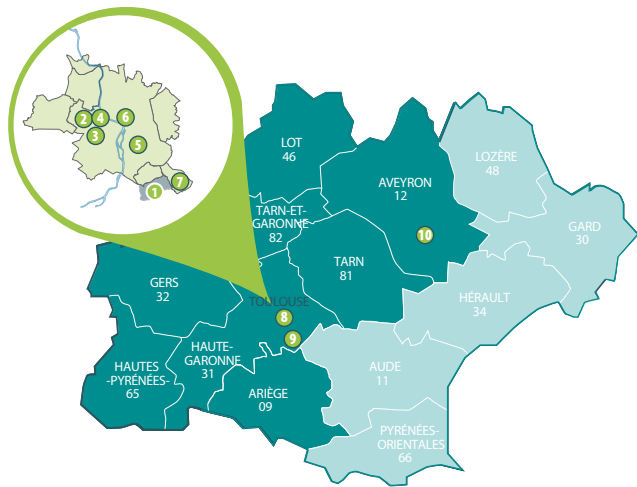
Unités mixtes technologiques

Pilotage de la santé de ruminants - PSR

Génétique pour un élevage durable des petits ruminants - GpR

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

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



Trois axes stratégiques en réponse 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

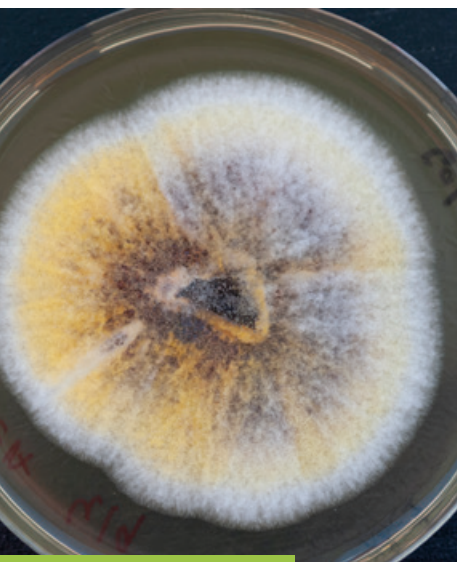


Une transition vers des systèmes alimentaires durables

➤ 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 ses contaminants, antibiorésistances, maladies infectieuses, exposome, interface, faune sauvage, animaux domestiques, humains



**PREMIER JEU-CONCOURS
DU DICTIONNAIRE
D'AGROÉCOLOGIE**

Résilience, sobriété, agriculture à énergie positive, prophylaxie, conservation de la biodiversité, design agroécologique, traitements alternatifs des maladies en élevage, sont les 7 termes du domaine de l'agroécologie qui ont été définis par des élèves, des étudiantes et étudiants.

02/02

04/03



**VISITE DE JULIEN DENORMANDIE,
MINISTRE DE L'AGRICULTURE,
DE L'ALIMENTATION
ET DE LA FORÊT**

Cette rencontre fut l'occasion de présenter l'innovation au service des agriculteurs à travers l'approche systémique des exploitations d'élevages herbivores du laboratoire agroécologie, innovations et territoires (AGIR) et le phénotypage végétal de l'unité expérimentale d'agroécologie et de phénotypage des cultures.

18/01

**DEUX ÉQUIPEMENTS
STRUCTURANTS LAURÉATS DU
PROGRAMME D'INVESTISSEMENTS
D'AVENIR 3 (PIA3) EQUIPEX+**

ALADIN vise à accélérer le développement de biocatalyseurs pour la biotechnologie industrielle et MetEx+ à étudier le métabolisme à toutes les échelles de complexité biologique, allant des populations aux cellules individuelles.



09/04

**INRAE ET PLANET®
S'ASSOCIENT POUR CRÉER
LE PREMIER INDICATEUR
MONDIAL D'ÉVOLUTION DU
STOCK DE CARBONE DANS LES
SOLS AGRICOLES**

Basée sur les recherches d'une équipe d'INRAE du centre d'études spatiales de la biosphère (CESBIO), la construction de l'indicateur SOCCROP permettra d'observer dans quelles régions du monde l'augmentation de la durée de couverture végétale des sols cultivés se développe ou régresse.

07/05

**CARTOGRAPHIER LES MIGRATIONS
DES ONGULÉS POUR MIEUX LES
PROTÉGER : VERS LE TOUT PREMIER
ATLAS MONDIAL**

INRAE, avec le laboratoire comportement et écologie de la faune sauvage (CEFS), le CNRS et l'OFB participent au lancement de l'initiative mondiale sur la migration des ongulés, en partenariat avec la Convention des Nations Unies sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage.



Les temps forts 2021

**VISITE À L'UNITÉ EXPÉRIMENTALE DE LA FAGE,
DE LA MINISTRE FRÉDÉRIQUE VIDAL**

En déplacement dans l'Aveyron, la ministre de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, s'est rendue au domaine expérimental de La Fage rattaché à notre centre pour échanger sur les enjeux de la recherche en agronomie et en élevage ovin en particulier.



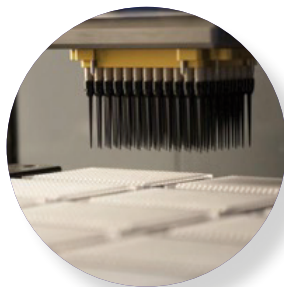
15/07



LE LABORATOIRE TOULOUSE WHITE BIOTECHNOLOGY ACCUEILLE LA START-UP AVIWELL

À travers sa plateforme exclusive de découverte du microbiome pilotée par l'intelligence artificielle, la start-up vise à améliorer de façon significative la croissance et la santé animale dans un environnement naturel, éthique et durable.

23/06



UN TRAÇAGE DES VARIANTS DU SARS-COV-2 EN OCCITANIE

INRAE, à travers sa plateforme génome et transcriptome (GeT-PlaGe) de haut débit, et le CHU de Toulouse ont collaboré dans le cadre d'un suivi épidémiologique en appui aux acteurs publics de la région toulousaine, en séquençant plus de 5 000 échantillons pour suivre l'évolution des différents variants du SARS-CoV-2.

14/09

SCIENCES POUR TOUS : DES ENZYMES À L'ASSAUT DU PLASTIQUE !

Lors de cette conférence, Sophie Duquesne, chercheuse INRAE au laboratoire Toulouse biotechnology institute (TBI), a présenté ses travaux sur la dégradation des plastiques et notamment des solutions innovantes pour mieux gérer leur fin de vie.

13/10

15&16 /12

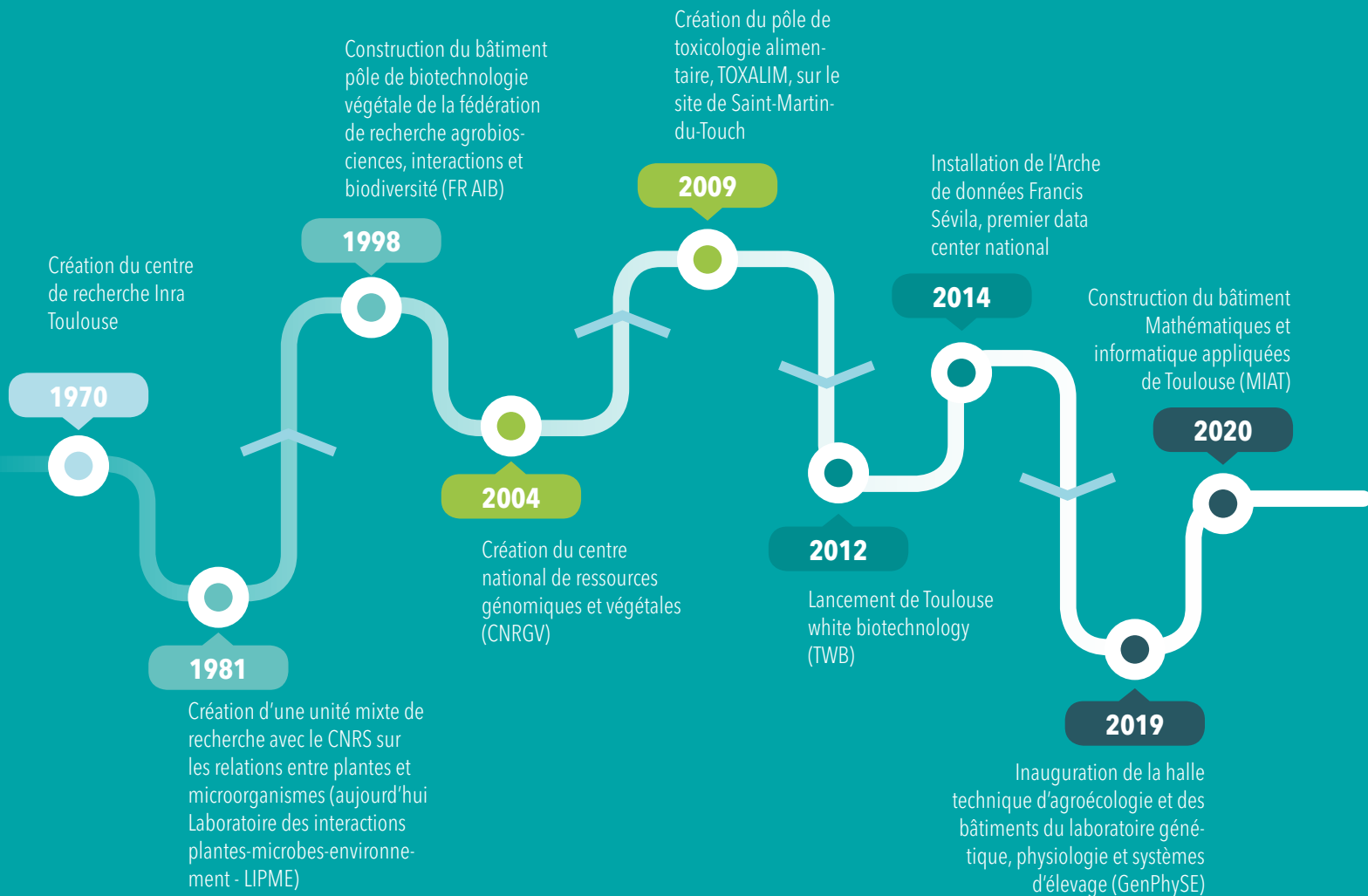
COLLOQUE DE CLÔTURE DU CINQUANTENAIRE DU CENTRE

Intitulé « Construire l'avenir, prendre soin du futur - Quelles responsabilités de la recherche ? » ce colloque a impliqué une quinzaine d'intervenantes et intervenants à travers des conférences et tables-rondes ainsi que des étudiantes et étudiants de l'école d'ingénieurs de Purpan ayant réalisé des capsules vidéo sur les futurs souhaitables et dystopiques.



...les 50 ans du centre

HISTOIRE : QUELQUES DATES CLÉS



Une recherche belle et partagée pour construire des futurs désirables





➤ Enjeu: travail collectif et réflexif

Les 50 ans du centre furent l'occasion de mener un travail collectif et réflexif sur son histoire à travers six thématiques ayant joué un rôle crucial dans sa trajectoire. Ces thématiques ont été choisies en fonction de leur importance actuelle et stratégique, et par le rôle qu'elles ont joué au cours des 50 dernières années.

Quatre d'entre elles concernent les grands piliers de recherche du centre : sciences animales, sciences végétales, alimentation et santé, bioéconomie. Deux sont plus transversales et renvoient à des dimensions épistémologiques et méthodologiques : approches systèmes et approches « big data ».

Ce sont donc 6 webinaires qui se sont tenus de septembre 2020 à mars 2021 sur ces thèmes et qui ont permis l'intervention de grandes et grands témoins (chercheurs du centre, acteurs locaux, universitaires...) pour raconter les moments clés de l'évolution du centre. Des moments où des choix importants ont été réalisés, où d'autres voies auraient pu être suivies.

L'enjeu a été de donner à voir l'importance des transformations des pratiques de la recherche, ses interactions avec son environnement académique et institutionnel. Et en même temps, la façon dont dans une temporalité longue, se sont constituées les compétences et les infrastructures qui font aujourd'hui la force et l'identité du centre Occitanie-Toulouse.



➤ Une série d'animations en temps de crise sanitaire

Plusieurs rendez-vous sous différents formats ont été organisés pour raconter l'histoire du centre, la diversité des recherches et des activités :

- une conférence « Les sciences pour tous » revisitée pour l'occasion en jeu sérieux autour du décryptage de l'ADN d'un organisme microscopique ;
- des visites privatives de l'exposition « Code alimentation » au Quai des savoirs ;
- des présentations de témoignages et documents d'archives ;
- une exposition photos « Femmes & hommes de science : 50 ans de recherche au centre INRAE Occitanie - Toulouse » ;
- un cycle de 6 webinaires internes ;
- un colloque de clôture ouvert à toutes et tous.



➤ «Clôture» et perspectives

Le colloque « Construire l'avenir, prendre soin du futur - Quelles responsabilités de la recherche ? » qui s'est tenu les 15 et 16 décembre 2021 a été l'occasion de conclure la célébration des 50 ans du centre mais aussi d'ouvrir les perspectives. Tables-rondes, conférences mais aussi capsules vidéo ont animé ces deux jours mêlant, femmes et hommes, chercheurs, universitaires, étudiants et responsables politiques et institutionnels. Entre histoire du site toulousain de la recherche agronomique, questionnement sur le rôle social de la recherche, lien concret entre politique publique et agriculture, et engagement des scientifiques, de nombreux thèmes ont été abordés permettant de regarder en arrière pour s'interroger sur l'avenir.

Ce colloque a donc été une première étape de réflexion vers les 50 prochaines années...

De la science, des femmes et des hommes



Lancement de l'école universitaire de recherche en biotechnologie pour une économie bio-sourcée (EUR BioEco)



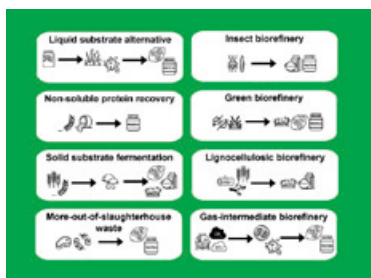
Labellisée lors de la 2^e vague du programme investissement d'avenir (PIA3), l'EUR BioEco portée par l'Université fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, offre un parcours de formation et de recherche interdisciplinaire intégrant toute la chaîne de valeur de la transformation biotechnologique du carbone renouvelable et les enjeux économiques, environnementaux et sociétaux. Cette EUR propose un parcours de 5 ans, du master au doctorat, comprenant des enseignements interdisciplinaires conçus pour intégrer ingénierie biologique et chimique, formation environnementale et économique. Le master international BioTechEco, le programme doctoral, les programmes courts et le concours scientifique international proposés visent à fournir une expertise nouvelle et unique aux étudiants et doctorants. Alimentée en permanence par les résultats de pointe de huit laboratoires toulousains, une collaboration internationale avec des universités de premier plan et des partenariats avec des acteurs industriels, l'EUR BioEco a pour objectif de se positionner parmi les meilleures formations au niveau mondial dans les domaines de la biotechnologie et des procédés pour la bioéconomie.

<https://bioeco.univ-toulouse.fr>



Une évaluation des filières de transformation des déchets en aliments

La biomasse résiduelle est considérée comme une matière première renouvelable, essentielle à la transition vers des économies circulaires et à faible émission de carbone fossile pour fournir des produits ou services énergétiques, chimiques, matériels et alimentaires. Pour stimuler les réflexions portant sur son usage en cascade et faciliter la comparaison entre différentes chaînes de valeurs, des scientifiques du Toulouse biotechnology institut (TBI) ont étudié, documenté et mis en regard plus de 950 sources proposant l'élaboration d'ingrédients. Pour ce faire, l'équipe a disséqué chaque voie de valorisation transformant une biomasse résiduelle donnée en un aliment aux fonctions nutritionnelles spécifiques, pour en identifier les opérations unitaires. Par cette approche multidisciplinaire, l'équipe a proposé de lier l'intensité et le nombre d'opérations unitaires requises à la distance entre les propriétés initiales de l'intrant et celles du service nutritionnel visé. Cette étude, publiée dans la revue *Biotechnology Advances*, s'est appuyée sur la littérature tant scientifique qu'industrielle et a permis de dégager une synthèse des huit grandes familles de conversion.



U. Javourez, M. O'Donohue, L. Hamelin, Waste-to-nutrition : a review of current and emerging conversion pathways, *Biotechnology Advances* - Volume 53, December 2021, 107857

<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107857>



Résistance au parasitisme chez les petits ruminants grâce à la sélection génétique

Les parasites digestifs infestent plus d'un milliard de personnes dans le monde et représentent une contrainte sanitaire majeure pour les herbivores. Leurs effets sont donc doublement limitants pour le développement humain, puisqu'ils affectent à la fois la santé humaine et l'élevage.

Face à ce défi, la sélection d'animaux plus résistants pourrait limiter le recours aux traitements chimiques et assurer durablement le bien-être et la santé animale. Il reste néanmoins à montrer que les animaux les plus résistants ne deviennent pas plus sensibles aux conditions de l'environnement comme le stress ou d'autres maladies. Travaillant sur ces enjeux, des scientifiques du laboratoire génétique, physiologie et systèmes d'élevage (GenPhySE) ont créé des lignées de moutons résistants ou sensibles à l'infestation parasitaire pour évaluer leur adaptation au stress chronique ou leur sensibilité à un autre parasite digestif. Les résultats de leur étude, publiée dans *Evolutionary Applications*, montrent non seulement que le potentiel de résistance des animaux n'est pas remis en cause en conditions de stress chronique mais aussi qu'il semble partiellement conservé face à une autre espèce parasitaire. Ces résultats sont donc en faveur du déploiement de l'outil de sélection génétique pour lutter durablement contre le parasitisme en élevage.

G. Sallé, V. Deiss, C. Marquis, G. Tosser-Klopp, J. Cortet, D. Serreau, C. Koch, D. Marcon, F. Bouvier, P. Jacquiet, A. Blanchard, M. Mialon, C. Moreno-Romieux, Genetic × environment variation in sheep lines bred for divergent resistance to strongyle infection, *Evolutionary Applications*, 14(11), 2591-2602, 2021.

<https://doi.org/10.1111/eva.13294>





Travaux de la chaire de biosécurité aviaire

Créée en réponse à l'épisode d'influenza aviaire hautement pathogène qui a sévi entre 2015 et 2017, la chaire de biosécurité aviaire contribue à la formation et à la recherche sur la biosécurité en aviculture, en intégrant les interactions sanitaires avec les basses-cours, l'élevage et l'avifaune sauvage. Rassemblant pouvoirs publics locaux, nationaux et organisations professionnelles, son expertise a donné lieu en 2021 à la publication d'un article dans le Bulletin épidémiologique Santé animale – alimentation. Il s'agit d'une revue des facteurs de risques spatialisés de transmission du virus de l'influenza aviaire hautement pathogène H5N8 en France en 2016-2017. Les résultats montrent que la propagation spatiale de la maladie serait majoritairement expliquée par des événements locaux de transmission d'un élevage à un autre au début de l'épizootie, puis par des sauts de transmission à longue distance vers la fin de celle-ci. De plus, l'étude impliquant le laboratoire interactions hôtes-agents pathogènes (IHAP) vient appuyer les mesures de prévention prises dans les élevages pour éviter l'introduction du virus en période de risque élevé et la propagation du virus *via* le renforcement des mesures de biosécurité, en élevage et lors des transports.

C. Guinat, B. Durand, M. Gilbert, A. Bronner, T. Corre, et al., *Revue des facteurs de risque spatialisés de transmission du virus de l'influenza aviaire hautement pathogène H5N8 en France en 2016-2017*. Bulletin épidémiologique, ANSES, 2021, 92, pp.3.

<https://hal.inrae.fr/hal-03335797>



Projet BAG'AGES, quelles performances des pratiques agroécologiques ?

Au cœur de la transition écologique, l'objectif du projet de recherche finalisée BAG'AGES était de déterminer si les pratiques agroécologiques permettent de mieux utiliser l'eau et d'en améliorer la qualité, avec une rentabilité économique comparable, voire meilleure, à celle obtenue avec des pratiques conventionnelles. Financé par l'agence de l'eau Adour-Garonne sur 5 ans et coordonné par INRAE au laboratoire agroécologie innovations et territoires (AGIR) de Toulouse, le projet a rassemblé 20 partenaires (scientifiques, instituts techniques et bureaux d'études, organismes techniques et professionnels) basés sur les deux régions du Bassin Adour-Garonne (Occitanie et Nouvelle Aquitaine). Les résultats ont montré que non seulement les pratiques agroécologiques améliorent le cycle de l'eau et celui du carbone dans la parcelle et sur l'ensemble du bassin-versant mais aussi qu'elles sont favorables à une biodiversité utile aux cultures. La rentabilité économique des pratiques agroécologiques est équivalente à celle du système conventionnel mais sous la condition d'un apprentissage pour les agriculteurs et agricultrices qui les mobilisent. À long terme, l'agroécologie est plus résiliente face aux changements climatiques.

www.inrae.fr/actualites/evaluer-performances-pratiques-agroecologiques-meilleure-gestion-leau



EXPOSITION VIRTUELLE - "FEMMES & HOMMES DE SCIENCE"



Créée à l'occasion des 50 ans du centre de recherche, l'exposition virtuelle photo « Femmes et hommes de science » propose de découvrir la diversité des activités scientifiques menées à Toulouse. Ainsi cette exposition, composée de 50 portraits, met à l'honneur une grande diversité de métiers de la recherche publique à travers les visages représentant un corps de métier, une thématique de recherche, une époque...

Dynamique des paysages, relations plantes microorganismes, sciences animales, agroécologie, biotechnologies, économie... sont autant de sujets des laboratoires du centre que l'on retrouve à travers ces photos.

<http://storage.net-fs.com/hosting/6288905/7/index.htm>



Quels paysages agricoles pour demain ? 40 ans d'études interdisciplinaires dans les Vallées et Coteaux de Gascogne

Pour imaginer les paysages agricoles de demain, il faut avant tout comprendre la dynamique des paysages agricoles actuels et passés. Ce postulat a inspiré 40 ans de recherche sur l'étude des interactions entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques dans les Vallées et Coteaux de Gascogne au sein de la zone atelier Pyrénées-Garonne, à 80 km au sud-ouest de Toulouse. Depuis les années 1980, des scientifiques des sciences sociales et biophysiques de huit laboratoires de recherche toulousains, dont quatre du centre INRAE (AGIR, CEFS, CESBIO et DYNAFOR), ont travaillé dans ce site d'étude afin de comprendre les facteurs socio-économiques qui influencent la dynamique des paysages agricoles des Vallées et Coteaux de Gascogne et le rôle de l'hétérogénéité du paysage sur de nombreux processus écologiques dont certains offrent des services écosystémiques. En 2021, le bilan de ces recherches a été publié dans la revue *Advances in Ecological Research*, dans un numéro spécial dédié au « futur des paysages agricoles ». Cette synthèse a mis en lumière toute l'importance des sites d'étude à long terme et des recherches interdisciplinaires, pour comprendre la dynamique des paysages et explorer, avec les acteurs locaux, les futurs possibles des paysages ruraux afin de contribuer à une agriculture plus durable.

Ouin, A., Andrieu, E., Vialatte, A., Balent, G., Barbaro, L., Blanco, J.,... & Sirami, C. (2021). Building a shared vision of the future for multifunctional agricultural landscapes. Lessons from a long term socio-ecological research site in south-western France. *Advances in Ecological Research*.

<https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2021.05.001>



La croissance lente de la bactérie *Xylella fastidiosa* : accident métabolique ou stratégie épidémique ?

Xylella fastidiosa est une bactérie à l'origine de nombreuses maladies affectant des plantes. Elle menace l'agriculture européenne depuis son émergence en Italie, où elle provoque la mort de nombreux oliviers. Mieux comprendre le fonctionnement de cette bactérie est essentiel pour s'en protéger. Une collaboration entre le laboratoire des interactions plantes-microbes-environnement (LIPME) d'INRAE Occitanie-Toulouse et l'institut de recherche en horticulture et semences d'INRAE Pays de la Loire a permis d'étudier son réseau métabolique en utilisant des outils de la biologie des systèmes et de la modélisation. Les scientifiques ont découvert que le réseau métabolique de *Xylella fastidiosa* est, contre toute attente, complet mais réduit à l'essentiel. Ainsi, les chemins redondants du métabolisme ont disparu, particulièrement ceux favorisant une croissance rapide et efficace. Le réseau métabolique de *Xylella fastidiosa* est donc peu efficace et fragile. Il semble que cette croissance résulte d'une évolution de cet agent pathogène lui permettant probablement d'échapper aux mécanismes de détection et de défense des plantes. Ces travaux sont parus dans la revue *mSystems* de l'American Society for Microbiology Journals.

Gerlin L., Cottret L., Cesbron S., Taghouti G., Jacques M-A, Genin S., Baroukh C. 2020. Genome-scale investigation of the metabolic determinants generating bacterial fastidious growth. *mSystems* 5 : e00698-19.

<https://doi.org/10.1128/mSystems.00698-19>



« Dessine-moi un objet de recherche ! »



Le colloque organisé dans le cadre de la célébration des cinquante ans du centre INRAE de Toulouse a été l'occasion d'un temps de réflexion sur la place et le rôle de la recherche et des scientifiques à l'âge de l'anthropocène.¹ Comment la recherche peut-elle contribuer à répondre aux grands défis sociétaux, dérèglement climatique, effondrement de la biodiversité, raréfaction des ressources naturelles... ? Comment peut-elle accompagner les grandes transitions et aider à la construction de futurs désirables ? En voulant piloter la recherche par les finalités, ne court-on pas le risque d'entraver la créativité scientifique, de « tuer la poule aux œufs d'or » ?

Première réponse à ces questions, il faut revenir à la notion de recherche finalisée, essentielle pour un organisme comme INRAE : à l'image des travaux de Louis Pasteur, la recherche de réponse à des problèmes concrets peut nourrir la production de connaissances fondamentales. Mais cela requiert, comme l'ont amplement montré les historiens et sociologues des sciences, une chaîne de traductions nécessaire pour déplacer les problèmes dans les laboratoires afin de pouvoir les soumettre aux méthodes de recherche et aux instruments d'analyse dont la puissance va croissant. On parle aussi de « problématisation », pour signifier que les questions de recherche se distinguent de celles qui relèvent du sens commun. C'est ainsi que l'on peut créer des objets de recherche pour répondre aux problèmes concrets.

La seconde réponse réside dans l'interdisciplinarité. Les grands défis sociétaux sont d'une complexité telle qu'ils ne peuvent pas être abordés à partir d'une seule discipline, ni même à partir de recherches pluridisciplinaires qui consisteraient simplement à assembler des savoirs produits par différentes disciplines. Il faut en effet à la fois comprendre des propriétés biologiques ou physico-chimiques à différentes échelles et les dynamiques sociales en jeu. Il est ainsi essentiel d'articuler les sciences de la nature, de l'ingénieur, les sciences humaines et sociales et bien sûr aussi les mathématiques et l'informatique. Si les sciences du climat constituent un exemple paradigmatique d'une telle entreprise, c'est aussi l'enjeu pour celles qui sous-tendent les transitions agroécologiques. Leur accompagnement, engagement fort d'INRAE, pose en effet des questions épistémologiques et méthodologiques particulièrement stimulantes qui ne seront solubles qu'avec l'émergence de nouveaux espaces de coopération et de communautés épistémiques. Et il faut parier que ceux-ci seront ouverts à différentes parties prenantes car il sera nécessaire de croiser les connaissances scientifiques, les savoirs d'action et les savoirs d'expérience.

La troisième réponse renvoie à une dimension dont on ne parle pas assez et que l'on pourrait qualifier de « métaphysique de la recherche ». Pour Olivier Hamant, l'anthropocène, ère de l'entrée dans « la certitude de l'incertain », nous impose de penser autrement, de passer de la recherche de la performance pour une finalité unique telle que le rendement à celle de la robustesse aux fluctuations et aléas de toutes natures.² Le vivant nous montre la voie ; la robustesse aux environnements variables, fluctuants et incertains, y résulte de comportements sous-optimaux, avec leur lot de redondances et d'incohérences. Les scientifiques comme l'ensemble des sociétés auxquelles ils appartiennent, sont conditionnés par le mythe de la performance maximale pour répondre à un objectif unique. Explorer la voie de la robustesse dans la production de connaissances pour affronter de multiples défis à la fois s'impose pour relever les défis de l'anthropocène.

Les grands défis sociétaux sont d'une complexité telle qu'ils ne peuvent pas être abordés à partir d'une seule discipline, ni même à partir de recherches pluridisciplinaires qui consisteraient simplement à assembler des savoirs produits par différentes disciplines.

¹ Voir le programme du colloque ainsi que les vidéos chapitrées sur : www.inrae.fr/actualites/construire-lavenir-prendre-soin-du-futur-queles-responsabilites-recherche. Cette note s'inspire des discussions de la table-ronde « Les nouvelles frontières des savoirs – Regards croisés » à laquelle participaient Marianne Cerf, Frédéric Garcia et Olivier Hamant, et animée par Pierre-Benoit Joly.

² Olivier Hamant (2022). La troisième voie du vivant, Odile Jacob.

Un centre mobilisé sur la gestion de la crise sanitaire



Couvre-feu, télétravail privilégié, autorisation spéciale d'absence, jauge de capacité d'accueil, distanciation, gestes barrière... : en 2021, la mobilisation de toutes et de tous, directions, agents, assistants de prévention, cellule de crise, membres du CHSCT, services d'appui à la recherche, a été déterminante pour répondre aux besoins des personnels et des unités. Cet effort collectif a permis un fonctionnement sans interruption, alors que la gestion de la pandémie de Covid-19 a entraîné des bouleversements tant dans les organisations de travail que dans les actions quotidiennes.

Un travail important a été réalisé en matière de communication interne favorisant la diffusion d'informations à jour et contribuant au maintien du lien entre les agents.

Le service de restauration a été aménagé, en lien étroit avec le prestataire de restauration au rythme des protocoles successifs, pour garantir un accès dans le respect des règles de distanciation.

Près de 10 000 masques ont été distribués au cours de l'année.
Et 40 détecteurs de CO₂ ont été installés dans les locaux à usage collectif (salles de réunion et de restaurant).

Un centre en chantier

Construction et rénovation, notamment énergétique, ont rythmé la vie du centre tout au long de l'année 2021. Grâce au plan de relance qui a accompagné la sortie de la crise Covid-19, d'importants travaux pour la performance énergétique ont été entrepris, permettant une économie de puissance énergétique de 270 000 kWhEF/an. D'autres financements (plan campus, CPER, INRAE, ...) ont permis de construire et rénover des bâtiments au bénéfice des unités et du centre. Alors que la construction d'un bâtiment dédié à la recherche en biologie des plantes et de l'environnement a débuté en février, un bâtiment de 1 100 m² accueillant l'unité mathématiques et informatique appliquées de Toulouse (MIAT) a été livré puis inauguré en juillet.

Certains travaux se poursuivront en 2022 et représenteront à terme une amélioration des conditions de travail pour les agents du centre, tout en s'inscrivant dans une démarche globale de développement durable.



Deux défis clés pour la recherche en Région Occitanie

Avec pour objectif de rendre la recherche régionale encore plus collaborative, visible et attractive, les "Défis clés" accompagnent les scientifiques d'Occitanie dans des domaines stratégiques, choisis pour leur fort potentiel d'innovation, la densité de scientifiques et la qualité des travaux menés. Parmi les 4 défis clés lancés en janvier 2021, les projets BIODIVOC et RIVOC auxquels participent les laboratoires du centre INRAE Occitanie-Toulouse.

Le défi clé BIODIVOC vise à développer des recherches fondamentales en écologie et évolution autour du thème général « Dynamique, résilience et gestion de la biodiversité et d'écosystèmes soumis à des pressions environnementales d'origine humaine ».

L'objectif du défi clé RIVOC est d'améliorer la compréhension, la surveillance et le contrôle de l'émergence de maladies à transmission vectorielle affectant l'Homme, les animaux et les plantes.

Nadia Pellefigue

Vice-Présidente enseignement supérieur, recherche, Europe et relations internationales - Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée



Avec les « Défis Clés », nous voulons préparer l'Occitanie aux grands enjeux de demain. Pour y parvenir, nous faisons le pari – gagnant j'en suis sûre – de soutenir notre recherche fondamentale et de bâtir des solutions communes. La participation d'INRAE Toulouse, référence et force de recherche d'excellence aux défis des risques infectieux (RIVOC) et de la préservation de la biodiversité (BIODIVOC), était essentielle. Ravie des perspectives de cette collaboration.

Imaginer collectivement l'université de Toulouse de demain - « Mission Lévy »

Comptant sur une communauté universitaire de plus de 130 000 femmes et hommes, étudiants, chercheurs, enseignants-chercheurs et personnels, le site académique toulousain est l'un des plus importants de France, tant par sa dimension que par son dynamisme et l'excellence de ses activités de formation et de recherche. Malgré de réels succès, le site peine depuis plusieurs années à atteindre une visibilité internationale à la hauteur de son potentiel et de l'ambition. Grâce à l'initiative de la Région Occitanie et Toulouse Métropole, Patrick Lévy, ancien président de l'Université de Grenoble-Alpes, a été missionné pour accompagner les acteurs académiques dans la co-construction de nouvelles perspectives collectives.

Débutée en janvier 2021, sa mission a permis d'établir les principes fondateurs de la future Université de Toulouse et de préparer un projet ambitieux qui conjugue trois valeurs essentielles : excellence, impact et inclusion.





Living lab: terrain d'innovation ouverte et participative

En combinant innovation et besoins de la société, les "laboratoires vivants" sont des dispositifs partenariaux entre acteurs publics, privés et citoyens, ayant pour objectif de répondre à des problématiques multidisciplinaires à l'échelle d'un territoire. Préconisés par le rapport "Agriculture Innovation 2025" remis aux ministres de l'agriculture et de la recherche en 2015, les living labs consistent à mettre les utilisateurs au centre du dispositif de recherche pour aboutir à des innovations qui correspondent à leurs attentes.

En voici deux exemples :

- **Le projet living lab lapins** (3L) est de concevoir des systèmes d'élevage innovants permettant aux lapins de mieux exprimer leurs comportements naturels (se dresser, ronger, bondir...). Cette méthode intègre l'ensemble des actrices et acteurs du domaine, des éleveurs aux distributeurs, ainsi que les ONG engagées dans la défense de la cause animale.
- **Occitanum**, lauréat de l'appel à projet territoire d'innovation en 2019, est un cadre original de collaboration entre la recherche et les acteurs de la Région Occitanie œuvrant pour renforcer la transition agroécologique en mobilisant les technologies numériques dans une approche d'innovation ouverte.

occitanum.fr



OccitaNum
Le Living Lab Agroécologie Numérique en Occitanie

Du programme PSDR4 à TETRAE Occitanie

Clôturé le 30 juin 2021, le programme de recherche "Pour et sur le développement régional", PSDR4 Occitanie, co-financé par INRAE et la Région Occitanie, a accompagné trois projets de recherche autour de la transition écologique, pour des systèmes agricoles et alimentaires plus durables :

- REPRO-INNOV a étudié les réorganisations productives et les innovations dans les filières pour comprendre et dupliquer les stratégies et processus d'adaptation ;
- SEBIOREF a exploré les services écosystémiques rendus par la biodiversité à l'agriculture ;
- ATA-RI a questionné la façon d'accompagner les acteurs locaux dans cette transition agroécologique.

Transversalement à ces 3 projets, un vaste projet collaboratif, le dictionnaire d'agroécologie, a été conçu pour définir les contours sémantiques de ce domaine et permettre au plus grand nombre d'en comprendre les enjeux et les pratiques.



Pour continuer ce travail collaboratif en Occitanie, la redéfinition de PSDR en TETRAE (transition en territoires de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) vise à ancrer ces programmes dans une perspective de « transition des systèmes » face aux grands défis de l'agriculture et de l'alimentation. Après une phase de construction en 2021, les projets de recherche sélectionnés démarreront au printemps 2022 pour une durée de 5 ans.

www.psd-occitanie.fr



Le dispositif CIFRE : un partenariat gagnant-gagnant

Renforcer les échanges entre les laboratoires de recherche publique et les milieux socio-économiques, favoriser l'emploi des docteurs et docteuses dans les entreprises et contribuer au processus d'innovation des entreprises établies en France, telle est la vocation des Conventions industrielles de formation par la recherche (CIFRE).

Les laboratoires du centre participent à cette dynamique de formation en accueillant en 2021 une vingtaine de thèses CIFRE parmi lesquelles celle de Youssa Hamrouni lauréate 2021 du Trophée Partenariat remarquable de la SATT Toulouse Tech Transfer.

Cette thèse codirigée par David Sheeren, Claude Monteil et Véronique Chéret du laboratoire dynamiques et écologie des paysages agriforestiers (DYNAFOR) et



Éric Paillassa du Centre national de la propriété forestière (CNPF), a permis de produire par télédétection la première carte nationale des peupleraies plantées pour l'année 2018. Ce projet collaboratif mené avec le Conseil national du peuplier a montré le potentiel de l'imagerie spatiale et d'une méthodologie développée par un laboratoire de recherche pour répondre à un besoin stratégique de la filière populicole.



Nos partenaires internationaux

Et demain...



À l'heure où nous écrivons ces lignes, la pandémie de Covid-19 sévit encore, la guerre en Ukraine fait rage et le 6^e rapport du GIEC, encore plus alarmant que les précédents, appelle à des actions urgentes, nécessaires pour éviter le grand basculement dans des trajectoires incertaines. Tout cela confirme, s'il en était besoin, la pertinence de la stratégie INRAE 2030. 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.

Pour le centre INRAE Occitanie-Toulouse, cet impératif se décline dans trois grands enjeux. Le premier d'entre eux concerne l'évolution du site toulousain. Gageons que TIRIS (Toulouse Initiative for Research Impact on Society), projet toulousain en réponse à l'appel du nouveau Programme d'investissement d'avenir (PIA4), nous donne la possibilité de remettre Toulouse dans la trajectoire des grandes universités de recherche et de renforcer ainsi l'attractivité et

le rayonnement de nos recherches. Le second enjeu a trait à l'inscription de nos recherches dans les territoires afin d'en renforcer l'impact. Cette mobilisation des recherches au service des transformations souhaitables s'inscrit dans l'histoire longue du centre ; ce rapport montre aussi qu'elle prend des formes nouvelles (démonstrateurs, living labs...) qui seront amplifiées. Enfin, il est essentiel que nous nous appliquions à nous-même cet impératif. C'est pourquoi la responsabilité sociétale et environnementale (RSE) sera au cœur du schéma stratégique de site et de centre 2022-2026.

Pierre-Benoît Joly
Président du centre Occitanie-Toulouse
Délégué régional INRAE



Centre Occitanie-Toulouse
24, chemin de Borde Rouge
CS 52627 - Auzeville 31 326 Castanet-Tolosan CEDEX
Tél.: +33 1 (0)5 61 28 50 28
Com-toulouse@inrae.fr

Rejoignez-nous sur:



@Inrae_Tlse



INRAE Occitanie-Toulouse



INRAE Occitanie-Toulouse

www.inrae.fr/centres/occitanie-toulouse

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE