



INRAE



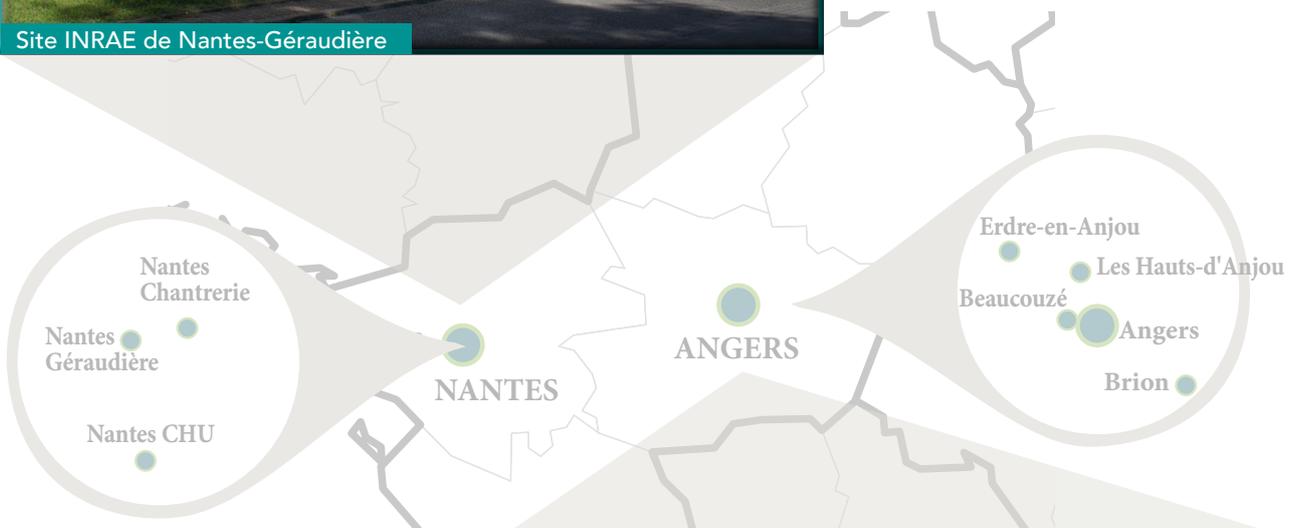
Rapport d'activité 2015-2020

Centre INRAE Pays de la Loire

” Au cœur d'un bassin agricole, horticole et agro-alimentaire de première importance, INRAE a construit son identité en Pays de la Loire autour de la gestion durable de la santé des productions agricoles (végétales et animales), de la transformation durable des agrobioressources (aliments et matériaux) et de la qualité sanitaire et nutritionnelle des aliments. Ces thématiques répondent à des enjeux majeurs de santé humaine et environnementaux.”



Site INRAE de Nantes-Géraudière



Site INRAE d'Angers-Beaucouzé



2015-2020, drôle d'idée pour un rapport d'activité traditionnellement annuel !

Nous avons fait le choix cette année de présenter un bilan quinquennal pour faire écho au bilan que chaque unité de recherche a réalisé en 2020 pour son évaluation par le Haut Conseil à l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES). Belle occasion pour les équipes de regarder le chemin parcouru, l'évolution de leurs thématiques de recherche et la richesse de toutes leurs productions.

Au 1^{er} janvier 2020 est créé l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, résultat de la fusion entre l'INRA et IRSTEA. INRAE devient le premier organisme de recherche au monde spécialisé en agriculture, alimentation, environnement. Dans la foulée, le nouveau projet stratégique INRAE 2030 a également été construit collectivement.

Le centre des Pays de la Loire a eu 10 ans en 2018. Il résulte en effet de la fusion de deux centres, chacun inséré depuis plus longtemps dans son territoire : ainsi, nous avons fêté en 2019 les 50 ans de l'implantation de l'INRA à Angers, et en 2016 les 40 ans à Nantes.

Quel bilan dressons-nous de ces cinq dernières années ?

Une dynamique scientifique renforcée avec nos partenaires académiques de site

Avec 12 unités de recherche dont 6 UMR, et 5 USC et notre implication dans deux structures fédératives de recherche, nous avons déployé notre stratégie scientifique en partenariat avec les universités (Angers et Nantes) et les établissements de l'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire (Oniris, L'Institut Agro Agrocampus Ouest et l'EsA). Cette dynamique partagée s'est nourrie du soutien de la région et des métropoles angevine et nantaise, d'une part via l'aménagement de nos campus (création du Campus du Végétal à Angers et installation du Technocampus de l'alimentation à Nantes) et d'autre part via des programmes structurants de recherche-formation et innovation (RFI).

Nous nous sommes fortement impliqués dans les écoles doctorales notamment EGAAL (Ecologie, Géosciences, Agronomie, Alimentation) et BS (Biologie Santé) de l'Université Bretagne Loire. C'est ainsi qu'entre 2015 et 2020, nous avons accueilli 368 doctorants dont 218 ont soutenu leur thèse. Ces jeunes scientifiques ont à leur tour joué un rôle prépondérant dans nos laboratoires, en contribuant à 33% des articles scientifiques produits sur la période. Cette implication dans la formation à et par la recherche s'est également traduite par l'accueil de plus de 700 stagiaires de niveau masters, et notons qu'en 2020, malgré la crise sanitaire, nous avons pu honorer l'encadrement de 100 stagiaires.

Au-delà de l'accueil d'étudiants dans nos laboratoires et de la participation aux enseignements, les unités angevines se sont investies dans un projet d'École Universitaire de Recherche avec l'Université d'Angers et l'Institut Agro Agrocampus Ouest. Ce projet en santé des plantes, bien que non financé par l'ANR, est en train de se construire et est devenu un marqueur important de la stratégie partagée sur le site d'Angers. Enfin, d'autres chercheurs se sont engagés dans la production de formations numériques (MOOC, livres numériques...).



Emmanuelle
Chevassus-Lozza
Présidente du centre
INRAE Pays de la Loire

Un saut technologique de nos infrastructures expérimentales

Le centre bénéficie d'infrastructures expérimentales reconnues (plateformes technologiques, centres de ressources biologiques, unité expérimentale) qui se sont fortement développées au cours des cinq dernières années. Cette montée en puissance a été permise par le déploiement de la politique nationale INRAE de labellisation des infrastructures collectives. L'inscription dans des infrastructures régionales (BIOGENOUEST), nationales voire européennes a permis de poursuivre cette montée en puissance et élargir la visibilité et l'attractivité de nos dispositifs. Cette montée en puissance a été permise grâce aux financements du CPER (2015-2020), mais aussi nationaux (GIS IBSA ou des infrastructures nationales). Au-delà de ces équipements, ce sont des thématiques qui ont pu se renforcer, voire de nouvelles thématiques et compétences qui ont pu se développer.

A l'international, un bel investissement à l'Europe

La participation dans 96 contrats européens dont 24 en coordination témoigne de l'insertion des unités dans des réseaux européens. Soucieux d'augmenter l'attractivité de nos unités pour renforcer les compétences scientifiques, nous nous sommes appuyés sur le programme européen de mobilité AGREENSKILLS et les chaires d'excellence financées par la Région des Pays de la Loire (Connect Talent) pour attirer et accueillir des chercheurs de haut niveau dont un lauréat à l'ERC. Au niveau doctoral, la participation dans deux projets européens de type ITN (Innovative Training Network), dont un en coordination, a favorisé la mobilité de doctorants avec nos partenaires européens. D'autres doctorants ont pu bénéficier du programme de formation de l'École Internationale de la Recherche Agronomique d'Agreenium qui nécessitait un séjour d'au moins trois mois dans un laboratoire étranger. Enfin, notre implication dans l'organisation et l'accueil de grands congrès internationaux a contribué également à renforcer notre visibilité.

Un renforcement de notre lien à l'innovation

La démarche partenariale est au cœur des activités de l'institut ; démarche indispensable pour renforcer l'impact de nos travaux de recherche. C'est ainsi que certaines unités du centre sont membres des deux Instituts Carnot (Qualiment, France Futur Élevage) et nous sommes impliqués dans deux pôles de compétitivité (Végépolys Valley et Valorial). Afin de renforcer les actions pour la sensibilisation, la détection, la gestion et la valorisation des résultats, une convention de partenariat a été signée entre INRAE, Agrocampus Ouest, INRAE Transfert et la SATT Ouest Valorisation en 2015.



Deux LABCOM et trois unités mixtes technologiques ont été labellisés au cours de la période, permettant de développer des partenariats plus collaboratifs avec des entreprises privées ou instituts techniques. La labellisation du Laboratoire d'Innovation Territoriale "Ouest Territoire d'Élevage" au PIA3 a permis le développement d'un nouveau mode de collaborations non seulement avec les partenaires des filières mais aussi la société civile et les consommateurs, pour aller vers plus d'innovation ouverte. Enfin, pendant cette période, l'exploitation d'un brevet issu d'une unité a abouti à la création d'une start-up.

Une contribution originale du centre à l'appui aux politiques publiques et à l'expertise

Avec la création d'INRAE, l'institut a ré-affirmé ses missions d'expertise et d'appui aux politiques publiques par la création d'une nouvelle direction générale en charge de ces sujets. Cette volonté d'INRAE se nourrissait d'un engagement déjà fort des équipes sur le terrain.

En Pays de la Loire, notre contribution est originale, marquée par la présence de trois Laboratoires Nationaux de Référence (LNR) via notre implication dans le GIP GEVES (Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences) dont INRAE est membre fondateur et notre collaboration avec Oniris. Ainsi, le GEVES a un rôle majeur, reconnu, dans l'évaluation des variétés et la conservation des ressources phytogénétiques pour le compte du ministère de l'agriculture et dans la garantie de la qualité des semences utilisées en France ou exportées. En 2020, en plus de son LNR sur la qualité des semences, le GEVES s'est vu labellisé par le ministère de l'agriculture comme LNR sur la santé des végétaux. Le LABERCA, Laboratoire d'Études des Résidus des Contaminants dans les Aliments, UMR INRAE-Oniris, est lui aussi un LNR du ministère de l'agriculture, et s'est vu confier le pilotage de la plateforme nationale d'épidémiologie-surveillance de la chaîne alimentaire.

Plus traditionnellement, les équipes ont contribué de manière soutenue à des expertises auprès de différentes agences ou organisations nationales (ANSES, ADEME, ministères), européennes ou internationales (Parlement Européen, EFSA, FAO, OCDE..).

Des équipes ouvertes à la société

Conscients des attentes de la société sur nos champs d'expertise et de l'intérêt toujours grandissant du citoyen, des professionnels, des institutionnels pour la recherche face aux enjeux planétaires, mais aussi face au contexte actuel, nous avons aussi ouvert nos travaux pour plus de transparence et de compréhension. Les chercheurs se sont engagés et participent chaque année à une dizaine d'actions de culture scientifique (Fête de la science, Fascination of Plant Day, Nantes Food Forum, Pint of science ou les Utopiales), ainsi qu'à des actions avec les collèges/lycées, des visites de centre, mais aussi notre présence croissante sur les réseaux sociaux. Le développement de jeux sérieux a été un élément nouveau de notre diffusion des résultats auprès des professionnels mais aussi du grand public.

Enfin, l'ouverture de nos travaux à la société s'est faite non seulement par la diffusion de résultats mais aussi par la participation nouvelle de la société dans nos travaux, via la mise en place de projets participatifs.

Un centre soucieux de la qualité de vie au travail de ses agents

Assurer la sécurité et la santé au travail est une responsabilité première de tout employeur. L'année 2020 a été un bel exemple de notre capacité collective à gérer une situation de risque sanitaire extrême. Le travail initié de longue date pour la définition des plans de continuité d'activité a permis de mettre en œuvre rapidement le plan dans cette situation d'urgence.

Entre 2015 et 2020, le centre a développé un champ de la politique de prévention autour des risques psychosociaux, en accompagnant chaque unité dans son auto-évaluation des facteurs des RPS. Ce travail a été mené en concertation avec les autres tutelles des unités. À l'issue de ces auto-évaluations, chaque unité a élaboré son propre plan d'actions.

L'inclusion des personnes handicapées est notre préoccupation et exigence collective. Deux référentes Handicap accompagnent au quotidien les collègues dans cette situation, travaillant quand de besoin avec nos autres partenaires de site.

La qualité de vie au travail passe aussi par un accompagnement de chacun dans le déploiement de ses compétences. Entre 2015 et 2020, le centre a permis la formation de 500 agents par an, dont 17 ont suivi une formation diplômante ou validé leur expérience par la VAE.

Dans le but d'établir des pistes d'amélioration du "vivre & travailler ensemble" tout au long des étapes d'un projet de recherche, un groupe de techniciens et d'ingénieurs a produit des fiches conseils qui s'adressent au porteur d'un projet et au personnel technique afin d'améliorer la communication, l'organisation et la valorisation du travail.

Un centre engagé dans le DDRSE : de par nos thématiques, mais aussi nos pratiques

Le développement durable, l'accompagnement des transitions sociétales est au cœur de nos thématiques de recherche. Nous avons également un rôle d'exemplarité à jouer en la matière en revoyant nos propres pratiques individuelles et collectives. Le centre s'est engagé tout au long de cette période dans le champ du développement durable, en mettant en place des actions autour de nos mobilités, de notre gestion des déchets, de notre politique achat mais aussi de la gestion de la biodiversité. Un élément marquant de cette période a été l'engagement de l'unité expérimentale horticole dans une démarche de Système de management environnemental, certifié ISO 14001, qui vise des objectifs d'exemplarité en matière de protection de l'environnement dans ses pratiques agricoles.

En 2020, le centre INRAE des Pays de la Loire représentait une communauté de 1004 personnes dont 443 titulaires INRAE, 363 personnels des partenaires et 198 personnels contractuels. La richesse de ce rapport d'activité est la contribution de chacune et de chacun. Qu'ils en soient ici remerciés.

CHIFFRES-CLÉS DU CENTRE 2015-2020



443

titulaires INRAE (au 31/12/2020)
(dont 373 dans les unités de recherche et expérimentale)



une communauté de plus de

1000

personnes



368

doctorants accueillis (2015 à 2020)

218 soutenances de thèse
(durée moyenne : **41** mois)

717

stagiaires M1/M2 (2015 à 2020)



13

unités de recherche dont
1 unité propre
6 unités mixtes
6 unités sous contrat



1 unité expérimentale

4 unités d'appui

1 fond commun d'investissement



4

plateformes labélisées
IBISA - Biogenouest



2

groupements d'intérêt public en région :
GEVES et CRNH-Ouest



44

millions € de budget en 2020



10

millions € CPER 2015-2020



5

partenaires académiques :
Agrocampus Ouest, Esa,
Oniris, Université d'Angers,
Université de Nantes



96

contrats européens en cours dans les unités
dont **24** coordonnés par une unité du centre
(entre 2015 et 2020)



125

contrats nationaux
dont **106** portés par une unité du centre
(entre 2015 et 2020)



2152

articles publiés dans des revues internationales à comité de lecture
dont **724** issus de thèses
(entre 2015 et 2020)

SOMMAIRE

CHIFFRES CLÉS DU CENTRE 2015-2020	4
PRÉSENTATION INRAE ET CENTRE	6
Ambition et enjeux d'INRAE	6
INRAE 2030	7
Le centre Pays de la Loire au coeur des enjeux et objectifs INRAE	8
IDENTIFIANT 1 : BIOLOGIE VÉGÉTALE ET GESTION DURABLE DES PRODUCTIONS HORTICOLES ET SEMENCES	9
Enjeux & thématiques – Temps forts	10
Stratégie de site – Des dispositifs de pointe	11
Sélection de résultats marquants	12
Innovations / Transferts	14
Expertises & appui aux politiques publiques – Rayonnement international	15
Partager nos connaissances – Distinctions remarquables	16
IDENTIFIANT 2 : INGÉNIERIE DES BIORESSOURCES POUR LES ALIMENTS ET LES MATÉRIAUX INNOVANTS	17
Enjeux & thématiques – Temps forts	18
Stratégie de site – Des dispositifs de pointe	19
Sélection de résultats marquants	20
Innovations / Transferts	22
Rayonnement international	23
Partager nos connaissances	24
IDENTIFIANT 3 : SANTÉ ANIMALE – SÉCURITÉ DES ALIMENTS – ALIMENTATION – SANTÉ HUMAINE : BIOLOGIE ET INTERACTIONS	25
Enjeux & thématiques – Temps forts	26
Stratégie de site	27
Des dispositifs de pointe	28
Zoom sur des projets marquants	29
Sélection de résultats marquants	30
Innovations / Transferts	32
Expertises & appui aux politiques publiques	33
Rayonnement international	34
Partager nos connaissances	35
IDENTIFIANT 4 : ECONOMIE DES EXPLOITATIONS ET DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ; POLITIQUES PUBLIQUES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ENVIRONNEMENT	37
Enjeux & thématiques – Temps forts	38
Stratégie de site – Zoom sur des projets marquants	39
Sélection de résultats marquants	40
Expertises & appui aux politiques publiques	41
Rayonnement international	42
Nos actions en lien avec le territoire et la société	43
ORGANISATION DU CENTRE	44
GLOSSAIRE	46

POUR EN SAVOIR PLUS

- Sur certains focus détaillés dans ce rapport, certains titres d'articles sont cliquables (sur la version électronique).
La version électronique est disponible sur <https://www.inrae.fr/centres/pays-loire>
- Les fiches des unités viennent en complément de ce rapport.
Elles sont téléchargeable sur <https://www.inrae.fr/recherches-menees-centre-pays-loire#UnitePaysLoire>



➤ Ambition et enjeux d'INRAE

L'humanité et la planète font face à un changement global qui crée de nouvelles attentes vis-à-vis de la recherche : atténuation et adaptation au changement climatique, sécurité alimentaire et nutritionnelle, santé humaine et santé de la planète, transition des agricultures, préservation des ressources naturelles, restauration de la biodiversité, anticipation et gestion des risques. S'y ajoutent des enjeux plus territorialisés qui incluent les conditions de vie et de rémunération des agriculteurs, la compétitivité économique des entreprises, l'aménagement des territoires, l'accès à une alimentation saine et diversifiée pour chacun.

INRAE, Institut de recherche publique au service de l'intérêt général, se doit de contribuer à relever ces défis.

Une ambition pour la vie, l'humain, la terre

Premier organisme de recherche spécialisé sur ses trois domaines scientifiques, INRAE, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement contribue à relever ces défis. En proposant par la recherche, l'innovation et l'appui aux politiques publiques de nouvelles orientations pour accompagner l'émergence de systèmes agricoles et alimentaires durables, INRAE ambitionne d'apporter des solutions pour la vie, les humains et la terre.

C'est dans l'objectif de mieux appréhender ces défis et de construire une recherche d'excellence au service de la production de connaissances, de l'enseignement, de l'innovation, en appui aux politiques publiques, que l'Inra - institut national de la recherche agronomique et Irstea - institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, ont fusionné le 1^{er} janvier 2020 pour laisser place à l'Institut national de recherche pour l'agriculture l'alimentation et l'environnement (INRAE).

Agriculture, alimentation, environnement : des thématiques croisées

Les défis qu'INRAE veut relever avec ses partenaires dépassent les frontières géographiques et sectorielles. Nos approches doivent donc être transversales à nos trois piliers fondateurs que sont l'alimentation, l'agriculture et l'environnement pour intégrer leurs interactions. Elles nécessitent des démarches systémiques et interdisciplinaires pour proposer des réponses durables.

A la croisée des 3 piliers, les thématiques de recherche INRAE abordent les questions de votre quotidien, elles sont au cœur de défis qui nous concernent tous : sécurité alimentaire, changement climatique, préservation de la biodiversité et des ressources, qualité de vie...

➤ INRAE 2030 : Notre feuille de route pour relever les défis de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement de demain

A l'issue d'un processus participatif et collectif, interne et externe, associant des experts internationaux, INRAE a mûri son ambition et défini sa stratégie scientifique à horizon 2030.

Une stratégie en 5 orientations scientifiques et 3 orientations politiques :



Répondre aux enjeux environnementaux et gérer les risques associés

Climat, biodiversité, adaptation du vivant, risques : faire face à des défis globaux et des risques multiples et soutenir la transition écologique.



Accélérer les transitions agroécologique et alimentaire

Une transformation systémique, de la production à la consommation, en intégrant les enjeux économiques et sociaux.



Une bioéconomie basée sur une utilisation sobre et circulaire des ressources

L'enracinement dans les territoires.



Favoriser une approche globale de la santé

Connecter santé humaine, animale, végétale et environnementale.



Mobiliser la science des données et les technologies du numérique au service des transitions

Exploration de la complexité, intégration des échelles, transformation des systèmes, opportunités et dangers.



Science, innovation et expertise

Placer la science, l'innovation et l'expertise au cœur de nos relations avec la société pour renforcer notre culture de l'impact.



Sites universitaires, Europe et international une coopération indispensable

Être un acteur engagé dans les sites universitaires en France et un leader dans les partenariats européens et internationaux.



Responsabilité sociale et environnementale une priorité collective

La stratégie RSE : une priorité collective.



Journée de centre 2019 ©N. Mansion, INRAE

➤ Le centre Pays de la Loire au cœur des enjeux et objectifs INRAE

INRAE en Pays de la Loire est implanté dans un bassin agricole et agro-alimentaire de première importance en Europe. C'est le premier secteur économique de la région des Pays de la Loire. Territoire d'élevage, territoire horticole, territoire de transformation agro-alimentaire, la région des Pays de la Loire est au cœur des enjeux productifs, économiques et environnementaux de ces filières.

Le profil scientifique du centre INRAE Pays de la Loire, en cohérence avec les dynamiques des départements scientifiques de rattachement d'INRAE, a été façonné au fil des années par l'ancrage dans ces

territoires du Grand Ouest, à la fois via les interactions avec les partenaires économiques d'une part, et via son intégration dans ce territoire scientifique particulier d'autre part.

Les travaux de recherche du centre ont en commun de proposer des approches multi-échelles, multi-disciplinaires, construisant une démarche très intégrée allant du gène à la parcelle, de l'exploitation à la filière, de la production primaire (plante ou animal) à l'aliment transformé, de la structure de l'aliment à la santé humaine.

Le centre inscrit ses activités de recherche au travers de 4 identifiants :



IDENTIFIANT 1

Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences

Enjeux : La qualité et la santé des produits horticoles et des semences est un enjeu important pour le développement de systèmes de production performants, sains et durables pour ces filières à vocation tant alimentaire qu'ornementale. Celles-ci se caractérisent par un large spectre de systèmes de production, par des modes de production intensifs, implantés en milieu rural, périurbain et urbain.

Objectif : L'obtention de la qualité repose tant sur la gestion efficace et intégrée des processus de développement des plantes et de leur résistance aux agressions que sur la maîtrise des agents pathogènes eux-mêmes.



IDENTIFIANT 2

Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux

Enjeux : Dans un contexte de transitions démographique et alimentaire, de contraintes environnementale et énergétique, et de prise de conscience de l'impact de ces facteurs sur la santé publique, les acteurs de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'agroforesterie du XXI^e siècle doivent faire face à un enjeu majeur de durabilité des chaînes de production et d'alimentation.

Objectif : Mieux comprendre les phases de construction et de déconstruction des assemblages de biopolymères et biomolécules dans les organes végétaux, les aliments formulés et les matériaux bio-sourcés.



IDENTIFIANT 4

Économie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement

Enjeux : une internationalisation croissante des marchés, une concurrence exacerbée entre les états membres de l'Union européenne, une volatilité accrue des prix et une attention croissante des citoyens en termes de santé publique, d'environnement et de bien-être animal.

Objectif : partagées avec le centre INRAE Bretagne-Normandie, les recherches concernent les mécanismes économiques et l'évaluation des politiques publiques relatives à l'économie de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'environnement et des questions économiques sur les problématiques environnement/agriculture, sur les compétitivités territoriales et internationales et une exposition croissante aux aléas des prix agricoles.



IDENTIFIANT 3

Santé animale – Sécurité des aliments – Alimentation – Santé Humaine : Biologie et interactions

Enjeux : (i) Gestion intégrée de la santé chez les animaux et son impact sur l'alimentation de l'homme, (ii) la compréhension de la santé de l'homme en lien avec son alimentation.

Objectif : Impliquées dans le concept « d'une seule santé », les unités du centre contribuent au renforcement du lien entre santé animale et santé humaine.

Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences

La qualité et la santé des produits horticoles et des semences : un enjeu pour le développement de systèmes de production performants, sains et durables pour ces filières à vocation tant alimentaire qu'ornementale.

Unités de recherche :

- UMR IRHS - Institut de Recherche en Horticulture et Semences
- USC SIFCIR - Signalisation Fonctionnelle, Canaux Ioniques et Récepteurs
- USC LEVA - Légumineuses, Écophysiologie Végétale, Agroécologie
- UPR BIA - Biopolymères, Interactions, Assemblages

Unité expérimentale :

- UE HORTI - Unité Expérimentale Horticole

Groupement d'intérêt public

- GEVES- Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences



Association de cultures ©LEVA

➤ Enjeux & thématiques

ENJEUX

- **Gestion durable des ressources, des productions et des produits**
- **Construction durable de la qualité des aliments**
- **Valorisation des bio-ressources pour des usages non-alimentaires**

THÉMATIQUES

- Gestion durable de la santé des plantes
- Maîtrise de la qualité physiologique et sanitaire des semences
- Approche multifactorielle de la qualité, de la valeur d'usage et de la diversité des productions végétales à usage alimentaire et horticole (ex. fruits, grains-graines)
- Biosourcing de métabolites et biopolymères d'origine végétale
- Approche intégrative de la qualité esthétique et sanitaire, et de la diversité des plantes ornementales
- Systèmes de production horticole et intégration en milieu urbain.

ENTRETIEN AVEC

Marie-Agnès Jacques

Directrice de la SFR QuaSaV
(Structure Fédérative de Recherche
Qualité et Santé du Végétal)



Évolution des thématiques

Quelles sont les principales thématiques qui contribuent à notre visibilité ?

Les unités porteuses de la SFR QuaSaV sont reconnues pour leurs travaux sur la durabilité de la santé des plantes, les qualités des semences et des productions végétales spécialisées. La diversité des approches conduites par les 450 membres de la SFR peut se résumer ainsi : •résistance à la tavelure et à la tache noire du rosier, •sensibilisation des champignons pathogènes, •synergisation des insecticides, •détection-identification et dynamique des agents pathogènes émergents, •légumineuses, associations culturales et gestion de l'azote et des herbicides, •management de l'orobanche en systèmes de production, •qualité germinative et plasticité adaptative des semences, •microbiote des semences et effet barrière contre les agents pathogènes, •remontée de floraison du rosier, •développement architectural et résistance aux stress environnementaux, •environnement physique et services rendus par le végétal.

Quels effets ont eu l'arrivée des nouveaux outils, compétences et enjeux sur les thématiques développées autour de la qualité et de la santé du végétal ?

Dans l'objectif d'améliorer la qualité et la santé des productions végétales spécialisées, pouvoir bénéficier des technologies et concepts les plus récents, qu'il s'agisse d'épigénétique, de phénotypage, de métagénomique ou d'isotopomique-fluromique, est une source d'innovation que l'on partage avec notre réseau de partenaires dans le cadre de projets de grande visibilité (Connect-Talents, PPR-CPA). Outre les compétences scientifiques nouvelles acquises avec l'arrivée de nouveaux chercheurs sur ces domaines très pointus, complétant le dispositif existant, le panel d'outils et d'équipements a été très largement augmenté et amélioré. Nous mutualisons cette offre en développant des plateformes qui s'inscrivent dans des réseaux nationaux, voire européens, comme c'est le cas pour PHENOTIC. Le dynamisme qui résulte de cette synergie permet non seulement d'accroître notre attractivité mais surtout de répondre à des enjeux communs et ambitieux de recherche.

➤ les temps forts



➤ Stratégie de site

La présence de la recherche agronomique et horticole sur le site d'Angers est ancienne. Dès la fin des années 90, les établissements présents sur le site (l'Inra devenu INRAE, l'Université d'Angers, l'Institut National d'Horticulture devenu Institut-Agro Agrocampus Ouest) ont construit une stratégie partagée en matière de recherche : mises en place des premières UMR ; création en 2004 de la structure fédérative de recherche SFR Quasav pour la montée en puissance des équipements et des installations expérimentales (via les CPER successifs). En 2016, de nouvelles unités sous contrat avec l'ESA ont permis de renforcer ce partenariat de site. Cette cohérence scientifique alimente l'ensemble des formations du site angevin (2900 étudiants allant du BTS au doctorat).

Ce potentiel scientifique a permis d'attirer un certain nombre de structures de recherche & développement, d'expertises et d'instituts. Ainsi, le GEVES, le laboratoire de santé des végétaux de l'ANSES, le GNIS, le pôle de compétitivité Végépolys Valley, l'association Plante & Cité, l'OCV et la FNAMS viennent compléter ce tissu et contribuent à la visibilité des travaux sur le végétal, au sein du Campus du Végétal à Angers. Cette structuration, qui s'appuie également sur un tissu économique en horticulture ancien et la présence d'entreprises semencières importantes, a permis de renforcer l'identité "végétale" de la Ville d'Angers et de la métropole, et de conforter une des spécialisations intelligentes de la Région des Pays de la Loire.

Entre 2015 et 2020, le programme RFI "Objectif végétal" a permis d'une part de consolider une stratégie internationale avec des partenaires identifiés et, d'autre part, de renforcer le lien formation-recherche par le soutien aux thèses et aux contrats post-doctoraux. Cela s'est notamment traduit par la tenue d'une summer school et par la construction d'un Graduate Program.

Parallèlement à cette structuration, c'est aussi par sa spécialisation que le site angevin est remarquable, notamment sur la réduction des intrants, avec l'annonce du Programme Prioritaire de Recherche "Cultiver et protéger autrement" en 2018 par la Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, qui a choisi Angers pour le lancement du programme, pour lequel 3 projets déposés par les équipes du centre ont été sélectionnés. Cette reconnaissance en recherche et en formation concerne également la biotechnologie végétale, avec par exemple le développement de l'épigénétique, la génomique, le microbiote, la bioinformatique et le phénotypage haut débit sur le site.

➤ Des dispositifs de pointe

Plateforme PHENOTIC

Phénotypage Semences et Plantes

Des outils de phénotypage à haut débit basés essentiellement sur l'acquisition et le traitement d'images pour le phénotypage des semences, plantules et plantes entières. La plateforme est localisée à Angers, adossée à la SFR Quasav et gérée par l'unité IRHS.
www6.inrae.fr/phenotic

La plateforme PHENOTIC est labellisée IBI SA. Elle est intégrée à l'infrastructure nationale PHENOME-EMPHASIS-FR et au réseau Biogenouest. Elle est partenaire du projet EPPN2020, qui vise à élaborer une infrastructure de phénotypage européenne.

Le CPER 2015/2020 a permis un saut technologique par le financement d'équipements de phénotypage à haut débit utilisables pour diverses espèces végétales horticoles. Ces équipements permettent de phénotyper la germination-levée, l'architecture des plantes et les interactions hôtes-agents pathogènes, sur un continuum de la graine à la plante adulte.

CIRM-CFBP

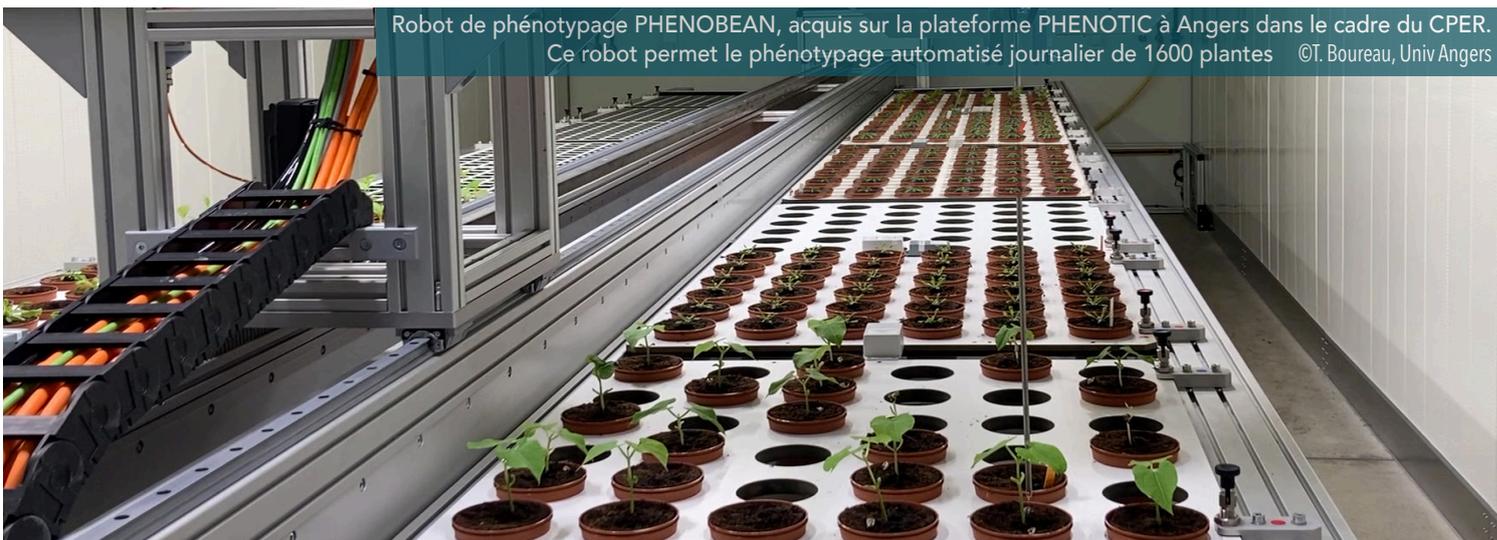
Collection Française de Bactéries associées aux Plantes

Cette collection préserve des ressources stratégiques pour la protection des plantes et conserve aujourd'hui plus de 7 000 souches bactériennes, essentiellement pathogènes de plantes. Elle fait partie des 3 collections majeures au niveau mondial. La collection est localisée à Angers et gérée par l'unité IRHS.
www6.inrae.fr/cirm/cfbp-Bacteries-associees-aux-Plantes

Ce Centre de Ressources Biologiques (CRB) est labellisé IBI SA et certifié ISO9001. Intégré au CIRM (Centre International de Ressources Microbiennes), ce CRB fait partie du pilier Microorganismes de l'infrastructure RARE. Le CIRM a obtenu la labellisation Infrastructure Scientifique Collective (ISC) en 2018.

Cette collection rassemble des spécimens de tous les taxons cultivables de bactéries phytopathogènes, ainsi mis à disposition de la communauté scientifique. Outre la conservation des organismes et des données associées, le CIRM CFBP contribue à l'obtention de données génomiques, mais aussi de données de phénotypage métabolique grâce à l'Omnilog, un équipement acquis dans le cadre du CPER 2015-2020. Les perspectives concernent la conservation des microbiotes et le développement de la culturomique pour les bactéries associées aux plantes.

Robot de phénotypage PHENOBEAN, acquis sur la plateforme PHENOTIC à Angers dans le cadre du CPER. Ce robot permet le phénotypage automatisé journalier de 1600 plantes ©T. Boureau, Univ Angers





Germination d'une plantule de radis ©S. Bonneau, INRAE

➤ Sélection de résultats marquants

ZOOM SUR

3 projets de recherche

Mettre fin à l'utilisation des pesticides sur les semences en proposant des alternatives [PPR-CPA SUCSEED]

Le projet SUCSEED est fondé sur la nécessité d'identifier et de développer de nouvelles solutions adaptées à la protection des semences en utilisant des alternatives naturelles et écologiques aux pesticides. Il se concentre sur deux problèmes phytosanitaires majeurs : les agents pathogènes transmis par les semences et la fonte des semis de quatre espèces de cultures différentes (blé, tomate, haricot commun et colza) et leurs agents pathogènes les plus couramment associés.

Coordination : matthieu.barret@inrae.fr, unité IRHS.

Biomarqueurs isotopiques et métaboliques de la qualité des semences [Connect Talent ISOSEED]

Le dispositif régional Connect Talent vise à soutenir l'installation et l'ancrage de leaders scientifiques de renommée internationale dans la Région Pays de la Loire. G Tcherkez était enseignant-chercheur à l'Université Nationale Australienne de Canberra.

Le rendement des plantes cultivées ne repose pas uniquement sur la performance de la plante adulte mais repose aussi sur la qualité des semences, de leur développement à la formation de la plantule au moment de l'établissement de la culture. Disposer de marqueurs de qualité à des fins d'amélioration des semences est un sujet de premier plan. Le projet vise à explorer la possibilité d'utiliser les analyses métaboliques à large spectre (métabolomique) et isotopiques afin de cribler des variétés de plantes d'intérêt agronomique pour lesquelles on dispose d'indicateurs de qualité.

Coordination : guillaume.tcherkez@anu.edu.au, unité IRHS.

Sélection dirigée des cultures à l'aide des éléments transposables [ERC Consolidator grant BUNGEE]

L'idée est de modifier la manière dont une plante répond à un certain stress (sécheresse, chaleur, froid, salinité...) pour qu'elle soit mieux adaptée à son environnement. Ce projet propose une nouvelle méthode : utiliser les éléments transposables qui sont présents dans le génome pour améliorer les plantes (et rendre ainsi ces plantes résistantes à certains stress). Les travaux portent sur les modifications épigénétiques, notamment celles impliquées dans le contrôle de la résistance vis-à-vis des agents pathogènes et du développement de la plante.

Coordination : Etienne Bucher, unité IRHS.

Transmission d'agents phytopathogènes à la semence - Quel rôle du microbiote associé ?

Les semences sont vectrices d'ensembles microbiens (aussi appelé microbiote) diversifiés dont la composition peut favoriser ou inhiber le développement de certains agents phytopathogènes.

Les résultats indiquent que la transmission de la bactérie phytopathogène *Xanthomonas campestris* pv *campestris* n'affecte pas la composition du microbiote des semences. En revanche la transmission du champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola* diminue significativement la diversité du microbiote associé aux semences de radis.

Piloter la composition du microbiote associé aux semences pourrait permettre de limiter la transmission d'agents pathogènes.

DOI: 10.7717/peerj.1923

Contact : matthieu.barret@inrae.fr, unité IRHS

Choix de l'espèce associée au soja et arrangement spatial dans les associations de cultures

Le soja, une légumineuse produisant des graines riches en protéines, est une culture de diversification potentielle qui bénéficie d'un contexte favorable à son développement en France. Mais la maîtrise du développement des adventices et la stabilisation des rendements sont des défis importants pour les producteurs.

En association, les services de production de soja et de contrôle des adventices se sont révélés être antagonistes mais cet antagonisme peut être modulé dans certaines associations grâce au choix de l'espèce cultivée avec le soja et à l'arrangement spatial des espèces.

DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107923

Contact : g.hellou@groupe-esa.com, unité LEVA

Effets physiologiques et cellulaires d'une exposition des insectes à des doses sublétales d'insecticide

Les études portant sur l'impact d'usage non-raisonné des insecticides ont permis de mettre en évidence les différents mécanismes utilisés par les insectes pour résister aux traitements insecticides.

Les changements physiologiques et cellulaires induits par une exposition des insectes à des doses sublétales d'insecticides pourraient également contribuer à l'adaptation de l'insecte à son environnement, ce qui rend le défi de la gestion des nuisibles difficile. Cette étude a permis de recenser ces données et d'aller plus loin dans la compréhension des mécanismes utilisés par les insectes pour s'adapter à leur environnement ; éléments importants pour le développement de nouvelles stratégies de contrôle des bio-agresseurs.

DOI: 10.1016/j.cois.2018.09.008

Contact : valerie.raymond@univ-angers.fr, unité SIFCIR

Menaces sur l'ancêtre du pommier en Asie : flux de gènes depuis les pommiers domestiqués et invasion de champignons pathogènes "pestifiés"

Les contacts secondaires entre les cultures et leurs apparentés sauvages constituent souvent une menace pour les espèces sauvages. L'analyse des paires hôte-pathogène de pommiers sauvages ou domestiqués d'Asie centrale, ainsi que leur principal champignon pathogène, *Venturia inaequalis*, a permis de mettre en évidence l'existence de flux de gènes des pommiers cultivés vers les pommiers sauvages. Ce flux pourrait menacer la persistance des pommiers sauvages d'Asie. De même, une modélisation démographique a révélé une dispersion récente de la population de *V. inaequalis* de type agricole dans les forêts sauvages et l'existence de flux de gènes entre les populations agricoles et sauvages de champignons. La population de type agricole étant plus virulente sur les deux types d'arbres, cela traduit une "pestification" du champignon suite à la domestication de son hôte. Enfin, un gène potentiellement impliqué dans la pestification du champignon a été identifié.

DOI: 10.1111/mec.15677

Motion design : www.inrae.fr/actualites/tavelure-du-pommier-video

Contact : bruno.lecam@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI)

Surprenante résilience des plantules d'Arabidopsis : Leur plasticité métabolique leur permet de survivre pendant des semaines sans apport de minéraux

Comprendre les mécanismes qui permettent aux plantules fragiles d'assurer l'installation des plantes dans ces conditions défavorables est un enjeu majeur pour l'implantation des cultures dans le contexte du changement climatique. Ces résultats montrent que des plantules confrontées à une forte carence minérale peuvent adapter leur physiologie et leur métabolisme pour survivre, mais sans compromettre leur croissance ultérieure quand les conditions redeviennent favorables. Un tel système résilient est particulièrement adapté pour disséquer les mécanismes de tolérance aux stress environnementaux sur la physiologie des plantes, indépendamment du développement.

DOI: 10.1111/tjp.14325

Contact : david.macherel@univ-angers.fr, unité IRHS

Le facteur de transcription ABI5 joue un rôle majeur dans la maturation des graines de légumineuses en régulant la longévité et le démantèlement des chloroplastes

Les mécanismes qui régulent l'acquisition de la longévité (capacité des graines à rester vivantes et vigoureuses très longtemps pendant leur stockage) pendant le développement restent très peu connus, notamment chez les légumineuses à graines. En tant que source importante en protéines, ces espèces sont stratégiquement et économiquement importantes pour la sécurité alimentaire.

Les résultats montrent qu'ABI5 (impliqué dans la signalisation de l'acide abscissique) joue un rôle majeur dans la maturation de la graine, pendant qu'elle se prépare à survivre à l'état sec, ce qui lui permettra d'attendre les conditions favorables pour la germination. Ainsi, ABI5 est un facteur clé dans la dissémination de l'espèce.

DOI: 10.1105/tpc.16.00470

Contact : olivier.leprince@agrocampus-ouest.fr, unité IRHS

Assemblage de très haute qualité du génome du pommier

Un consortium international, mené par l'IRHS, a pu obtenir ce génome en combinant les dernières technologies de séquençage de l'ADN à celles de la cartographie classique. Ce génome permet d'avoir une vision sans précédent sur la composition et l'évolution du génome d'un arbre et ouvre de nouvelles perspectives pour la création de nouvelles variétés, notamment pour réduire l'utilisation de pesticides. Cette réalisation, aujourd'hui considérée comme une référence, a permis l'essor des études épigénomiques du pommier à l'IRHS et a positionné l'unité comme un leader dans l'étude des plantes ligneuses pérennes.

DOI : 10.1038/ng.3886

Contact : jean-marc.celton@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI)

Séquençage du génome de référence du rosier, de haute qualité

Un consortium international, mené par l'IRHS, a décrypté la base moléculaire d'importants caractères ornementaux (comme la fleur double et la densité des aiguillons). Cette séquence de référence est une ressource importante pour étudier les phénomènes de polyploïdisation et les processus de développement. Elle permettra également d'accélérer la sélection par le développement de marqueurs moléculaires liés aux caractères, l'identification des gènes et l'exploitation de la synténie à travers les Rosaceae.

DOI : 10.1038/s41477-018-0166-1

Contact : fabrice.foucher@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI)

Comment les *Xanthomonas* s'adaptent-ils à leur hôte : une synthèse des connaissances par le "French Network on Xanthomonads"

Pouvoir anticiper les émergences de souches présentant de nouvelles compétences pathologiques, telles que la capacité à infecter de nouveaux hôtes ou à présenter une agressivité accrue sur un hôte d'origine, repose principalement sur notre compréhension des mécanismes impliqués dans l'adaptation à l'hôte et le succès évolutif. Le réseau français des Xanthomonadacées a été invité à rédiger une synthèse sur le sujet en axant la réflexion sur les compétences écologiques et physiologiques des bactéries du genre *Xanthomonas*, dont la connaissance s'est sensiblement accrue grâce aux très nombreuses données génomiques et transcriptomiques acquises récemment.

DOI: 10.1146/annurev-phyto-080615-100147

Contact : marie-agnes.jacques@inrae.fr, unité IRHS

L'exploration des transcriptomes pour identifier de nouvelles phytoctokines clefs de la réponse des plantes aux stress

Comment la plante perçoit et se défend vis-à-vis des contraintes qu'elle subit? Parmi les très nombreux acteurs agissant en réseau, la combinaison d'analyses bioinformatiques des génomes et des transcriptomes, validées par des tests biologiques et biochimiques a permis d'identifier une famille de phytoctokines agissant dans la signalisation intercellulaire pour initier et amplifier une réaction de défense. Cette découverte a un fort potentiel d'innovation en développement de solutions de biocontrôle.

DOI: 10.1093/jxb/ery454

Contacts : jean-pierre.renou@inrae.fr, unité IRHS

sebastien.aubourg@inrae.fr, unité IRHS





Présentation de la nouvelle variété de pomme STORY® Inored au salon de l'agriculture ©N. Mansion, INRAE

➤ Innovations / transferts

Sortir du glyphosate et mettre en place une démarche SME

Dans le cadre du plan national de sortie du glyphosate, l'unité expérimentale Horticole, à Angers, s'est engagée dans la démarche d'arrêt de l'utilisation du glyphosate avec la mise en place de différentes pratiques autour du désherbage mécanique. L'unité était déjà engagée dans d'autres démarches d'adoption de bonnes pratiques : certification verger écoresponsable (depuis 2001), certification Haute Valeur Environnementale de niveau 2 (depuis 2013), mise en place d'un verger conduit en Agriculture Biologique (2014), Certification ISO 14 001, démarche Système de Management Environnemental de l'INRA (depuis 2015), réduction du recours aux produits CMR (cancérogène, mutagène et reprotoxique) (depuis 2016).

Contact : arnaud.lemarquand@inrae.fr, unité HORTI

Évaluer la dégradation d'une litière en milieu cultivé

Le LEVABag^{MD} est un indicateur global de l'activité biologique des sols par une mesure au champ de la dégradation d'une matière organique de référence dans un sol agricole. L'évaluation de la dégradation d'une litière (aérienne ou souterraine) en milieu cultivé a montré que la méthode du litterbag, sur laquelle repose l'indicateur, est pertinente pour mesurer la décomposition de résidus de culture de même que l'impact des pratiques agricoles.

Contact : m.cannavaciolo@groupe-esa.com, unité LEVA

Insecticide et agents synergisants

3 brevets ont été acceptés en 2019 et 2020 :

- Insecticide composition including a synergistic agent, 2019a. URL <https://hal.univ-angers.fr/hal-02563995>
- Insecticide composition including thiamethoxam and a synergistic agent, 2019b. URL <https://hal.univ-angers.fr/hal-02563960>
- New insecticide composition, 2020. URL <https://hal.univ-angers.fr/hal-02564013>

Contact : bruno.lapied@univ-angers.fr, unité SIFCIR

Réduction des intrants : une méthode de contrôle de la tavelure du pommier

Une technique de détournement sexuel des champignons, qui consiste en une introduction massive de *Venturia inaequalis f. sp. pyracantha* dans les vergers en automne afin qu'ils s'accouplent avec *V. inaequalis f. sp. pomi* pour générer des progénitures non pathogènes.

Brevet VENIN : www6.angers-nantes.inrae.fr/irhs
Contact : bruno.lecam@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI)

Biocontrôle : Production d'éliciteurs par extraction liquide

Mise au point des solutions de biocontrôle issues de la valorisation de coproduits disponibles en masse (drêches de tomates et marc de pommes), avec la production d'éliciteurs par Extraction Liquide (projet PEEL).

Brevet : FR3 088 803 A1
Contact : benedict.bakan@inrae.fr, unité BIA (autres unités associées : IRHS et HORTI)

Protection des cultures : exploitation d'un brevet obtenu conjointement par IRHS et SONAS par la start-up Green Impulse

Un concept novateur qui repose sur l'usage de composés naturels fragilisant les agents pathogènes des plantes, plutôt que de les tuer, via des inhibiteurs, dénommés Sensitines.

Brevet : WO2014012766 A1
Unités associées : IRHS et SONAS
Contact : e.pajot@greenimpulse.fr

Nouvelles variétés de pommes

Les programmes de créations variétales, conduits pour certains avec la SARL Novadi, visent 3 objectifs principaux : la résistance aux bioagresseurs, la qualité des fruits et la recherche d'une production importante et régulière. Ils ont donné lieu au dépôt de nouvelles variétés entre 2015 et 2020, notamment Inored Story®, Lespin Garance® et Inogo COV.
Contact : francois.laurens@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI)

Amélioration de la pomme et des fruits à pépins : Laurier Innovation

François Laurens a mis en place dès 2011 des collaborations locales, nationales et européennes afin de développer des outils pour améliorer l'efficacité des programmes de sélection variétale fruitière et obtenir des résistances plus durables à la tavelure en cumulant plusieurs sources de résistance. Fort de son réseau international, il coordonne actuellement trois grands projets internationaux visant à transférer aux producteurs des pratiques culturales plus durables, à améliorer les procédures d'évaluation des variétés et à mieux prédire le comportement des variétés dans des environnements différents et un contexte climatique changeant.

Contact : francois.laurens@inrae.fr, unité IRHS

Méthodes alternatives des cultures : mise en place de 2 LabCom

LabCom ESTIM (Évaluation de STIMulateurs de vitalité des plantes), pour une meilleure utilisation des biostimulants et des SDP (Stimulateurs de Défense des Plantes) pour une agriculture durable.

Contact : marie-noelle.brisset@inrae.fr, unité IRHS

LabCom MATCH (Méthodes Alternatives aux Traitements Chimiques de l'Hortensia), pour développer des outils et méthodes innovantes afin de limiter l'utilisation de la chimie de synthèse dans la production d'Hortensia.

Contact : nathalie.leduc@univ-angers.fr, unité IRHS

Mieux répondre au marché horticole urbain : UMT Stratege

L'Unité Mixte Technologique STRATÈge, portée par Astredhor en partenariat avec INRAE, L'Institut Agro et l'Université d'Angers, labellisée en 2017, a pour objectif de redynamiser la filière horticole en favorisant l'adaptation des produits végétaux aux nouvelles opportunités de croissance du marché, avec notamment l'étude de stratégies techniques et marketing pour mieux répondre au marché horticole urbain.

Contact : allan.maignant@astredhor.fr

➤ Expertises & appui aux politiques publiques

Expertiser les nouvelles variétés végétales et la qualité des semences

Le GEVES est un groupement d'intérêt public, organisme officiel unique en France assurant l'expertise sur les nouvelles variétés végétales et l'analyse de la qualité des semences. Il est constitué par INRAE, le Ministère en charge de l'Agriculture et SEMAE.

Le GEVES est Laboratoire National de Référence (LNR) dans le domaine de la qualité des semences et plants depuis 2017 et a été désigné LNR dans le domaine de la santé des végétaux en 2020. Il mène aussi des études et évaluation en lien avec le CTPS en vue de l'inscription au Catalogue officiel de nouvelles variétés et pour le compte de l'INOV et l'OCW pour la délivrance de titres de protection intellectuelle (COV). Il conduit des projets de recherche et a un rôle majeur au niveau international (notamment au sein de l'ISTA et de l'UPOV) pour le développement et l'harmonisation de méthodes d'évaluation de la qualité des semences et des variétés. Il est expert auprès du ministère en charge de l'agriculture qui lui a en outre confié une mission de coordination nationale au niveau de la conservation des ressources phylogénétiques.

Contact : nathalie.auge@geves.fr, GEVES

Informers les pouvoirs publics sur les risques d'émergences des maladies

Les travaux de l'unité IRHS permettent d'identifier les moteurs de l'émergence des bactéries phytopathogènes en croisant des approches de génomique comparative et de phénotypage des microorganismes. Ces travaux, menés sur des *Xanthomonas* mais également sur *Xylella fastidiosa*, conduisent à revisiter la phylogénie de certains groupes d'agents pathogènes, d'en réviser la taxonomie et d'améliorer les outils de détection, d'identification et de typage ; ils permettent également de retracer les événements ayant permis la convergence pathologique de souches phylogénétiquement distantes.

Contact : marie-agnes.jacques@inrae.fr, unité IRHS

➤ Rayonnement international

FOCUS FORMATION

Summer school Plant science

Cette École d'Été, portée par l'Université d'Angers, sur les nouveaux développements dans la recherche sur la santé et la qualité des plantes rassemble des jeunes de niveau master ou doctorat et des experts du monde entier autour de conférences, ateliers, démonstrations et visites de laboratoires. La coordination scientifique est assurée par la SFR QuaSaV. 5 éditions ont été réalisées, accueillant au total 70 étudiants internationaux.

Doctorants EIR-A

Le parcours d'excellence proposé par l'École Internationale de Recherche d'Agreenium a pour ambition d'améliorer l'employabilité des doctorants par une ouverture à l'international et une sensibilisation aux grands enjeux de société du champ des agrosociétés. 3 doctorants ont intégré ce parcours entre 2015 et 2018 : Diana Lopez-Arias, Mylène Ruh et Ellen Guittou (IRHS).

Colloques internationaux

L'organisation à Angers de symposiums internationaux marque la reconnaissance des thématiques angevines dans les enjeux internationaux, notamment :

- International Horticultural Congress 2022
- International plant epi/genetics meeting 2018
- International Symposium on Rose Research and Cultivation 2017
- International Rosaceae Genomics Conference 2016

Implication dans des projets H2020.

Consur une sélection de projets, en coordination ou en partenariat :

- **Innovations dans le domaine du contrôle de la variabilité des plantes en Europe [INVITE].** Ce projet d'innovations dans les essais de variétés végétales en Europe vise à favoriser l'introduction de nouvelles variétés mieux adaptées à des conditions biotiques et abiotiques variables et à des pratiques de gestion des cultures plus durables. Il regroupe 29 partenaires de 13 pays. Coordination : francois.laurens@inrae.fr, unité IRHS (autre unité associée : HORTI).
- **Confinement actif de *Xylella Fastidiosa* par une stratégie de recherche orientée vers la multidisciplinarité [XF-ACTORS].** 1^{er} projet de recherche en Europe entièrement consacré à la recherche sur *Xylella fastidiosa* (*Xf*) : pathogénie, transmission et sensibilité des hôtes aux souches de *Xf* isolée dans les foyers de l'UE, en vue de la mise en œuvre d'outils d'évaluation du risque phytosanitaire, de prévention et de réduction de l'impact des maladies induites par *Xylella*. Contact : marie-agnes.jacques@inrae.fr, unité IRHS.
- **Réduire la dépendance aux protéines végétales importées, en développant la culture des légumineuses [EUCLEG].** Ce projet a pour ambition d'améliorer l'efficacité de l'évaluation variétale et les informations dont disposent les utilisateurs sur les performances des variétés dans diverses conditions de production et d'aider à la valorisation et à la promotion de variétés pour des pratiques agricoles durables et adaptées aux changements du climat. Contact : julia.buitink@inrae.fr, unité IRHS.
- **Lutte intégrée contre les ravageurs [OPTIMA].** Le projet vise à développer une méthode de gestion intégrée des bioagresseurs en vergers de pommiers (tavelure), sur vigne (mildiou) et sur légumes de plein champ (carotte/alternariose) en mettant en œuvre l'utilisation de bio pesticides, des modèles de prédiction et de détection précoces des maladies, ainsi que des techniques de pulvérisation de précision. Contact : valerie.leclerc@agrocampus-ouest.fr, unité IRHS.
- **Diversification des cultures : rotation, culture intercalaires et cultures multiples [DiverIMPACTS].** L'objectif est d'atteindre le plein potentiel lié à la diversification des systèmes de culture pour une meilleure productivité et une meilleure fourniture de services écosystémiques. Le WP3, coordonné par le LEVA, a mis en place un réseau d'essais de terrain pour évaluer les impacts de la diversification des cultures. Contact : g.hellou@groupe-esa.com, unité LEVA.



Workshop "Quantitative Trait Loci detection using RQTL" lors de la Summer School Plant, à Angers ©N. Mansion, INRAE



➤ Partager nos connaissances

Si les recherches menées sur le centre se font pour partie en partenariat avec des acteurs académiques, elles se font également en lien avec des acteurs du territoire et notamment dans les secteurs agronomiques tels que les semences, le maraîchage, l'arboriculture fruitière ou les plantes ornementales où la Région des Pays de la Loire se situe parmi les leaders du secteur. Au-delà des projets de recherche, c'est aussi via des rencontres professionnelles, des projets de sciences participatives ou des supports de communication tels que des vidéos, des fiches techniques, des bandes dessinées ou même des expositions, que des actions sont mises en place à différents niveaux.

Par ailleurs, les équipes de recherche organisent ou participent à une dizaine d'événements grand public et professionnels chaque année : fête de la science, Nuit des chercheurs, Fascination Plant Day, Made in Angers, Food Angers, Les Utopiales, Biennale des roses parfumées, salons professionnels (SIVAL et Salon du Végétal) et grand public (Salon de l'agriculture). Ils répondent aussi aux médias, rédigent des articles de vulgarisation et diffusent, à travers les sites internet et les réseaux sociaux, leurs actualités et leurs résultats de recherche afin d'informer des avancées et d'interagir avec la société.

Journées de l'Agrodiversité

Organisation à l'ESA de journées d'échanges, en 2018 et 2019, et ateliers avec des agriculteurs sur "la diversification des cultures, de la conception au partage : construction, mise en œuvre, formation & accompagnement". Ces journées ont pour objectif d'aider les agriculteurs à définir de nouvelles pratiques, à transférer des résultats de projets de recherche et à échanger des pratiques.
Contact : j.fustec@groupe-esa.com, unité LEVA

Exposition sur les facteurs de réussite de l'innovation en horticulture ornementale

Une exposition itinérante qui retrace les principaux résultats du projet régional FLoRHiGe (qui vise à identifier les facteurs de réussite de l'innovation variétale en horticulture ornementale en étudiant la sélection des rosiers aux XVIII^e et XIX^e siècles) a été réalisée. Les 10 panneaux sont régulièrement exposés lors d'événements professionnels et grand public.
Contact : alix.permet@inrae.fr, unité IRHS

Explorer la diversité des champignons micromycètes : projet de science participative MYC-MACS

Création d'une base de donnée (images et séquences génomiques) interactive focalisée sur les champignons micromycètes associés aux plantes et aux semences, qui pourra être interrogée pour identifier des mycètes en TP (niveaux collège, lycée et université), TD ou pour des actions de formation de la filière semences.
Contact : thomas.guillemette@univ-angers.fr, unité IRHS

Interactions lors des salons

Chaque année, des recherches sur la qualité et la santé des produits horticoles et des semences sont présentées sur des salons professionnels (SIVAL, Salon du végétal) et grand public (salon international de l'agriculture), avec notamment la présentation des CRB (pommiers, rosiers, apiacées légumières, bactéries phytopathogènes), des dégustations de pommes, la création variétale fruitière et ornementale, l'AgTech Data challenge, les modes d'actions des insecticides...
Contact : inrae-pays-de-la-loire@inrae.fr

Road Movie : une vidéo sur la résistance des plantes

Réalisation d'un film d'animation pour expliquer la stratégie d'identification de gènes à résistance durable, basée sur une incapacité intrinsèque des agents pathogènes à modifier les protéines clés. Trois autres films d'animations compléteront en 2021 ce point sur les connaissances sur l'adaptation et le contournement de la résistance du pommier face à la tavelure.
Contact : bruno.lecam@inrae.fr, unité IRHS

Découverte des métiers et des recherches lors de la Fête de la science

Faire découvrir, interagir avec le public au travers d'ateliers, de conférences, de débats, de jeux de piste, de jeux éducatifs, de portes ouvertes, de tests de consommation... tels sont les objectifs de ce rendez-vous annuel où scientifiques et public prennent le temps d'échanger et d'aller plus loin pour expliquer la démarche scientifique mais aussi la compréhension des enjeux de nos recherches.
Contact : inrae-pays-de-la-loire@inrae.fr

➤ Distinctions remarquables

Laurier Innovation INRAE

François Laurens a été distingué en 2020 pour son parcours en faveur de l'innovation dans le domaine de l'amélioration de la pomme et des fruits à pépins, avec le développement d'outils en vue d'améliorer l'efficacité des programmes de sélection et obtenir des résistances plus durables.

Médaille d'Or de l'Académie d'Agriculture

Jean-Pierre Renou a été distingué en 2019 pour sa contribution fructueuse au développement de la transcriptomique des plantes et pour ses qualités d'enseignant et de chercheur en biotechnologies végétales, à la direction de l'IRHS à Angers.

Prix Jean Dufresnoy de l'Académie d'Agriculture

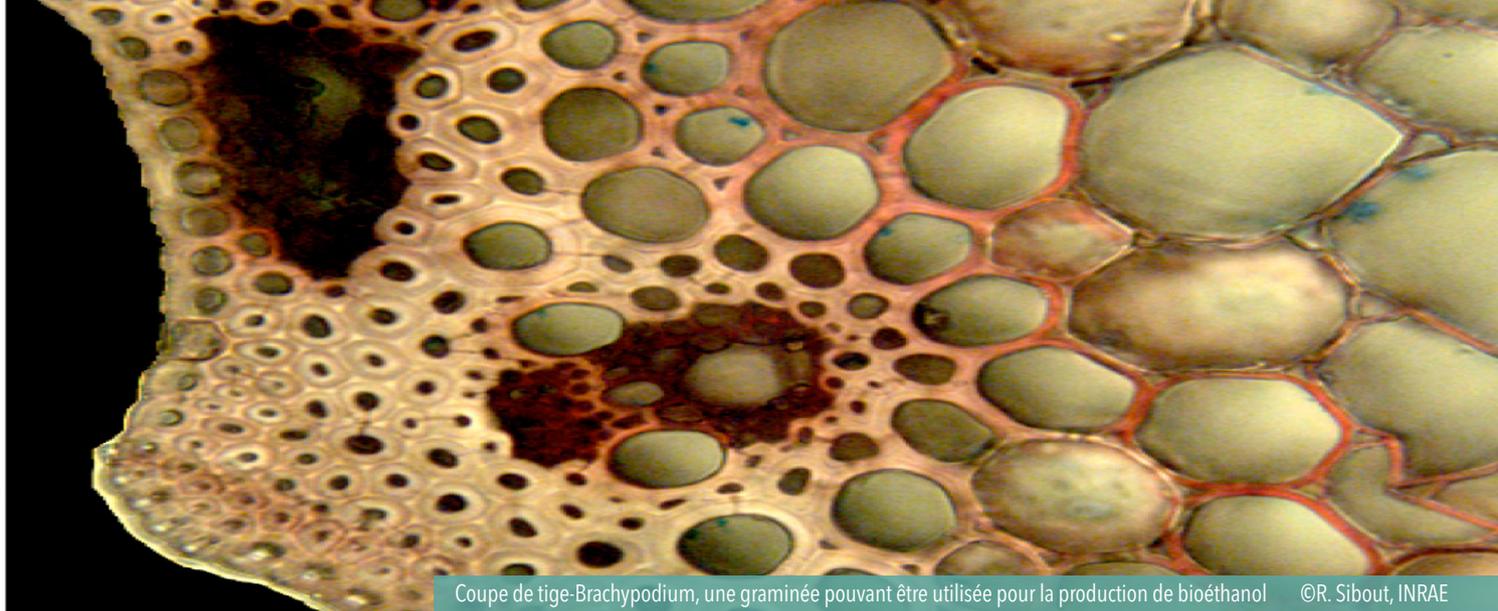
Fabrice Foucher a été distingué en 2020 pour ses études et résultats de recherche sur le séquençage du génome du rosier, la remontée de floraison, les applications professionnelles ainsi que l'interdisciplinarité avec les sciences humaines et sociales.

Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux innovants

Dans un contexte de transitions démographique et alimentaire, de contraintes environnementale et énergétique et de l'impact de ces facteurs sur la santé publique, les acteurs doivent faire face à un enjeu majeur de durabilité des chaînes de production et d'alimentation.

Unités de recherche

- UPR BIA - Biopolymères Interactions Assemblages
- USC GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et les Procédés
- USC STAT SC - Statistique, Sensoriété et Chimométrie



Coupe de tige-Brachypodium, une graminée pouvant être utilisée pour la production de bioéthanol ©R. Sibout, INRAE

➤ Enjeux & thématiques

ENJEUX

- **Gestion durable des ressources, des productions et des produits**
- **Construction durable de la qualité des aliments et des systèmes alimentaires**
- **Valorisation des bio-ressources pour des usages non-alimentaires**

THÉMATIQUES

- Transformation durable des ressources agricoles et de la biomasse végétale
- Approche multifactorielle de la qualité des agro-ressources
- Aliments formulés sains et durables
- Conception de méthode d'évaluation
- Conception d'itinéraire technologique
- Biosourcing de métabolites et biopolymères d'origine végétale

ENTRETIEN AVEC

Marc Anton

Directeur de l'unité BIA et coordonnateur scientifique du RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment



Évolution des thématiques

Comment voyez-vous l'évolution des thématiques ?

Le positionnement actuel de l'unité BIA sur la transformation durable des agro-ressources depuis leur construction jusqu'à leur déconstruction doit être consolidé en appréhendant plus fortement les niveaux de complexité des ressources. Ainsi après avoir étudié les biopolymères de façon individuelle ou au sein d'assemblages, l'enjeu est maintenant de porter des questions de recherche autour des interactions entre les différentes familles de biopolymères pour mieux intégrer et hiérarchiser les différents niveaux de la complexité des architectures naturelles ou formulées en prenant en compte leurs dynamiques de transformation.

Quels en sont les enjeux spécifiques ?

(i) Pour les ressources natives (grains, fruits charnus) : maîtriser leurs qualités et leurs fonctionnalités dans un contexte de nouvelles pratiques culturelles,
 (ii) Pour les matrices alimentaires (émulsions, mousses, gels, liquides de fruits, solides alvéolaires) : accompagner les transitions vers des produits plus durables et plus sains,
 (iii) pour les matériaux bio-sourcés (émulsions, films, particules, ...) : concevoir des produits durables à efficacité fonctionnelle avérée.

A travers ces trois enjeux spécifiques, un thème transversal est décliné, centré sur la santé des consommateurs via des recherches autour de l'évaluation de l'impact de la structure des aliments sur la santé, le fractionnement de molécules à activités biologiques, la conception de matériaux et de dispositifs pour le biomédical et le développement de procédés pour garantir l'innocuité des matériaux bio-sourcés.

➤ Les temps forts



➤ Stratégie de site

Les équipes scientifiques se sont regroupées au sein de la SFR IBSM (Structure Fédérative de Recherche Ingénierie des Biopolymères pour la Structuration de Matrices et de Matériaux), en exploitant les complémentarités des compétences disciplinaires dans le domaine des études structurales et des fonctionnalités, des approches multi-échelles, du génie des procédés et de la valorisation des agro-ressources.

Oniris et INRAE sont partenaires de l'I-Site NeXT (Nantes excellence trajectory). L'initiative NeXT a pour ambition de renforcer la structuration de la recherche et l'enseignement supérieur du site nantais autour d'une dynamique de site sur la santé et l'industrie du futur.

Par ailleurs, les unités nantaises participent à la construction du Technocampus Alimentation, qui rassemble les entreprises alimentaires, l'enseignement supérieur, les scientifiques, techniques et institutionnels dans le déploiement du projet alimentaire ligérien.

Cette structuration territoriale commune a notamment donné lieu à la mise en place du programme Recherche-Formation-Innovation (RFI) Food For Tomorrow / Cap Aliment, coordonné par l'association Cap Aliment. Le volet recherche était porté par INRAE, le volet Formation par Oniris et le volet Innovation par Cap Aliment. Ce programme visait à renforcer les synergies entre les différents acteurs de la Recherche, de la Formation et de l'Innovation dans le domaine de l'alimentation et de l'agroalimentaire en Pays de la Loire pour augmenter la visibilité et l'attractivité de cette filière à l'échelle nationale et internationale.

De plus, INRAE porte le GIS Systèmes Agro-Alimentaires des Pays de la Loire (SAAPL) depuis 2015, qui fédère 24 laboratoires dans le cadre du programme RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment.

Au-delà du site nantais, la structuration d'un Pôle sur les transitions alimentaires (Food Science Grand-Ouest) est en cours avec les partenaires bretons.

Les unités du centre développent également des projets qui associent entreprises et laboratoires de recherche, avec les deux pôles de compétitivité Valorial et Vegepolys Valley.

➤ Des dispositifs de pointe

Plateforme BIBS

Bioressources : imagerie, biochimie & structure

BIBS propose des méthodes de caractérisation physico-chimique des bioressources, naturelles ou transformées, sur une gamme d'échelle allant de la molécule à l'objet. Ceci permet d'accéder à la composition, à la structure, à l'organisation, à la localisation et au dynamisme des biopolymères. BIBS est certifiée ISO 9001 depuis 2009 et est intégrée dans le GIS national IBISA et le GIS régional Biogenouest. La plateforme est localisée à Nantes et gérée par l'unité BIA.
www.bibs.inrae.fr

Cette période 2015-2020 a vu la montée en puissance de la plateforme qui a été caractérisée par :

- La labellisation par INRAE comme Infrastructure Scientifique Collective
- L'intégration comme membre de l'Infrastructure de recherche distribuée Phenome-Emphasis, infrastructure de phénotypologie végétale.
- Co-création de l'infrastructure de recherche distribuée PROBE (infrastructure INRAE regroupant 4 plateformes), en 2019, dont l'objectif est de fournir une offre ambitieuse de caractérisation des bioressources et bioproduits en lien avec leurs propriétés
- Participation, via PROBE, à la construction de l'infrastructure CALIS (Consommateur-Alimentation-Santé) pour accroître la visibilité des recherches en alimentation d'INRAE
- L'implication dans le projet AgroDataRing, projet fédérateur autour du stockage des données
- Le CPER 2015/2020 a permis un saut technologique avec le financement de nouveaux équipements (4,5 M€), notamment un microscope électronique à balayage, un spectromètre de masse à mobilité ionique cyclique, un spectromètre de masse pour l'imagerie et un accessoire de micro-imagerie par résonance magnétique nucléaire.

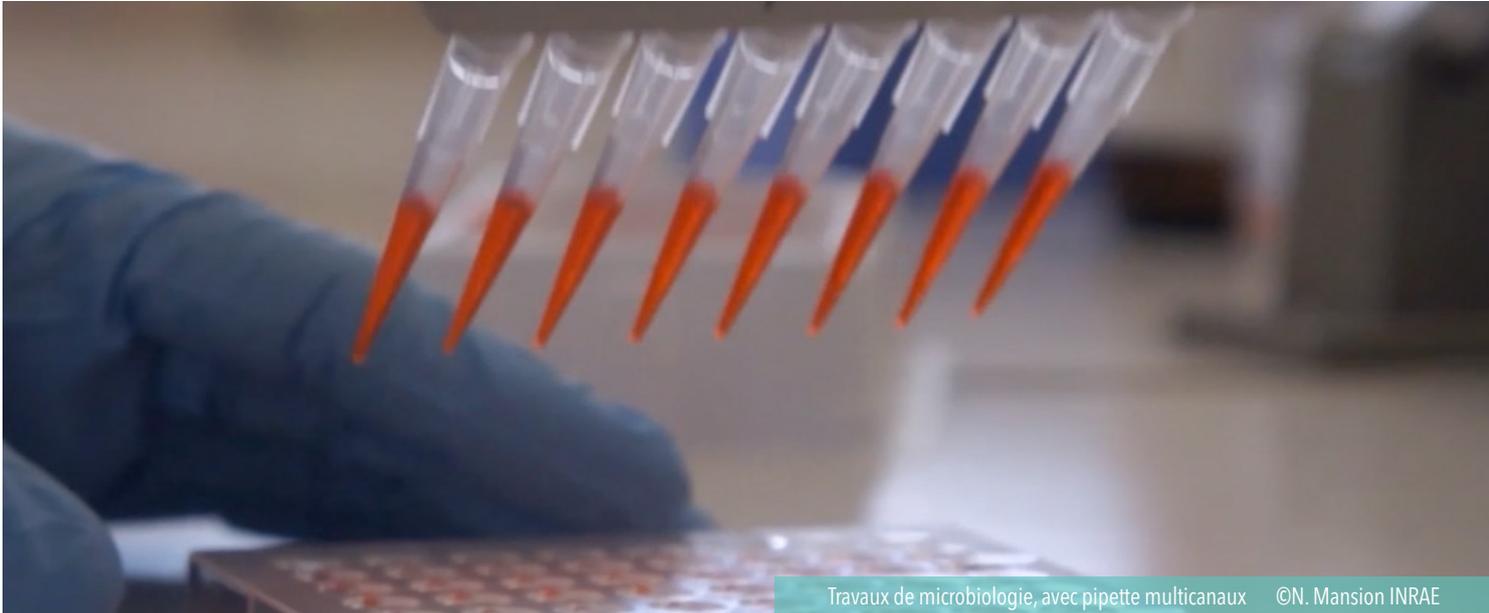
Digesteur instrumenté

Le digesteur permet de moduler les conditions physiologiques de la digestion et notamment de prendre en compte les variations de pH au niveau gastrique et les cinétiques des vidanges gastriques et intestinales. Cet équipement est localisé à Nantes et géré par l'unité BIA.

Cet équipement original a été l'occasion de développer par exemple des collaborations avec le Département "d'Agrotechnology & Food Sciences" du WUR (Pays-Bas).

Les données fournies par ce dispositif permettent de fournir des modèles mathématiques de la dynamique des systèmes complexes.





Travaux de microbiologie, avec pipette multicanaux ©N. Mansion INRAE

➤ Sélection de résultats marquants

ZOOM SUR

3 projets de recherche

Vers une optimisation de l'absorption des micro-constituants lipophiles via les assemblages intestinaux formés avec différents types et quantités de lipides. [ANR ASSEMBILES]

Des assemblages mixtes, composés de lipides et de sels biliaires, se forment pendant la digestion et sont responsables du transport des lipides et des micro-constituants lipophiles tels que les vitamines A, E, D, K, les caroténoïdes, les stérols. Mais les déterminants de leur capacité de solubilisation (la quantité qu'ils peuvent incorporer) ne sont pas bien connus. L'objectif du projet est de comprendre le rôle du type d'acide gras et de monoglycéride (les produits de digestion des triglycérides) sur la structure des assemblages bile-lipides et sur leur capacité de solubilisation des micro-constituants lipophiles, ainsi qu'à comprendre comment ces structures influencent ensuite l'absorption de ces composés lipophiles *in vitro* et *in vivo*.

Contact : isabelle.capron@inrae.fr, unité BIA

Vers des émulsions alimentaires saines, stables et durables : un défi scientifique - [Connect Talent - Région Pays de la Loire]

Le dispositif régional Connect Talent vise à soutenir l'installation et l'ancrage de leaders scientifiques de renommée internationale dans la Région Pays de la Loire, porteurs de projets dont l'objectif est de relever des défis scientifiques majeurs et dont les impacts sociétaux et économiques sont incontestables. Claire Berton était précédemment enseignant chercheur au WUR (Pays-Bas). Avec la demande croissante de produits plus sains et naturels, il est essentiel de produire nos aliments de façon plus durable afin de préserver les systèmes environnementaux, en favorisant notamment l'utilisation d'ingrédients d'origine végétale et peu transformés. Le projet VESTA, qui intègre des collaborations locales, nationales et internationales, se focalise sur les émulsions huile-dans-eau. Il s'attache à contrôler la microstructure d'émulsions alimentaires afin d'améliorer les fonctionnalités de composants ciblés.

Contact : claire.berthon-carabin@inrae.fr, unité BIA

Conception de nouveaux matériaux biosourcés performants et durables [Etoile Montante Nanomach - Région Pays de la Loire]

Ce projet visait à fabriquer des machines moléculaires qui transforment l'énergie en mouvement linéaire ou rotationnel à l'échelle moléculaire. Ainsi une nouvelle méthode de fractionnement des fibres de cellulose par voie enzymatique a été mise au point. Ce mécanisme de défibrillation permet de produire des nanofibres avec moins d'énergie et d'accéder à plus de possibilités d'assemblage.

Contact : ana.villares@inrae.fr, unité BIA

Mise au point d'une nouvelle méthode de caractérisation sensorielle

L'objectif de cette étude est d'améliorer les méthodes de caractérisation sensorielle, notamment des vins, en contexte professionnel. Une liste d'attributs communs est imposée aux dégustateurs, complétée par la possibilité offerte à chacun d'ajouter quelques termes individuellement. Chaque attribut, imposé ou non, est évalué à partir d'une échelle d'intensité.

Cette caractérisation réunit les avantages du profil descriptif conventionnel et du profil libre. Elle permet ainsi une approche inférentielle sur les attributs communs mais permet également d'assurer l'exhaustivité des descripteurs dans le cas où cette liste initiale n'est pas suffisante. Cette approche développée sur les vins a depuis été plusieurs fois mise en œuvre sur d'autres produits.

DOI: 10.1016/j.foodqual.2016.11.005

Contact : r.symoneaux@groupe-esa.com, unité GRAPPE

Quel outil d'évaluation sensorielle avec un jury non entraîné ?

L'évaluation de la perception des produits par des sujets non entraînés à l'évaluation sensorielle s'est généralisée ces dernières années avec l'utilisation de méthodes dites rapides telle que l'épreuve CATA (Check All That Apply) dans laquelle chaque sujet est invité, pour chaque produit évalué, à cocher parmi une liste d'attributs sensoriels, ceux qui s'appliquent à ce produit. Le traitement des données consiste à calculer la matrice produits x attributs indiquant le nombre de sujets ayant coché l'attribut pour chaque produit. Une carte est alors déterminée. Elle permet de visualiser facilement les produits qui se ressemblent sur la base des attributs évalués.

Deux améliorations à cette démarche ont été proposées : (i) pondérer les évaluations de chaque sujet en tenant compte de l'accord de celui-ci, avec le point de vue global du panel ; (ii) révéler les éventuelles différences perceptuelles observées à partir de la caractérisation des produits par une segmentation des sujets. Il ressort de ce travail que la prise en compte d'une segmentation des sujets offre une caractérisation plus précise des produits, en minimisant également l'impact des sujets atypiques.

DOI: 10.1016/j.foodqual.2018.09.006

Contact : evelyne.vigneau@oniris-nantes.fr, unité StatSC

Stabilité et couleur des jus de pomme et cidres rosés

Afin de comprendre le potentiel couleur de certaines variétés de pommes dans l'élaboration de jus et de cidres rosés, le profil polyphénolique d'une série de 15 variétés de pomme à chair rouge a été finement étudié.

L'analyse a montré le rôle prépondérant de la concentration d'un polyphénol de la famille des anthocyanes, l'idéaïne, sur l'intensité de la teinte rouge-rosé. Un pH bas vient renforcer l'expression et la stabilité de cette couleur. D'autres facteurs, tels que l'activité enzymatique, contribuent aussi à la stabilité de la couleur en rapport avec l'oxydation. Ces résultats soulignent déjà la diversité et le potentiel des variétés de pommes à chair rouge qui, utilisées en mélange avec d'autres variétés plus classiques, serviront à l'élaboration des jus et des cidres rosés de demain.

DOI: 10.1016/j.lwt.2016.11.006

Contact : sylvain.guyot@inrae.fr, unité BIA (autres unités associées : IRHS, Horti)

Propriétés mécaniques des pommes : interactions entre cellulose, pectines et eau dans les parois des cellules

Ayant une incidence à la fois sur la perception de la texture et sur la capacité de transformation, les propriétés mécaniques sont des déterminants clés de la qualité des fruits charnus pour les consommateurs et l'industrie alimentaire. La contribution de la chimie et de l'organisation des polysaccharides de paroi cellulaire sur la variabilité des propriétés mécaniques des pommes a été étudiée pour six variétés de pommes.

Une analyse compositionnelle (corrélation des teneurs en arabinose, galactose et acides uroniques) et des mesures RMN (interactions au sein du réseau polysaccharidique de la paroi) ont mis en évidence des variétés de pommes mieux adaptées - en terme de propriétés mécaniques - aux processus industriels.

DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.115768

Contact : marc.lahaye@inrae.fr, unité BIA

Les enzymes de dégradation des parois végétales pour la révélation de molécules à activité biologique

L'utilisation d'enzymes de dégradation des parois végétales permet à la fois d'améliorer les valeurs nutritionnelles des végétaux et d'extraire des molécules d'intérêt à partir de co-produits utilisés comme sources d'ingrédients fonctionnels (ex : tiges, coques, noyaux, gousses, marcs...).

La production de xylo-oligosaccharides (XOS) à partir de coques de noix et de gousses de petits pois a été mise au point à l'aide d'une enzyme spécifique. Ces XOS sont reconnus comme ayant une activité prébiotique. Les oligosaccharides prébiotiques libérés par l'hydrolyse enzymatique du grain de blé améliorent la santé digestive du poulet. Ces molécules peuvent également être produites in situ dans le tractus digestif et ainsi optimiser l'utilisation du grain de blé par l'animal.

DOI: 10.1016/j.carbpol.2021.117932; 10.1016/j.anifeedsci.2016.05.016; 10.3382/ps/pex297

Contact : estelle.bonnin@inrae.fr, unité BIA

La zéine : un matériau modèle pour l'impression 3D de biopolymères fondus

À chaud, la zéine (protéine de réserve du grain de maïs) présente le comportement d'un fluide visqueux rhéofluidifiant, proche de celui de polymères standards.

L'équipe a montré que l'agrégation thermique de la zéine entraîne une gélification du matériau fondu et que ce phénomène est modulable grâce à l'adjonction de plastifiants qui favorise sa mise en œuvre. Ainsi, la zéine se révèle être un bon candidat pour le développement de nouveaux matériaux thermoplastiques (prototypage rapide, matériaux pour le domaine biomédical, ou élaboration d'aliments personnalisés).

DOI: 10.1016/j.polymertesting.2019.04.020

Contact : laurent.chaunier@inrae.fr, unité BIA

Morphologie du grain de blé par micro-tomographie RX au cours de son développement

La baisse des rendements des cultures ainsi que l'impact de la forme du grain de blé sur les procédés de mouture nécessitent de mieux identifier et quantifier les changements de morphologie du grain lors de son développement.

Un traitement des images 3D ainsi qu'une analyse statistique de forme, ont permis : i) d'identifier de manière semi-automatisée les compartiments du grain; ii) de définir des formes représentatives des grains à chaque stade de développement; iii) de quantifier les variations de morphologie au cours de la croissance. De futurs travaux consisteront à construire un modèle 4D (3D+temps) de la croissance du grain.

DOI: 10.1186/s13007-019-0468-y

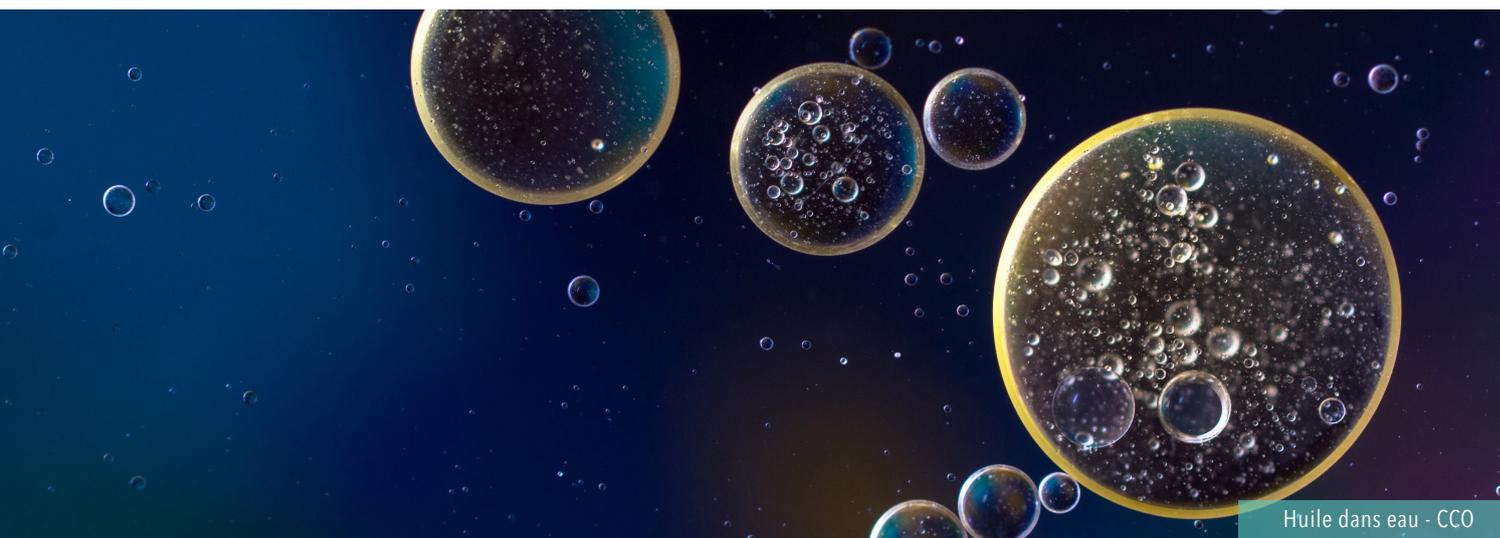
Contact : david.legland@inrae.fr, unité BIA

➤ Distinction remarquable

Laurier Espoir scientifique INRAE

Ana Villares a été distinguée en 2016 pour ses travaux sur la biomasse lignocellulosique et son utilisation pour l'élaboration de nouveaux matériaux. Les travaux de recherche d'Ana Villares portent sur la conception de nouveaux matériaux biosourcés.

Dans un contexte de développement durable et de réduction des émissions de CO₂, la cellulose a été choisie comme une source renouvelable de matériaux biosourcés. Son projet vise à développer de nouveaux matériaux fonctionnels à partir de polysaccharides et notamment des nanocristaux/nanofibres de polysaccharides en tirant avantage de l'agencement spécifique de ces structures, issu de leur biosynthèse.





Des implants biodégradables, à mémoire de forme, en amidon ©N. Mansion, INRAE

➤ Innovations / transferts

Développement d'ingrédients protéiques végétaux fonctionnels et preuve de concept via la fabrication de produits fermentés pour l'alimentation humaine [DEFI]

Ce projet, financé dans le cadre des Projets Structurants des filières Agricoles et Agroalimentaires (PS2A) et porté par des partenaires industriels, vise le développement d'ingrédients protéiques végétaux fonctionnels et la réalisation d'une preuve de concept via la fabrication de desserts fermentés pour l'alimentation humaine.

Contact : alain.riublanc@inrae.fr, unité BIA

La cellulose comme superisolant

Des aérogels avec des propriétés thermiques de superisolants fabriqués à partir de nanofibres de cellulose sont complètement biosourcés. Ils présentent l'avantage d'être biodégradables, biocompatibles et renouvelables. De plus, ces matériaux celluloseux de haute porosité et densité faible sont résistants et peuvent être déformés jusqu'à 60%.

Contact : bernard.cathala@inrae.fr, unité BIA

Emulsion multiple stabilisée par un émulsifiant riche en phosphatidyléthanolamine

Une émulsion multiple de type eau-dans-huile-dans-eau comprenant une phase aqueuse continue dans laquelle est dispersée une émulsion primaire inverse eau-dans-huile, laquelle émulsion primaire inverse comprend une phase aqueuse interne et une phase huileuse, stabilisée par au moins un émulsifiant lipophile, caractérisée en ce que ledit au moins un émulsifiant lipophile comprend au moins 70 % de phosphatidyléthanolamines (PE), en poids, par rapport au poids total de l'émulsifiant. L'invention concerne encore un procédé d'obtention de l'émulsion ainsi que l'utilisation de l'émulsion pour encapsuler une matière hydrophile d'intérêt.

Contact : sebastien.marze@inrae.fr, unité BIA

Méthode de production de nanocelluloses à partir d'un substrat cellulosique

Les propriétés des nanocelluloses, notamment leur capacité à former des films, leur viscosité, leur dispersion, leur confèrent un intérêt majeur dans des domaines industriels. Une combinaison enzymatique permet d'améliorer l'efficacité de transformation de la cellulose en glucose. Les chercheurs ont montré que les LPMO (Lytic Polysaccharides Mono Oxygénases) pouvaient être mises à profit pour créer des brèches dans la structure cristalline des fibres de cellulose, facilitant leur fractionnement ultérieur. Deux brevets déposés en 2015 et 2017 (FR3037078 et FR1757422) proposent un nouveau procédé enzymatique de défibrillation de substrats cellulosiques.

Contact : bernard.cathala@inrae.fr, unité BIA

Biomatériaux à base d'amidon pour des implants biodégradables

Il existe dans le domaine biomédical un besoin de développer de nouveaux dispositifs implantables et biodégradables après une courte durée de vie. L'amidon peut être mis en forme par le procédé d'extrusion et par thermomoulage. Dans le domaine biomédical, les molécules naturelles présentent l'avantage d'être bien acceptées par les patients. Plus spécifiquement les polysaccharides sont de bons candidats car ils sont biocompatibles.

Contact : denis.lourdin@inrae.fr, unité BIA

Les protéines laitières, source potentielle d'innovation pour l'industrie laitière française [PROFIL]

Le projet PROFIL vise à exploiter les propriétés multifonctionnelles des protéines laitières pour créer (i) des produits laitiers sans additifs répondant aux attentes de naturalité des consommateurs ; (ii) de nouveaux produits correspondant à de nouvelles habitudes de consommation. Le projet a réuni 7 partenaires académiques et un consortium de 10 industriels laitiers. L'utilisation de ces protéines comme agents de conservation, texturant et vectorisant, est totalement innovante. Les assemblages protéiques peuvent prendre plusieurs formes en fonction de la conduite opérationnelle des procédés technologiques utilisés : fractals, microgels, fibrillaires, mixtes.

Contact : alain.riublanc@inrae.fr, unité BIA

UMT Actia Nova²cidre

L'Unité Mixte de Technologie officialise un partenariat de recherche et de développement entre les unités BIA, IRHS et l'Institut Français des Productions Cidricoles. Ce programme répond à deux principaux objectifs : (i) adapter les produits aux consommateurs sur la base des perceptions gustatives, visuelles et olfactives ; (ii) adapter les procédés aux exigences environnementales et participer à l'émergence de systèmes de production de la matière première plus écologiques, tout en garantissant la qualité des produits. Les résultats (connaissances, itinéraires, outils) permettent aux opérateurs de la filière de mieux répondre aux enjeux auxquels ils sont confrontés et d'améliorer les itinéraires technologiques.

Contact : sylvain.guyot@inrae.fr, unité BIA

➤ Rayonnement international

Outre leurs implications dans des projets de recherche internationaux, les unités du centre consolident leurs réseaux de collaboration à l'international à travers différentes actions :

Composites de lin, poids léger, fin de vie et recyclage [Flower]

Ce projet France-Angleterre (2018-2022) rassemble 4 partenaires académiques ainsi que 4 partenaires du secteur industriel des composites. Il vise à développer des renforts en fibre de lin produits pour l'industrie des composites pour un coût inférieur aux produits existants, en améliorant les performances, le bilan environnemental et la fin de vie des produits actuels.

Contact : johnny.beaugrand@inrae.fr, unité BIA

Le réseau européen de modèles pour l'alimentation [FoodMC]

Cette action COST FoodMC (Mathematical and Computer Science Methods for Food Science and Industry) a pour objectif de réunir des chercheurs et des praticiens des sciences des aliments, des mathématiques et de l'informatique, afin d'améliorer l'adoption et la compréhension des modèles dans le domaine de l'aliment.

Contact : kamal.kansou@inrae.fr, unité BIA

Colloques internationaux

L'organisation à Nantes de symposiums internationaux marque la reconnaissance de l'implication des unités nantaises dans les enjeux internationaux, notamment :

- Congrès Plant Apoplastic Diffusion Barriers (2015)
- Biopolymers International Conference (2015)
- International Whole Grain (2017)
- Conférence internationale EFFoST (2018)
- International Congress and Engineering and Food (2019)
- Plant fibers and biopolymers for biobased materials and composite applications (2019)

Implication dans des projets H2020

Produits agroalimentaires optimisés pour les seniors [OPTIFEL]

Ce projet coordonné par l'INRA (2013-2017) et embarquant 27 partenaires européens visait à améliorer l'alimentation des seniors par l'amélioration d'une offre agroalimentaire adaptée et savoureuse. Pour cela, les besoins et les souhaits des seniors ont été identifiés, conduisant à la proposition de recettes adaptées à base de fruits et légumes et testées par des seniors eux-mêmes. Les produits ont fait l'objet de diverses analyses : microbiologiques, nutritionnelles, texturales et de couleur (appétence).

Contact : i.maitre@groupe-esa.com, unité GRAPPE

Structure, biosynthèse et fonction biologique des mannanes de blé [MANAN]

L'objectif du projet, rassemblant 5 partenaires, était de caractériser la structure fine des mannanes (polysaccharides présents dans les parois végétales) de l'albumen du grain de blé pour permettre d'une part d'évaluer le rôle joué par ces enzymes dans la biosynthèse des mannanes et, d'autre part, de comprendre le rôle biologique des mannanes notamment dans le développement du grain. Les perspectives seront ensuite de déterminer le rôle des mannanes de céréales dans les propriétés d'usage du grain, par exemple sur la santé digestive des animaux d'élevage pour lesquels un rôle délétère des mannanes est suggéré.

Contact : anne-laure.chateigner-boutin@inrae.fr, unité BIA

Valorisation des sous produits de l'industrie de transformation en protéines [GreenProtein]

Face à des enjeux majeurs de réduction des déchets, d'environnement et d'éthique, ce projet européen, coordonné par Provalor B.V. (NL) et impliquant 9 partenaires européens, vise à une innovation majeure dans les domaines de production de protéines et de réduction des résidus alimentaires, en produisant des protéines fonctionnelles de qualité alimentaire et d'autres ingrédients provenant de la transformation des légumes.

Contacts : alain.riablanc@inrae.fr, marc.anton@inrae.fr, unité BIA

Évaluation expérimentale et développement d'un outil d'aide à la décision dédié aux déchets agricoles et industriels urbains et périurbains [Flexibi]

Le projet propose de combiner des approches de modélisation et d'expérimentation pour concevoir un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre de bioraffineries à petite échelle utilisant des sources de biomasse sous-valorisées provenant de l'agro-industrie et de déchets périurbains à destination de l'ensemble des acteurs la chaîne de valeur (agriculteur, gestionnaires de déchets, industriels de la bioraffineries, autorités locales).

Contact : bernard.cathala@inrae.fr, unité BIA

FOCUS FORMATION

Consortium de formation sur les parois cellulaires végétales [ITN WallTrac]

Coordonné par l'unité BIA, WallTraC (Plant Cell Wall Training Consortium) est un projet ITN (Initial Training network) des actions Marie Curie. Il a porté d'une part sur le développement de nouveaux outils et techniques pour l'analyse des parois cellulaires végétales et leurs applications dans les domaines de l'industrie agroalimentaire et de l'industrie textile. D'autre part, ce réseau de formation initiale européen a permis une formation d'excellence de 13 jeunes chercheurs par la recherche intersectorielle et transdisciplinaire. Il a réuni, de 2011 à 2016, neuf structures de recherche publiques et privées et deux partenaires associés de huit pays européens.

Contact : marie.ralet@inrae.fr, unité BIA



Conférence internationale de l'European Federation of Food Science and Technology (EFFoST) - 6 - 8 novembre 2018 à Nantes ©S. Marion, INRAE



Jeux sérieux proposés par INRAE aux Utopiales, le festival international de science-fiction ©N. Mansion, INRAE

➤ Partager nos connaissances

Que ce soit avec le grand public, les scolaires, les étudiants ou encore avec les professionnels, les agents des unités du centre interagissent régulièrement et/ou construisent des actions avec ces différents acteurs. Ainsi les thématiques de recherche sont présentées lors d'événements (fête de la science, Faites de la science, Train de l'alimentation, Nantes Food Forum, Place ô gestes, Les Utopiales...) ou développées dans des supports de communication ou encore lors de la création de jeux sérieux, afin d'expliquer nos recherches, de nourrir le questionnement par la démarche scientifique, d'engendrer la curiosité, mais aussi d'échanger sur nos enjeux et les impacts possibles des recherches.

Du calculateur VitLCA® au jeu sérieux pour l'écoconception participative Vitipoly®

Le développement du calculateur VitLCA® permet de calculer des ACV (Analyse du Cycle de vie) d'itinéraires techniques viticoles. L'utilisateur saisit les caractéristiques de la parcelle ou de l'exploitation, puis l'inventaire des pratiques et réalise les calculs des émissions directes qui se produisent au vignoble avant de calculer les impacts par l'ACV. Trois comparaisons de scénarios sont possibles. Il permet ainsi l'évaluation des impacts mais aussi l'écoconception des itinéraires techniques viticoles en incluant ou non les phases de plantation et d'arrachage de la vigne.

Le jeu Vitipoly® qui a été développé propose d'améliorer la performance environnementale d'un cas viticole, en concevant un itinéraire technique annuel complet.

Contact : c.renaud@groupe-esa.co , unité GRAPPE

Ateliers et visites scolaires

Découvrir le lait, le pain, les émulsions, leurs constituants et leur structure ou encore fabriquer des biomatériaux à partir d'amidon... à travers des animations proposées aux scolaires par l'unité BIA, autour de conseil auprès des enseignants, de visites de laboratoire, d'intervention dans les établissements, d'échanges ou encore d'expérimentations avec les élèves de primaires et secondaires.

Les unités du centre ont par ailleurs accueilli chaque année des lycéens autour du "Passport Recherche" qui permet de découvrir l'activité de la recherche et ses métiers, de s'éveiller à l'esprit critique sur les enjeux scientifiques et techniques et de leur donner l'occasion de transmettre leurs apprentissages avec la création d'un support de communication.

Des ateliers thématiques sont également proposés dans le cadre de la Fête de la Science ou de Place Ô Gestes.

Contact : elisabeth.david-briand@inrae.fr, unité BIA

Faire cohabiter les univers de la science et de la science-fiction avec Les Utopiales

Le festival international de science-fiction réunit scientifiques, écrivains, scénaristes, dessinateurs, réalisateurs pour réfléchir à la transformation de notre monde. Les auteurs s'emparent des fronts de sciences pour créer des utopies, pour imaginer la place qu'on va avoir dans notre environnement. Par la diversité de ses recherches, INRAE a toute sa place pour amener des morceaux de science dans le domaine de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement, sur des grandes thématiques telles que "Traces" (vestiges, indices, signes stigmates), "Transformations" (évolution, transitions, adaptations, mutations) ou encore "Coder/décoder" (code et société, code et langage, code et information, code et création).

Contact : marie.ralet@inrae.fr, département TRANSFORM

Apprentissage des procédés agro-alimentaires : développement d'un outil numérique

Grâce à l'expertise scientifique et aux travaux les plus récents de 4 établissements membres d'Agreenium (INRAE, AgroParisTech, ONIRIS, SupAgro Montpellier) et un établissement d'enseignement partenaire (Université de Montpellier), les objectifs de MESTRAL (Modélisation Et Simulation des TRansformations ALimentaires) sont : i) acquérir des connaissances sur les mécanismes régissant les transformations des produits alimentaires et comprendre la mise en œuvre des procédés ; ii) être capable de proposer des réglages de procédé et des formulations pour concevoir un aliment aux propriétés visées. Pour ce faire, la formation propose 15 modules représentatifs d'un système (procédé + aliment) ; chaque module comportant un simulateur qui permet de visualiser les réponses du système à la modification d'un réglage, ou d'une composition. Ces modules sont dédiés à un public en formation initiale mais également en formation continue. La contribution de BIA a concerné les sujets suivants : panification, cuisson-extrusion, texture des aliments solides.

Contact : guy.della-valle@inrae.fr, unité BIA

MOOCs pour la chimiométrie

Construire un MOOC (Massive Open Online Courses) représente aujourd'hui l'un des moyens les plus efficaces non seulement pour transmettre les connaissances au plus grand nombre, mais aussi un vecteur important de visibilité à l'international des activités d'enseignement et de recherche. StatSC a participé à la construction de deux MOOCs nommés Chemoocs-Basic et Chemoocs-Advanced dont l'objectif est de rendre la chimiométrie accessible à tous. Ces deux volets résultent d'une étroite collaboration entre les chimométriciens francophones fédérés par le Groupe Français de Chimiométrie. Vingt-cinq cours composant Chemoocs-Basic et Chemoocs-Advanced sont diffusés sur la plateforme France Université Numérique (FUN), dont sept ont été construits par les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'équipe StatSC.

Contact : benoit.jaillais@inrae.fr, unité StatSC

Santé animale – Sécurité des aliments – Alimentation – Santé Humaine : Biologie et Interactions

Dans un contexte de transitions démographique et alimentaire, de contraintes environnementale et énergétique, et de l'impact de ces facteurs sur la santé publique, les acteurs doivent faire face à un enjeu majeur de durabilité des chaînes de production et d'alimentation.



Unités de recherche

- UMR PHAN - Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles
- UMR SECALIM - Sécurité des Aliments et Microbiologie
- UMR LABERCA - Laboratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments
- UMR PANTHER - Physiopathologie Animale et bioThérapie du muscle et du système nerveux
- UMR BIOEPAR - Biologie Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale
- UPR BIA - Biopolymères Interactions Assemblages
- USC URSE - Unité de Recherche Systèmes d'Élevage
- USC IECM - Immuno-Endocrinologie Cellulaire et Moléculaire



Bords de Loire ©N. Mansion, INRAE

➤ Enjeux & thématiques

Les unités de recherche du centre contribuent à un domaine majeur de recherche d'INRAE sur la gestion intégrée de la santé chez les animaux et son impact sur l'alimentation de l'homme d'une part, et sur la compréhension de la santé de l'homme en lien avec son alimentation, d'autre part. Impliquées dans le concept « une seule santé », tant en formation (ingénieurs, vétérinaires, masters) que recherche, ces unités contribuent également au renforcement du lien entre santé animale et santé humaine.

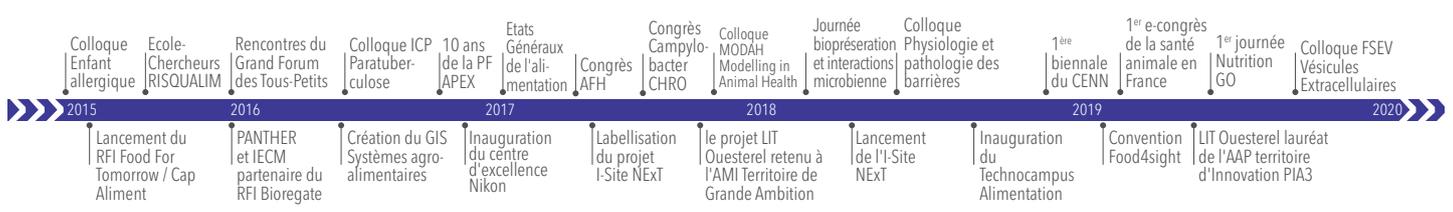
ENJEUX

- **Gestion durable de la santé animale**
- **Sécurité et durabilité des aliments**
- **Santé publique**
- **Maîtrise des pertes alimentaires**
- **Risques toxicologiques**

THÉMATIQUES

- Des systèmes d'élevage en transition
- Réduction d'usage des antibiotiques en élevage
- Modélisation multi-échelle de la transmission des maladies animales
- Sécurité microbiologique, chimique et nutritionnelle des aliments
- Identifier les contaminants et dangers liés aux styles de vie, caractériser l'exposome
- Modéliser et prédire la balance bénéfique/risque (microbiologique, chimique et nutritionnel) pour la santé
- Favoriser une approche globale de la santé
- Liens entre les systèmes immunitaire et neuroendocrinien et leur dérégulation pour l'homme (diabète de type 1) et la santé animale (notamment porcine)

➤ les temps forts



➤ Stratégie de site

Oniris est le premier partenaire académique d'INRAE en Pays de la Loire, à la fois sur la santé animale et sur la sécurité des aliments. Cette dynamique s'étend aujourd'hui sur le périmètre de l'agroalimentaire. Cette vision territoriale commune a notamment donné lieu à la mise en place du programme RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment et du GIS SAAPL, qui fédère INRAE, Oniris, l'Esa, les 3 universités (Nantes, Angers, Le Mans), l'Institut Agro, Ifremer et le CRNH Ouest.

Oniris et INRAE sont partenaires de l'I-Site NeXT (Nantes excellence trajectory), dont les membres fondateurs sont l'Université de Nantes, le CHU, l'Ecole Centrale et l'Inserm. L'initiative NeXT a pour ambition de renforcer la structuration de la recherche et l'enseignement supérieur du site nantais autour d'une dynamique de site porteuse d'enjeux sur deux questions sociétales majeures : la santé du futur et l'industrie du futur.

Les unités du centre développent également des projets qui associent entreprises et laboratoires de recherche, avec le pôle de compétitivité Valorial sur l'innovation alimentaire et la sécurité des aliments.

RFI Food For Tomorrow/Cap Aliment

Ce programme régional visait à renforcer les synergies entre les différents acteurs de l'alimentation et de l'agroalimentaire en Pays de la Loire pour augmenter la visibilité et l'attractivité de cette filière (voir identifiant 2).

Le volet Recherche du RFI Food for Tomorrow / Cap Aliment est porté par INRAE et s'appuie sur le GIS Systèmes Agro-Alimentaires en Pays de la Loire (SAAPL) créé fin 2015.

Unités : BIA, BIOEPAR, GRAPPE, LABERCA, SMART-LERECO, LEVA, PHAN, SECALIM, STATSC

RFI Bioregate

Ce programme régional visait à développer la médecine régénératrice en réponse aux enjeux de santé de demain, le programme BioRegate inclut les champs de la thérapie cellulaire et génique, des biomatériaux mais aussi des nanovecteurs.

Unités : BIA, IECM, PANTHER

CRNH Ouest - Centre de recherche en nutrition humaine du Grand Ouest

L'objectif du CRNH Ouest est la mise au point d'une prévention nutritionnelle visant à réduire l'incidence des pathologies de l'appareil digestif et des maladies métaboliques chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, l'obésité ou le diabète de type 2 et certains cancers, dans lesquelles un déterminant nutritionnel est avéré.

Entre 2015 et 2020, le CRNH Ouest a renforcé ses collaborations avec les réseaux de cliniciens des Hôpitaux Universitaires du Grand-Ouest (HUGO) et poursuivi son partenariat dans le montage de projets, notamment ANR.

Unités : BIA, LABERCA, PHAN

Contact : clair.boquien@inrae.fr

HUGOPEREN - réseau de recherche pédiatrique du Grand Ouest

Promoteur de découvertes scientifiques et accélérateur de leur transfert en applications cliniques au profit d'une médecine personnalisée de l'enfant, HUGOPEREN est notamment partenaire des journées d'animation nutrition Grand Ouest (JANGO).

Contact : patricia.parnet@univ-nantes.fr, unité PHAN

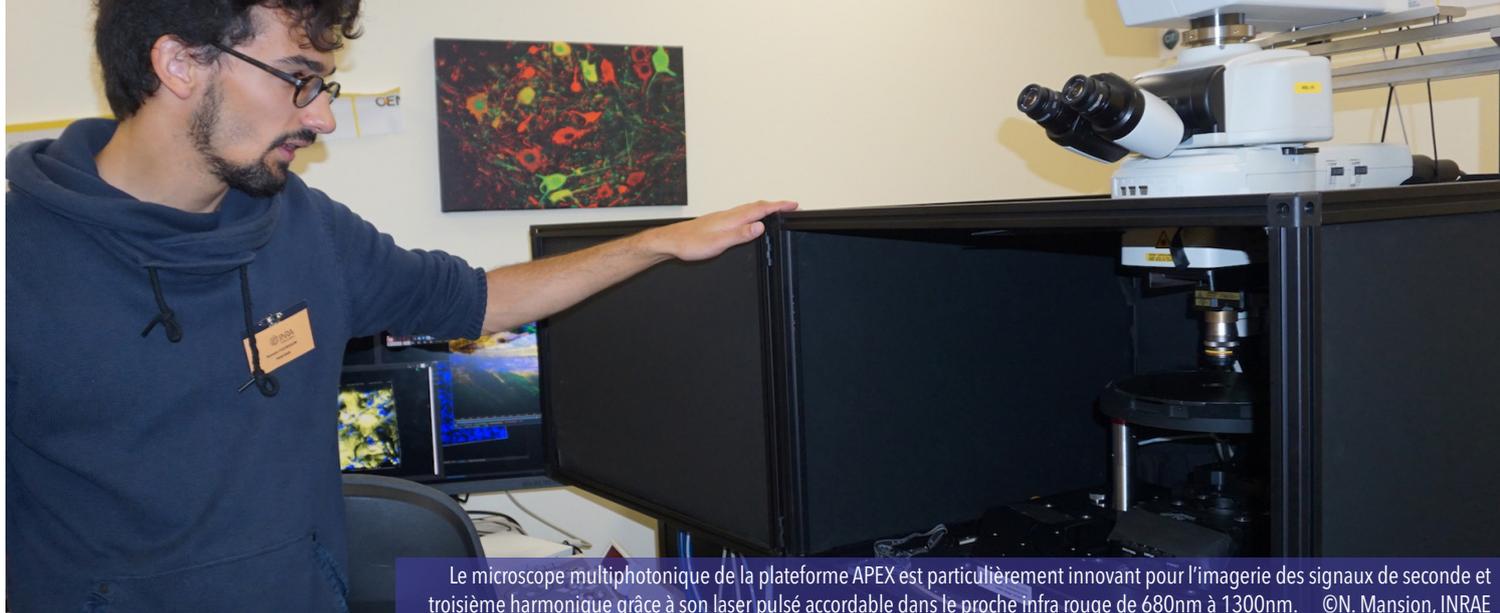
Centre d'Excellence Nikon Nantes - CENN

Nikon Instruments Europe, en partenariat avec l'Université de Nantes, Oniris et INRAE ont créé le Centre d'Excellence Nikon Nantes (CENN) en 2016. Ce Centre privé-public, unique en France fait partie des 11 centres d'excellence Nikon européens.

Grâce à un accès facilité à des instruments de pointe en microscopie super résolutive et biphotonique et à des équipes expertes, il offre aux chercheurs des communautés académiques et industrielles un environnement exceptionnel pour lever des verrous scientifiques et technologiques en biologie.

Contact : laurence.dubreil@oniris-nantes.fr, unité PANTHER





Le microscope multiphotonique de la plateforme APEX est particulièrement innovant pour l'imagerie des signaux de seconde et troisième harmonique grâce à son laser pulsé accordable dans le proche infra rouge de 680nm à 1300nm. ©N. Mansion, INRAE

➤ Des dispositifs de pointe

Plateforme APEX

Cellule d'expertise en Anatomie Pathologique

APEX propose une offre intégrée en phénotypage tissulaire et cellulaire par la combinaison de 2 expertises : (histo)-pathologie comparée et microscopie de haute technologie multi-modale dans un large spectre d'espèces animales (microscopie confocale spectrale, super-résolution et microscopie multiphotonique). La plateforme est localisée à Nantes (Oniris) et gérée par l'unité PANTHER.
www6.angers-nantes.inrae.fr/panther/Expertises-technologies

APEX est certifiée ISO 9001, labellisée IBiSA et intégrée à l'infrastructure nationale NeurATRIS, au réseau Biogenouest et au Centre d'excellence Nikon depuis 2016 pour la microscopie biphotonique. Elle a également reçu le label ISC (Infrastructures scientifiques collectives) INRAE en 2018.

Entre 2015 et 2020, APEX a renforcé son expertise en phénotypage tissulaire et cellulaire grâce à l'acquisition de nouveaux équipements. Un microscope STORM (financement CPER 2015/2020) donne accès à des informations sur la structure cellulaire à l'échelle nanométrique. L'installation du module AiryScan (co-financement Région BGO/IBiSA) sur le microscope confocal LSM780 fournit une exploration hautement résolue du tissu. Le scanner de lames Axio ScanZ1 Zeiss (cofinancement IBiSA/NeurATRIS et la CNOC) permet la numérisation de haute qualité des lames histologiques en fond clair et en fluorescence.

Plateforme MELISA

MEtabolomics Llipidomics Steroidomics Analysis

MELISA intègre des activités liées à l'analyse structurale, au dosage et à l'analyse métabolomique, avec des équipements de spectrométrie de masse (basse ou haute résolution, multidimensionnelle ou isotopique) couplés à toute forme de chromatographies (phases gazeuse, liquide ou supercritique). La plateforme est localisée à Nantes (Oniris) et gérée par l'unité LABERCA.
www.laberca.org/plateforme-melisa

MELISA est certifiée ISO 9001 depuis 2015, labellisée IBiSA depuis 2019 et est membre de la composante "Analyses structurale et métabolomique" (Corsaire) du réseau Biogenouest.

Les projets menés au sein de la plateforme MELISA couvrent l'ensemble du processus métabolomique depuis la conception du plan expérimental jusqu'à la valorisation associée, ou une partie de celui-ci, suivant la spécificité de la question de recherche ou de la demande des partenaires.

MELISA est équipée d'un système de spectrométrie de masse hautement résolutif (Orbitrap) doté de capacité multi-dimensionnelle mais aussi d'une technologie GCxGC TOF, toutes deux permettant une amélioration significative des capacités déconvolutives des instruments de mesure. Cela permet d'accéder à un plus grand nombre de descripteurs pour caractériser un échantillon, quelle que soit sa nature.

6 projets de recherche

Modélisation épidémiologique des infections des porcs et bovins [PIA MIHMES]

Ce projet a permis de comprendre les déterminants majeurs de la transmission d'agents pathogènes sur un territoire, les conditions favorisant leur développement, la persistance ou au contraire l'élimination dans un troupeau, et les interactions entre mécanismes immunitaires qui régulent une infection virale. Des outils d'aide à la décision pour gérer des maladies animales infectieuses endémiques et des risques de santé publique vétérinaire ont été conçus avec les partenaires du projet par le développement d'une modélisation épidémiologique à différentes échelles : propagation entre exploitations, dynamique dans un troupeau et déroulement chez un animal.

Contact : pauline.ezanno@inrae.fr, unité BIOEPAR

Altération des produits carnés [ANR REDLOSSES]

L'altération des aliments conduit à des pertes et gaspillages conséquents, et est un problème économique important pour l'industrie agro-alimentaire. Dans le cas des produits carnés, une part importante de l'altération résulte du développement bactérien et d'activités métaboliques bactériennes responsables de l'altération organoleptique du produit final. Ce projet a pour ambition de développer des modèles mathématiques innovants permettant de prédire l'altération des produits en fonction de la composition bactérienne et de paramètres abiotiques (température, atmosphère protectrice).

Coordination : monique.zagorec@inrae.fr, unité SECALIM

Programmation de l'appétit chez la descendance par les microbiotes [ANR MAMIPROOFFI]

Le projet a pour but d'analyser, sur la descendance, l'impact du transfert des microbiotes associés à l'obésité maternelle sur le neuro-développement et la régulation de l'appétit. Il vise à produire des données innovantes sur le rôle du microbiote comme moyen de communication entre mère et enfant, identifier des biomarqueurs précoces prédictifs du risque de désordres alimentaires, permettre de comprendre comment certaines espèces bactériennes altèrent le développement ou le fonctionnement cérébral. Ce projet devra mener à l'identification de nouvelles cibles pour développer de nouveaux médicaments ou stratégies nutritionnelles visant la mère ou le nouveau-né, pour combattre l'héritabilité de l'obésité, et à la mise au point d'outils diagnostiques pour prédire le risque de souffrir d'anomalies métaboliques plus tard dans la vie.

Coordination : patricia.parnet@inrae.fr, unité PHAN

Supplémentation maternelle en prébiotiques pour prévenir l'allergie infantile [ANR CIMMAP]

Parmi les allergies, la dermatite atopique est la plus fréquente et précoce. Elle est associée à un déséquilibre de la flore intestinale et à un dysfonctionnement du système immunitaire chez les nouveaux-nés. En induisant une flore optimale, les prébiotiques donnés tôt dans la vie pourraient prévenir des allergies. Ce projet vise à affiner la physiopathologie des allergies et à identifier les biomarqueurs de risque et tolérance.

Contact : marie.bodinier@inrae.fr, unité BIA (autres unités associées : PHAN, StatSC)

Endométriose : lien exposome chimique / santé humaine [Région Etoile montante EndoXOmic-β]

L'endométriose est une maladie qui impacte significativement la santé, la fertilité et la qualité de vie des femmes en âge de procréer. Avec une approche associant exposomique (description vie entière du spectre de substances chimiques auxquelles on est exposé de manière chronique) et métabolomique (description de métabolites présents dans un organisme et qui peuvent traduire les effets consécutifs à une exposition), le projet a pour objet l'identification simultanée de biomarqueurs d'exposition chimique ainsi que l'effet potentiellement associés à différents sous-types d'endométriose et d'infertilité liée. *In fine*, ce projet vise à progresser dans la compréhension des mécanismes fonctionnels sous-jacents aux associations mises en évidence entre certains polluants chimiques et certains paramètres de santé humaine.

Contact : german.cano-sancho@inrae.fr, Unité LABERCA

Maladies neurodéveloppementales et neurodégénératives : de la recherche fondamentale à l'innovation médicale [PIA NeurATRIS]

Ce projet a pour ambition d'accélérer la transformation des découvertes issues de la recherche fondamentale en neurosciences pour le traitement des maladies du système nerveux, enjeu majeur de santé publique. L'objectif de ces recherches est d'accélérer la compréhension des mécanismes physiopathologiques, biologiques et du développement du système nerveux, de faciliter la réalisation d'études précliniques et cliniques de validation de nouvelles thérapies dont la thérapie génique et plus généralement, de développer des approches innovantes de diagnostic et de soin de ces maladies.

Contact : marie-anne.colle@oniris-nantes.fr, unité PANTHER





Les "1000 premiers jours", une fenêtre unique de sensibilité au cours de laquelle l'environnement a un effet rémanent qui 'programme' le risque du futur adulte de souffrir de maladies chroniques pendant le reste de sa vie. © C. Maitre, INRAE

➤ Sélection de résultats marquants

Mécanismes immunitaires en jeu lors de coinfections virales chez le porc

Des protocoles expérimentaux originaux ont été développés pour comprendre les mécanismes immunitaires en jeu lors de coinfections virales chez le porc, et déterminer si les effets sont aggravés ou au contraire réduits par rapport aux infections simples. Selon les virus impliqués, l'ordre des infections, et l'intervalle entre l'exposition aux différents virus, les deux phénomènes peuvent survenir. Les perspectives d'implication d'une immunité entraînée pourraient ouvrir des pistes innovantes pour la maîtrise du complexe respiratoire porcin.

DOI: 10.1186/s13567-020-00807-8, 10.3390/vaccines8030508
Contact : francois.meurens@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Graine de lin et performances des vaches laitières

Le rapport oméga-6/oméga-3 augmente dans l'assiette des consommateurs et dans celle des vaches laitières avec la réduction du pâturage. Or un équilibre entre ces deux familles d'acides gras polyinsaturés est essentiel au bon fonctionnement de l'organisme. Non synthétisable par les animaux, le précurseur des omégas-3 à longue chaîne doit être apporté par l'alimentation.

L'incorporation de graine de lin à l'alimentation permet d'améliorer les performances et la santé des vaches laitières et de leur descendance. L'adaptation de méthodes d'épidémiologie pour étudier les relations entre nutrition et santé en élevage a permis de montrer que ces effets sont observés avec les rations distribuées en élevage.

DOI: 10.3168/jds.2016-11850
Contact : nathalie.bareille@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Séquençage du génome de la tique *Ixodes ricinus*

L'espèce de tique *Ixodes ricinus* est la plus représentée en France et en Europe. Elle peut transmettre de nombreux agents pathogènes : virus, parasites, bactéries. L'étude de ce génome, coordonnée par BIOEPAR, permettra la localisation des gènes et l'identification de leurs fonctions et des études phylogéniques pour comprendre l'évolution de cette tique présente dans toute l'Europe.

DOI: 10.1186/s13071-018-2932-3 ; 10.1038/s41598-019-49641-9
Contact : claude.rispe@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Comment un stress environnemental impacte l'immunité chez le porc

L'amélioration de la robustesse des animaux d'élevage, tout en maintenant un bon niveau de production, est un enjeu majeur en production animale. L'atteinte de cet objectif implique notamment de mieux connaître les effets de stress environnementaux, comme l'allotement, sur le système immunitaire garant d'une capacité de défense de l'organisme élevée.

Les travaux ont montré que le stress aigu, induit par un ré-allotement des porcs avec des congénères non familiers, induit un recrutement des cellules immunitaires dans le compartiment circulatoire et diminue les fonctions antimitotiques des cellules impliquées dans l'immunité innée. De manière cohérente, l'utilisation d'un modèle de souris a permis de montrer qu'une stimulation bêta 2 adrénergique oriente la réponse immunitaire adaptative. Les résultats suggèrent que les réponses de stress pourraient induire une baisse d'efficacité de la réponse anti-infectieuse chez le porc, ce qui expliquerait l'augmentation de la survenue des troubles gastro-intestinaux au sevrage par exemple.
DOI: 10.1186/s12917-019-1809-9, 10.1007/s12026-017-8966-3, 10.1016/j.dci.2017.06.007, 10.1016/j.physbeh.2016.11.012

Contacts : blandine.lieubeau-teillet@inrae.fr, julie.herve@oniris-nantes.fr unité IECM

Exploration du comportement *in vivo* d'un candidat cellulaire au traitement des maladies musculaires par une approche innovante de bio-imagerie

En étude préclinique, un potentiel de réparation musculaire a été démontré pour les cellules souches adultes. Cependant, leur destin post-transplantation en terme de survie et de biodistribution a été peu renseigné alors qu'il est pourtant essentiel pour déterminer les aspects d'innocuité et d'efficacité des stratégies thérapeutiques proposées. Cette étude a permis de démontrer l'existence d'un large potentiel d'utilisations pour les nanoparticules d'oxyde de ferite de bismuth (HNP BFO) comme agent de contraste. *In vitro*, leur biocompatibilité a été établie avec une absence d'effet délétère sur la viabilité, la morphologie et la prolifération de cellules souches dérivées du muscle, les cellules MuStem. *In vivo*, ces cellules marquées avec les HNPs BFO ont été détectées dans la profondeur du tissu musculaire grâce à une luminosité et une sélectivité élevées des HNPs BFO qui émettent des signaux exclusifs de génération de deuxième et troisième harmoniques. Ces signaux permettent également de séparer les cellules du collagène et du tissu adipeux facilitant leur détection dans un tissu remanié. L'identification des HNP BFO comme outil de marquage innovant et performant offre de nouvelles perspectives pour mieux comprendre les modalités d'action des cellules souches greffées.

DOI: 10.1021/acsnano.7b00773

Contacts : karl.rouger@inrae.fr, laurence.dubreil@oniris-nantes.fr, unité PANTHER

L'allergie alimentaire aggrave l'asthme dans un modèle de marche atopique chez la souris

Les troubles allergiques causés par l'allergie alimentaire dans l'enfance peuvent évoluer vers l'asthme à l'adolescence ou chez l'adulte. Cette progression interroge sur le lien qui pourrait exister entre l'intestin et le poumon. À l'aide d'un modèle animal murin, l'équipe a pu montrer que l'induction de l'allergie alimentaire au gluten de blé aggravait les symptômes de l'asthme aux acariens induits subséquentement chez la souris. Par ailleurs, cet effet semble être médié par des récepteurs particuliers (CCR9) permettant la migration des cellules lymphocytaires vers l'intestin. L'aggravation de l'inflammation pulmonaire par l'allergie alimentaire est dépendante de l'expression de CCR9 par les lymphocytes T circulant.

DOI: 10.1111/all.13386

Contact : gregory.bouchaud@inrae.fr, unité BIA

Mesurer l'impact de l'environnement de production et des procédés sur le microbiote des aliments

La maîtrise de la qualité et de la sécurité microbiologique des aliments nécessite la caractérisation des communautés bactériennes des aliments (microbiote) et l'étude de leurs dynamiques et interactions.

Le type d'atmosphère protectrice et l'ajout de conservateurs dans les formulations sont déterminants dans la structuration des communautés de différents produits carnés. Les travaux ont par ailleurs permis de vérifier l'implantation de bactéries protectrices et leur effet sur les autres composantes des communautés. Un microbiote, partagé entre l'usine de production et le produit fini, a également été mis en évidence. Ces travaux réalisés en partenariat avec des industriels ont permis l'application d'actions correctives de nettoyage et désinfection dans l'usine de production et le dépôt d'une licence pour une souche de biopréservation.

DOI: 10.1016/j.fm.2017.08.013; 10.1016/j.fm.2018.06.011; 10.3389/fmicb.2019.03103; 10.1016/j.dib.2020.105453; 10.3389/fmicb.2020.590902
Contact : emmanuel.jaffres@oniris-nantes.fr, unité SECALIM

Décryptage du comportement de *Campylobacter*, une bactérie pathogène alimentaire

Campylobacter est la première cause de zoonose d'origine alimentaire en Europe et la volaille est le principal facteur de risque de campylobactériose humaine. La maîtrise de la contamination de la viande de volaille par *Campylobacter* constitue un enjeu de santé publique majeur.

L'étude du comportement de *Campylobacter jejuni* vis-à-vis des stress oxydant et thermique, tels que ceux rencontrés lors du procédé d'abattage des volailles, a permis d'apporter de nouveaux éléments de compréhension sur la capacité d'adaptation de *C. jejuni* relatifs à sa survie, sa virulence et sa capacité à former des biofilms, éléments à considérer pour apprécier *in fine* le risque encouru par le consommateur. Dans le contexte réglementaire du nouveau critère microbiologique concernant la présence de *Campylobacter* sur les carcasses de volailles, ces travaux permettront de quantifier plus précisément le risque associé à *Campylobacter* et d'identifier des leviers de maîtrise utiles aux industriels.

DOI: 10.1186/s13099-015-0077-x; 10.1128/genomeA.00120-16; 10.3389/fmicb.2016.01002; 10.3389/fmicb.2016.01596; 10.1016/j.mimet.2018.04.020; 10.1016/j.foodres.2017.12.017; 10.1016/j.fm.2019.103263

Contact : nabila.haddad@oniris-nantes.fr, unité SECALIM

Exploration simultanée des nutriments et des polluants dans le lait maternel et de leur impact sur la croissance prématurée du nourrisson

Il existe très peu d'informations concernant les effets d'une exposition à des polluants organiques persistants présents dans le lait humain et susceptibles d'altérer la croissance des enfants. Une étude pilote d'approche analytique intégrative a été conduite, basée sur la spectrométrie de masse haute résolution couplée à la chromatographie liquide et gazeuse et combinée à des modèles statistiques multivariées visant à caractériser le lait maternel dans toute sa complexité (nutriome et exposome). Cette approche holistique a permis de générer une liste de biomarqueurs comprenant 102 polluants et nutriments dosés par des analyses ciblées et 784 composés détectés par des approches métabolomiques/lipidomiques. Cette étude montre l'intérêt d'une approche holistique combinant des phénotypes métabolomiques et des profils d'exposition pour générer des informations sur l'étiologie de l'exposition dans un contexte de santé environnementale en néonatalogie.

DOI: 10.1016/j.envres.2019.109018

Contact : german.cano-sancho@oniris-nantes.fr, unités LABERCA et PHAN

Caractérisation des expositions internes et externes aux dangers chimiques historiques et émergents

La connaissance des profils de contamination chimique des aliments est un élément clef de la sécurité sanitaire qui, après mise en perspective des données de consommation (pratiques, régimes) permet d'établir des données d'exposition externe.

L'implication dans des études d'alimentation totales au plan international a permis à l'unité d'inclure de nouvelles études sur des composés émergents (e.g. esters organophosphorés, déchloranes ou de la famille des substances perfluoroalkylées, en plus des substances chimiques historiques (dioxines, polychlorobiphényles, retardateurs de flamme bromés). Le LABERCA a également conforté son positionnement dans le domaine de la biosurveillance, avec de nouvelles compétences sur les matrices humaines, les niveaux d'exposition sériques et urinaires mais aussi dans le lait maternel.

DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.04.013; 10.1016/j.fochx.2019.100034; 10.1016/j.fct.2020.111130; 10.1016/j.fct.2020.111672.

Contacts : gaud.dervilly@oniris-nantes.fr, jean-philippe.antignac@inrae.fr, unité LABERCA

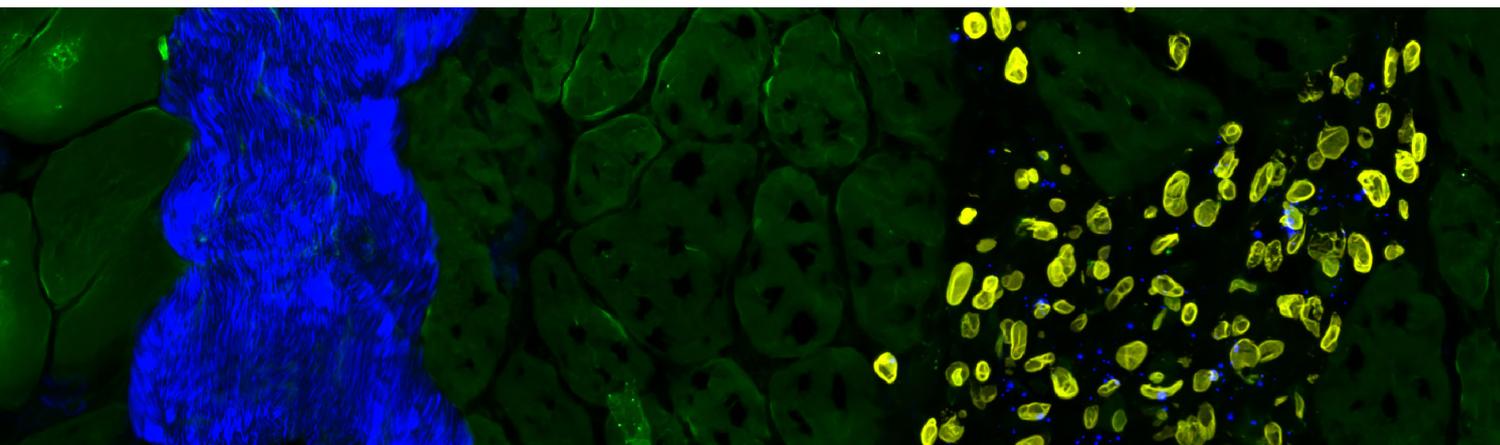
Prébiotiques dans les formules infantiles : quel impact sur le comportement alimentaire adulte ?

Si des effets bénéfiques des oligosaccharides prébiotiques, utilisés dans les formules infantiles, sur la réduction de l'appétit ont été rapportés chez l'Homme adulte, peu d'informations sont disponibles chez l'enfant recevant ces suppléments.

Une étude de supplémentation postnatale en prébiotiques, durant la période de lactation, a été menée chez le raton. Les résultats montrent que cet apport n'a pas d'impact sur le comportement alimentaire à l'âge adulte. Les fortes modifications de la composition du microbiote intestinal et de ses interactions avec les cellules de la muqueuse intestinale ne perdurent pas à l'âge adulte. Ces résultats sont rassurants du point de vue de la sécurité des formules infantiles enrichies en prébiotiques et de leurs effets potentiels sur le comportement alimentaire adulte.

DOI: 10.3390/nu11091967

Contact : gwenola.ledrean@univ-nantes.fr, unité PHAN





Laboratoire LABERCA, système LC-HRMS utilisé pour les études de la plateforme MELISA © LABERCA

➤ Innovations / transferts

Appréciation des risques pour un usage raisonné des antiparasitaires

La diffusion d'une nouvelle méthode d'appréciation des risques pour un usage raisonné des antiparasitaires vise à des changements de pratiques sur le terrain et un moindre usage des anthelminthiques. La méthode permet un traitement ciblé sélectif, guidé par un modèle d'aide à la décision. Des formations des vétérinaires conduisent à une adoption large sur le terrain de cette approche innovante qui s'inscrit dans les attentes de moindre usage d'intrants chimiques.

Contact : nadine.ravinet@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Traitement des données massives et développement d'algorithmes de reconnaissance des signaux

Le LABERCA a développé une solution ergonomique pour la détection de marqueurs d'exposition chimiques correspondant à des espèces halogénées dans des jeux de données acquis par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse haute résolution en mode non-ciblé. Accessible au chimiste analyste sans connaissances en lignes de code, l'application HaloSeeker (2.0) a été produite en 2020 sous une forme open access propice à la diffusion auprès de la communauté scientifique.

Contact : ronan.cariou@inrae.fr, unité LABERCA

Identification de marqueurs de sensibilité à la paratuberculose

En combinant les méthodes de l'épidémiologie pour identifier des phénotypes cibles et les approches les plus récentes de la génomique bovine, des marqueurs de sensibilité à la paratuberculose ont été identifiés. La qualité de prédiction en race Holstein permet de mettre à disposition des éleveurs de nouveaux index génomiques pour le choix des reproducteurs, nouveau levier pour gérer cette maladie endémique incurable dont l'éradication est très difficile.

Contacts : raphael.guatteo@oniris-nantes.fr et christine.fourichon@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Outils de modélisation finalisés ('fit-for-purpose') en microbiologie, appréciation du risque et sécurité des aliments

Développement de modèles probabilistes, avec incertitude et variabilité séparées, afin de distinguer la part de non-connaissance (incertitude) de l'hétérogénéité (variabilité) des populations dans l'estimation des effets et l'évaluation de scénario de réduction du risque. Ces modèles font appel à des simulations de Monte Carlo à deux dimensions. Une des applications actuelles de ce travail est la modélisation de l'impact du changement climatique sur la sécurité des aliments (Projet ITN PROTECT).

Ce travail d'innovation est également transféré aux industriels et aux pouvoirs publics via des contrats de recherche avec les industriels et via des expertises (notamment pour l'Anses -voir encadré page suivante-, les normes Afnor et Iso ou encore pour l'Actia).
Contact : jeanne-marie.membre@inrae.fr, unité SECALIM

Pancréas Bio-artificiel : une solution thérapeutique innovante et injectable dans le diabète de type 1

En collaboration avec les unités CRTI et RMeS (Nantes), LRGP (Nancy), Avantea (Italie), IECM a développé un prototype original et innovant de pancréas bio-artificiel greffé en sous-cutané, embarquant à très haute densité des îlots pancréatiques humains ou porcins (ko pour les deux principaux xeno-antigènes) dans un hydrogel les protégeant de l'attaque immunitaire, et optimisé en apport et transfert d'oxygène garantissant une survie fonctionnelle des îlots. Le développement d'une version 'injectable' ouvrira des perspectives clés pour le traitement du diabète de type 1.

DOI: 10.1002/bit.26913, 10.3389/fimmu.2020.00622, 10.1073/pnas.1915658117, 10.2337/db16-1060
Brevet : WO201708112A1

Contact : mathilde.mosser@oniris-nantes.fr, unité IECM

La biopréservation pour diminuer l'intensité des traitements et l'utilisation d'additifs

Le traitement par hautes pressions (HP) et la biopréservation sont deux procédés pouvant contribuer à garantir la sécurité microbiologique des aliments. Ils pourraient représenter une alternative à la diminution de certains conservateurs.

L'unité SECALIM a sélectionné des souches bactériennes bioprotectrices inhibitrices vis-à-vis des bactéries indésirables (pathogènes et altération). Un partenariat historique avec Ifremer a été mis en place dans le domaine des produits de la mer (crevettes, saumon), étendu aux produits carnés dans le cadre de l'ANR BLacHP (jambon allégé en nitrites traité sous hautes pressions).

Dépôt d'une licence avec un producteur de ferments.

Contact : marie-france.pilet@oniris-nantes.fr, unité SECALIM

Traitement de l'allergie alimentaire : utilisation du complexe IL-2/anti-IL-2

Les lymphocytes T régulateurs (Tregs) contrôlés par l'interleukine 2 (IL-2) sont connus pour protéger contre les allergies. De plus, la diminution de la fréquence et de l'efficacité des Tregs amplifie les symptômes allergiques. L'unité BIA a créé un anticorps capable d'augmenter l'activité de l'IL-2 de plus de 800 fois et a démontré que cet anticorps couplés à l'IL-2 permettait ainsi de guérir l'asthme allergique et l'allergie alimentaire en augmentant les Treg sans aucun effet indésirable.

Demande de brevet en cours: DI-RV-16-0049

Contact : gregory.bouchaud@inrae.fr, unité BIA

Renforcement de l'équipement sur la nutrition périnatale et le devenir métabolique

Un accord de collaboration a été signé en 2016 entre le CHU de Nantes et la Laiterie de Montaigu. Ce partenariat a permis l'acquisition d'un nouvel équipement pour explorer les liens entre la nutrition périnatale et le devenir métabolique dans la pré-adolescence, notamment le Bod-Pod, un appareil qui permet d'apprécier la composition de la masse corporelle des enfants (masse grasse/masse maigre).

Contact : clair.boquien@inrae.fr, unité PHAN, CRNH Ouest

➤ Expertises & appui aux politiques publiques

L'unité LABERCA est Laboratoire National de Référence (LNR) auprès de la Direction Générale de l'Alimentation pour différentes classes de substances réglementées, d'origine environnementale (polluants organiques persistants dont dioxines, PCB, HAP, retardateurs de flamme bromés...) ou conséquence d'une utilisation illégale de substances pharmacologiquement actives en élevage (promoteurs de croissances).
Contact : bruno.lebizec@oniris-nantes.fr, unité LABERCA

Analyse des dangers et évaluation des risques microbiologiques

Missions d'expertise et d'appui aux politiques publiques en analyse des dangers et évaluation des risques microbiologiques, au niveau du CES BioRisk de l'Anses, de la DGAL, de la DGCCRF et de l'AFNOR/ISO.

Contact : jeanne-marie.membre@inrae.fr, unité SECALIM

Œuvrer pour le bien-être animal

L'expertise de BIOEPAR est mobilisée au sein du centre national de référence pour le bien-être animal, pour rendre des avis sur des innovations et concevoir des formations pour tous les publics. Elle a également présidé la commission d'évaluation du plan national bien-être animal 2016-2020 aux côtés du bureau de protection animale de la DGAL.

Contact : raphael.guatteo@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

ZOOM SUR

Plateforme de surveillance pour la chaîne alimentaire (SCA)

En phase avec le concept One Health, la plateforme SCA est un espace collaboratif multi-disciplinaire et multi-partenarial dédié à la surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire. Elle inclut tous les stades de la production et tous les dangers (biologiques, chimiques ou physiques) susceptibles d'être présents dans les denrées d'origine animale et végétale, et pouvant représenter un risque pour l'Homme. Le LABERCA a en charge la coordination de cette plateforme aux côtés de la DGAL, de la DGS et de l'Anses.

www.plateforme-sca.fr

Contact : gaud.devilly@oniris-nantes.fr, unité LABERCA

Comité d'experts spécialisés (CES) auprès de l'Anses sur l'évaluation des risques biologiques dans les aliments

À la suite de la détection, en décembre 2017, de salmonelles dans différents lots de préparations en poudre pour nourrissons, la Direction générale de l'alimentation (DGAL) a diligenté un plan de contrôle de tous les établissements français fabricant, mélangeant ou conditionnant ces produits. L'Anses a été saisie pour réaliser une actualisation de l'expertise rendue par l'Afssa en particulier sur l'analyse des dangers et l'évaluation de l'efficacité des mesures de maîtrise mises en œuvre par les exploitants. SECALIM a présidé le groupe de travail sur "Poudre de lait infantile" au sein de ce CES. La rédaction d'une instruction technique permettra ainsi de détailler les points de vigilance à examiner lors des inspections.

Contact : jeanne-marie.membre@inrae.fr, unité SECALIM





Kick-off meeting du projet H2020 ITN PROTECT ©SECALIM

➤ Rayonnement international

Implication dans des projets H2020.

Focus sur une sélection de projets, en coordination ou en partenariat :

- **Gestion de la santé en élevage bovin laitier agrobiologique [IMPRO]**
Après avoir caractérisé les troubles de santé rencontrés dans ce troupeau et identifié les besoins et contraintes spécifiques d'accompagnement des éleveurs, le consortium (qui a réuni 7 partenaires de 6 pays européens) a conçu et évalué des dispositifs innovants de suivi et d'intervention.
Contact : nathalie.bareille@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR
- **Évaluer et intégrer les risques et bénéfices associés à l'alimentation à l'échelle Européenne [RiskBenefit4EU]**
RiskBenefit4EU est un partenariat entre 5 organisations de 3 états membres de l'Union Européenne (France, Danemark, Portugal), pour consolider la capacité de l'UE à évaluer et à intégrer les risques et bénéfices associés à l'alimentation grâce au développement d'une approche holistique harmonisée, considérant les domaines de la microbiologie, de la nutrition et de la chimie.
Contact : Geraldine.Boue@inrae.fr, unité SECALIM
- **La biosurveillance à l'échelle Européenne [HBM4EU]**
Ce projet vise à mieux connaître l'exposition de l'Homme aux contaminants chimiques, les impacts sur sa santé, mais aussi à éclairer la décision publique vis-à-vis du risque sanitaire et à doter l'Europe d'un dispositif et d'un consortium permettant d'adresser les enjeux actuels autour de la biosurveillance et du lien environnement - santé. Le consortium regroupe une cinquantaine d'unités de recherche.
Contact : jean-philippe.antignac@inrae.fr, unité LABERCA

Des collaborations qui permettent le développement de projets ANR internationaux

- **Risque de maladie métabolique chez la progéniture de mères obèses: impact des transitions alimentaires sur les facteurs biologiques et socio-économiques [NuTTMed] - un projet franco-mexicain**
Des interactions entre le métabolisme du carbone/énergétique et des marqueurs métaboliques et épigénétiques liés au risque de maladies métaboliques dans des échantillons biologiques de mères françaises et mexicaines et leurs nouveau-nés ont été recherchées. Leur corrélation avec les facteurs socio-économiques liés aux disparités de santé, à l'insécurité alimentaire et aux pratiques d'alimentation maternelle et infantile ont ensuite été analysées via une approche intégrative. Une étude expérimentale sur un modèle animal d'obésité maternelle a complété cette étude afin de déterminer comment les modifications métaboliques et épigénomiques identifiées peuvent altérer le métabolisme énergétique et peuvent être prévenues ou annulées par une intervention nutritionnelle.
Contact : francisco.bolanos@univ-nantes.fr, unité PHAN

FOCUS FORMATION

Réseau Européen de Formations [ITN PROTECT]

PROTECT (PRedictive mOdelling Tools to evaluate the Effects of Climate change on food safeTy) est un Réseau Européen de Formations, qui permet la formation de 8 doctorants aux outils de modélisation prédictive en sécurité des aliments - Appréciation des risques microbiologiques qui tiennent compte du changement climatique.

Contact : jeanne-marie.membre@inrae.fr, unité SECALIM

Doctorants EIR-A

Le parcours d'excellence proposé par l'École Internationale de Recherche d'Agreenium a pour ambition d'améliorer l'employabilité des doctorants par une ouverture à l'international et une sensibilisation aux grands enjeux de société du champ des agrosociences. 14 doctorants ont intégré ce parcours entre 2015 et 2020 :

- Romain Daveu, Mathilde Mercat, Racem Ben Romdhane, Juan Manuel Ariza, Hélène Cécilia, Caroline Constancis (BIOEPAR),
- Mariane Pourchetgellez, Géraldine Boue (LABERCA),
- Nassima Illikoud, Norman Wiernasz, Juliana De Oliveira Mota (SECALIM),
- Morgane Frapin, Anne-Lise Pocheron, Julie Paradis (PHAN).

➤ Partager nos connaissances

Les interactions avec la société sont régulières. Ainsi les agents du centre participent à des événements grand public (fête de la science, Faites de la science, Nuit des chercheurs, Train de l'alimentation, Nantes Food Forum, Place ô gestes, la Folle journée de l'imagerie nantaise, Pint of science, Les Utopiales...), proposent des conférences, interviennent dans des journées professionnelles ou développent des jeux afin d'expliquer leurs recherches, les enjeux et les impacts pour les professionnels, comme pour le citoyen.

Portail d'applications en épidémiologie ou en vue de l'aide à la décision des acteurs de la santé animale

Ces outils permettent de guider les éleveurs et leurs conseillers dans leur choix de stratégies sanitaires efficaces et rentables dans les troupeaux bovins. Exemples :

MIHMES Tools : pour la maîtrise d'agents pathogènes de l'échelle de l'exploitation à l'échelle de la région

EMULSION : Une approche innovante reposant sur l'intelligence artificielle pour construire de nouveaux modèles épidémiologiques dans les populations animales

Accès au portail : www.bioepar.org/bioepar/index.php/fr/

Contact : philippe.gontier@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Projet de recherche participative sur la piroplasmose équine et ses vecteurs

Afin de réaliser un inventaire des espèces de tiques sur équidés en France et préciser leur dynamique saisonnière, une collecte de tiques est réalisée sur l'ensemble du territoire. Le projet fait appel à la science participative : les propriétaires et amateurs de chevaux sont invités à envoyer des tiques qu'ils ont collectées sur leurs équidés, puis sont informés du projet par leurs vétérinaires, par voie de presse et par mailing. Un inventaire et une cartographie des tiques sont également mis en ligne.

Contacts : laurence.malandrin@inrae.fr, unité BIOEPAR

ZOOM

Laboratoire d'Innovation Territorial Ouest Territoires d'Élevage

Développement d'élevages répondant mieux aux attentes des consommateurs, des citoyens et des politiques en matière de conditions d'élevage, plus spécifiquement en matière d'amélioration du bien-être des animaux d'élevage et de moindre recours aux médicaments en élevage.

Le consortium réunit des acteurs des 3 régions Bretagne, Normandie et Pays de la Loire : coopératives, acteurs du transport et de la distribution, acteurs économiques non IAA, vétérinaires, chambres d'agriculture, acteurs de l'ESR et de la recherche appliquée.

Contacts : raphael.guatteo@oniris-nantes.fr, nathalie.bareille@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Jeux Sérieux : les risques de propagation de maladies entre élevages

Un jeu de plateau collaboratif où les joueurs simulent des stratégies d'éleveurs dont les animaux sont touchés par une maladie. Le joueur est un éleveur de vaches qui doit faire face à une infection du virus X dans son troupeau. Il doit essayer, avec l'aide du vétérinaire et des autres éleveurs, d'enrayer la propagation du virus. Ce jeu de plateau amène de manière ludique à réfléchir sur les risques des échanges d'animaux entre les élevages et le rôle de différents facteurs pour la santé des troupeaux.

Contacts : aurore.carcel@oniris-nantes.fr & pauline.ezanno@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

Penser l'alimentation de demain

Le Nantes Food Forum - devenu les Tables de Nantes en 2019 - réunit le grand public autour d'acteurs majeurs de l'alimentation en proposant des tables rondes, des conférences, des controverses, des ateliers de réflexion, mais aussi un grand marché de producteurs. Des interventions sur des thématiques telles que "produire autrement" ou "Alimentation en changements climatiques" ont notamment été proposées par les acteurs INRAE et du RFI Food for Tomorrow.

Contact : inrae-pays-de-la-loire@inrae.fr

Fête de la science

Présentes chaque année au village des sciences, les unités du centre accueillent les scolaires et le grand public en proposant des ateliers autour de l'alimentation (les bactéries dans les aliments, les goûts et les senteurs, la nutrition pendant les 1000 premiers jours de la vie, obésité et maladies cardiovasculaires...), de l'endocrinologie (utilisation de biomatériaux pour limiter le rejet d'un greffon...), de la physiologie animale (thérapie génique et thérapie cellulaire, maladies neuromusculaires...) et de la santé animale (observation de tiques, jeu sur les risques de propagation de maladies entre élevages...).

Contact : inrae-pays-de-la-loire@inrae.fr



Économie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement

Mieux comprendre les mécanismes économiques et l'évaluation des politiques publiques relatives à l'économie de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'environnement.



Unités de recherche :

- UMR SMART-LERECO - Laboratoire d'étude et de recherche en économie sur les structures et marchés agricoles, ressources et territoires
- UMR BIOEPAR - Biologie Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale



Etal de fruits et légumes d'un supermarché. © C. Slagmulder, INRAE

➤ Enjeux & thématiques

Les recherches concernent l'étude des mécanismes économiques et l'évaluation des politiques publiques relatives à l'économie de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'environnement. Elles s'inscrivent dans un contexte caractérisé par de nombreuses questions relatives aux relations agriculture/environnement, aux jeux concurrentiels internationaux, et à une forte volatilité des prix agricoles.

- ENJEUX**
- Le changement climatique et la sécurité alimentaire en lien avec les marchés, le commerce mondial et le secteur agricole
 - Le commerce international de biens agroalimentaires et ses enjeux
 - La gestion durable de la santé animale
 - Politiques publiques : PAC, Green Deal...

- THÉMATIQUES**
- Analyse économique du comportement des producteurs agricoles
 - Analyse économique de la stratégie des entreprises agroalimentaires et de la distribution
 - Économie circulaire et métabolisme territorial
 - Économie de la santé animale
 - Les régulations publiques
 - Les liens entre organisation et performances des filières agricoles et alimentaires

ENTRETIEN AVEC

Vincent Chatellier

Directeur adjoint de SMART-LERECO



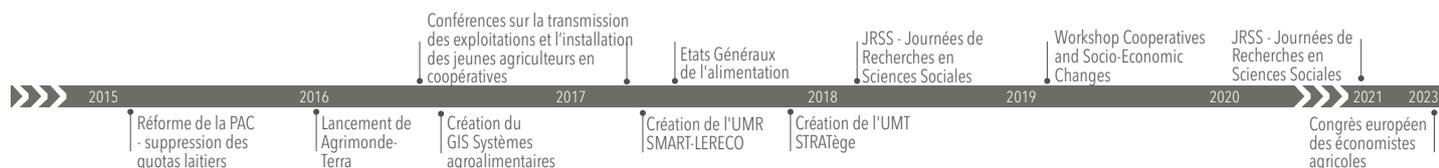
Évolution des thématiques

Comment voyez-vous l'évolution des thématiques ?

Nos travaux ont souvent pour terrain d'application l'élevage de ruminants. Ces productions, fortement présentes localement, sont particulièrement concernées par les questions relatives aux politiques agricoles (dont la réforme en cours de PAC) et aux politiques commerciales ; les productions européennes et françaises ayant parfois des difficultés à rivaliser sur les marchés internationaux avec celles issues du continent américain. Les productions de ruminants sont aussi placées au cœur de nombreux enjeux de société comme ceux relatifs au climat (au travers des émissions de gaz à effet de serre), à la préservation des res-

sources naturelles (dont la biodiversité), au bien-être animal et aux impacts des modèles productifs sur la santé humaine (au travers, par exemple, de l'usage des antibiotiques). Les travaux s'appuient généralement sur la valorisation et l'articulation de nombreuses bases de données produites en externe, le plus souvent par les services de l'État. Elles concernent aussi bien les données des douanes dans leur différentes dimensions (pays/entreprises, etc.) que des données relatives aux exploitations agricoles (recensement de l'agriculture, réseau d'Information comptable agricole, etc.) ou aux entreprises.

➤ Les temps forts



➤ Stratégie de site

Les études sur les mécanismes économiques et l'évaluation des politiques publiques sont des thématiques partagées avec le centre INRAE Bretagne-Normandie.

L'UMR SMART-LERECO est une unité bi-régionale qui rassemble des agents issus de trois sites géographiques : Rennes, Nantes et Angers. Dès 2006, les collaborations scientifiques entre les unités SMART et LERECO se sont intensifiées et ont abouti à un projet scientifique commun qui a été déposé à l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) en 2010. Sur cette base, la création en 2017 de l'unité mixte de recherche avec L'Institut Agro était devenue naturelle.

L'UMR SMART-LERECO est également impliquée dans les Pôles de Compétitivité du Grand Ouest : Valorial pour l'Agroalimentaire et Végépolys Valley pour le Végétal Spécialisé et le secteur semencier. Elle est membre de la Fédération de recherche CNRS IRSTV (Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville).

Avec l'unité SMART-LERECO, BIOEPAR développe des travaux en économie et gestion de la santé animale. Ces deux unités sont particulièrement impliquées dans la formation, notamment aux niveaux master et doctorat.

ZOOM SUR

2 projets de recherche

Améliorer l'évaluation des politiques commerciales agroalimentaires [H2020 BATModel]

Afin de répondre à la préoccupation des consommateurs sur la qualité et la sécurité des aliments, les implications environnementales, la production des aliments et leur impact sur la pauvreté, la destruction d'emplois et l'augmentation des inégalités, BATModel vise à améliorer les dispositifs d'évaluation économique des politiques commerciales agroalimentaires à l'échelle internationale.

Contact : karine.latouche@inrae.fr, unité SMART-LERECO

Des innovations managériales, organisationnelles et techniques, en conciliant écologisation et compétitivité, pour faire évoluer les filières de produits animaux [PSDR Sant'innov]

Une écologisation de l'étape de la production agricole tout en identifiant des gains de compétitivité pour les filières et en prenant en compte les conséquences sur la santé et le bien-être des animaux selon deux axes : le recours au pâturage dans les systèmes de production bovins laitiers et la réduction des antibiotiques dans les systèmes de production bovins viande et porcins.

Contacts : Florence.beaugrand@oniris-nantes.fr, Nathalie.bareille@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR





Usage des antibiotiques en élevage porcin © Bioepar

➤ Sélection de résultats marquants

La compétitivité des filières animales françaises

Les productions animales jouent un rôle essentiel dans l'occupation du territoire français. Elles représentent près de 40% de la production agricole finale et plus de la moitié du chiffre d'affaires des industries agroalimentaires. Les filières animales ont vu leur part de marché fondre cette dernière décennie.

Cette étude s'est attachée à quantifier le rôle du coût du travail, de la productivité et de la perception de la qualité des produits dans la compétitivité internationale. Ces travaux montrent comment certains facteurs externes (activité d'exportation, barrières non-tarifaires, localisation des productions) influent sur le degré de compétitivité des filières et de ses acteurs.

Réf: https://www6.rennes.inrae.fr/smart/content/download/4817/62652/version/1/file/COMPANI_Note_de_synthese.pdf
Contact : vincent.chatellier@inrae.fr, unité SMART-LERECO

La mondialisation dans le secteur de la grande distribution sur les exportations agro-alimentaires du pays d'origine

Les chaînes de distribution multinationales jouent un rôle important dans le commerce international de produits agroalimentaires.

Sur ce thème, nos travaux montrent que : 1/ la présence de la grande distribution sur des marchés étrangers stimule les exportations de son pays d'origine vers ces destinations ; 2/ les firmes françaises certifiées avec IFS (i.e. fournisseurs domestiques de la grande distribution) sont plus susceptibles d'exporter et exportent des montants plus importants par rapport aux firmes non-certifiées vers les marchés où est implantée la grande distribution française.

DOI: 10.1111/jems.12294

Contact : karine.latouche@inrae.fr, unité SMART-LERECO

Hétérogénéité, déterminants et trajectoires du revenu des agriculteurs français

L'analyse du revenu des agriculteurs doit tenir compte à la fois de sa composition (sources agricoles, sources non agricoles, soutien public), de son niveau (par exploitation, par unité de main d'œuvre, par ménage), de sa dispersion (entre agriculteurs, entre systèmes de production) et de son évolution (à court terme et à long terme).

Le revenu agricole paraît autant influencé par son amont (choix de production, performance, subventions) que par son aval (fiscalité, politique sociale). Il faut veiller à spécifier l'unité de base considérée (entreprise, activité, ménage), les indicateurs utilisés (micro, macro), le champ des entreprises couvertes, le producteur des données et ses finalités de départ (statistique, pilotage, conseil, fiscalité).

Réf: <https://agriculture.gouv.fr/recherche-agricome-heterogeneite-determinants-et-trajectoires-du-revenu-des-agriculteurs-francais>
Contact : vincent.chatellier@inrae.fr, unité SMART-LERECO

Usage des antibiotiques : créer les conditions idoines dans les filières

Différents freins et leviers possibles pour faire évoluer les comportements d'éleveurs quant au recours à l'usage des antibiotiques ont été identifiés. L'apport des sciences de gestion est essentiel pour comprendre les trajectoires de changement qui peuvent conduire à des usages prudents et en identifier différents déterminants, décisions des éleveurs, rôle de leurs conseillers, organisation des filières.

Cette étude menée sur la filière viande bovine montre que la réduction d'usage d'antibiotiques en élevage ne peut être abordée au seul prisme de la décision individuelle, mais que la structuration et la coordination verticale des filières contribuent ou non à créer les conditions épidémiologiques et les incitations nécessaires à des pratiques raisonnées.

Réf: <https://www.cairn.info/revue-economie-rurale-2019-2-page-107.htm>
Contact : Florence.beaugrand@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR

FOCUS

Parlement européen

Étude sur la PAC et le Green Deal

Évaluer la capacité de la politique agricole commune (PAC) à servir les orientations politiques de la nouvelle Commission européenne (2019-2025) rassemblées dans le Pacte Vert et déclinées dans plusieurs stratégies publiées en 2020 sur la biodiversité, l'agriculture et l'alimentation, ainsi que le climat.

Ref : <https://www.europarl.europa.eu/thinktank>

Contact : vincent.chatellier@inrae.fr, unité SMART-LERECO

Modèles mondiaux agricoles

MATSIM-LUCA et GlobAgri

Pour mieux répondre à la demande sociale liée aux problématiques locales et globales telles que le réchauffement climatique, la perte de biodiversité, la transition nutritionnelle et les maladies liées à l'alimentation que connaît notre planète, l'UMR SMART-LERECO a développé deux modèles centrés sur le changement d'usage des terres : MATSIM-LUCA (Market And Trade Simulation Model for Land-Use Change Analysis), un modèle d'équilibre partiel de marchés et d'échange ; et GlobAgri, un modèle de bilans de biomasse.

Contact : vincent.chatellier@inrae.fr, unité SMART-LERECO

L'économie appliquée à l'agriculture, à l'agroalimentaire et à l'environnement

Éclairer les débats publics, aider à la décision publique et évaluer les politiques publiques sont des enjeux au cœur des préoccupations de l'unité SMART-LERECO. Ses travaux de modélisation et ses méthodes quantitatives sont intégrés à des approches partenariales avec les décideurs publics et privés.

L'unité intervient régulièrement auprès de différentes institutions internationales, telles que la Commission européenne, le Parlement européen, la Banque Mondiale, l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), l'Organisation Internationale du Travail. Elle est également sollicitée par une diversité d'instances nationales telles que les Ministères en charge de l'agriculture, de l'environnement et de l'écologie, de l'économie ; France Stratégie ; FranceAgriMer ; l'Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) ; l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) ; l'Association des Régions Françaises (ARF) ; les syndicats agricoles, etc.

OUVRAGE

"Quelle Politique Agricole Commune demain ?"

L'agriculture européenne fait face à des défis de grande ampleur au triple titre de l'économie, de l'environnement et du social. Elle doit impérativement évoluer. La politique agricole commune (PAC) doit être mise au service de cette évolution.

Cet ouvrage collectif INRAE dessine les contours d'une PAC ambitieuse, en termes d'objectifs et d'instruments, qui permettrait de faciliter la nécessaire transition agroécologique des systèmes agricoles et agroalimentaires européens.

Ref : www.quae.com/produit/1604/9782759230815/quelle-politique-agricole-commune-demain

Contact : vincent.chatellier@inrae.fr, unité SMART-LERECO

Tuberculose bovine : analyse économique pour le cas d'une dégradation de la situation sanitaire

Face à l'inquiétude que suscite l'accroissement de la prévalence de la tuberculose bovine dans les élevages français, la DGAL (Ministère de l'Agriculture) sollicite une expertise sur les coûts de prévention de cette maladie et sur ses conséquences économiques en cas de dégradation de la situation sanitaire. Afin d'endiguer sa propagation, des restrictions commerciales fortes peuvent être imposées internationalement. Dans ce cadre, BIOEPAR propose une analyse économique permettant de quantifier l'effet de restrictions sur les mouvements d'animaux vifs et de produits animaux (interdictions de mise en vente, perte de marché vers certains pays tiers etc.). L'objectif de cette analyse est de mesurer l'impact d'un tel choc de marché pour toute la chaîne agricole et alimentaire. Ces coûts se mesurent à court terme en pertes de trésorerie, de revenus et d'emploi, et à plus long terme en coûts d'investissement et d'adaptation au nouveau contexte sanitaire et commercial. L'ensemble de l'économie peut ainsi être touché, affectant le bien-être économique des consommateurs.

Contact : arnaud.rault@oniris-nantes.fr, unité BIOEPAR



➤ Rayonnement international

FOCUS FORMATION

Partenariat avec le Canada

Thèse en co-tutelle de Kevin Randy Chemo Dzukou sur "Innovation produit et performance des entreprises dans l'industrie laitière française" (thèse soutenue en 2020). S'appuyant sur la notion de communs développée par Ostrom, ce travail met en évidence l'arbitrage entre bénéfices directs et indirects et coûts liés à l'action collective dans l'émergence et le fonctionnement d'une structure collective de partage de matériel agricole.

Doctorat Honoris Causa à Murray Fulton

Sous l'impulsion de l'unité SMART-LERECO, Agrocampus Ouest a attribué un Doctorat Honoris Causa à Murray Fulton, Professeur à l'Université de Saskatchewan. Il s'agit du premier Doctorat Honoris Causa au plan international récompensant la carrière d'un universitaire pour ses travaux sur les coopératives agricoles, et l'un des tous premiers pour des travaux sur les coopératives tous secteurs confondus.

Doctorants EIR-A

Les doctorants de l'unité SMART-LERECO intègrent de plus en plus le parcours EIR-A, le parcours d'excellence proposé par l'École Internationale de Recherche d'Agreenium.

Erasmus +

Jeu sérieux d'agroécologie, SEGAE

Ce simulateur de ferme en ligne permet d'expérimenter les effets de différentes pratiques sur une ferme qui combine l'élevage bovin et les productions végétales. Le joueur se met à la place de l'agriculteur pour combiner les pratiques qui assureront la production, le respect de l'environnement, l'équilibre économique de la ferme et une bonne organisation du travail.

Partenaires : UMR BIOEPAR, SMART-LERECO, URSE, coopératives agricoles du Grand-Ouest

Consortium internationaux

Les travaux de l'unité SMART-LERECO sur les coopératives agricoles et rurales se développent dans une perspective internationale, comprenant pays en développement et pays développés. L'unité a noué des partenariats avec trois centres internationaux : Canadian Centre for the Study of Co-operatives (University of Saskatchewan, Canada), Centre for Co-operative Studies (University College Cork, Irlande) et le CRISES - Centre de recherche sur les innovations sociales (Canada). Ces partenariats ont débouché sur des séjours de recherche croisés, des thèses en cotutelle et codirection et l'organisation de deux workshops internationaux (2019 et 2021).

Une meilleure mesure statistique de la contribution économique des coopératives

Contexte et enjeux : Le Bureau des Coopératives de l'Organisation Internationale du Travail, en partenariat avec l'Alliance Coopérative Internationale, a été moteur dans le développement de mesure statistique des coopératives dans le monde. Le mouvement coopératif est souvent mal identifié dans les statistiques officielles et notamment les grands ensembles de la comptabilité nationale (PIB, emplois, entreprises, etc.). Un mandat a été confié à Marie Bouchard (UQAM) et Damien Rousselière (Institut Agro, SMART-LERECO) pour identifier les bonnes pratiques internationales en la matière et pour préparer les lignes directrices à destination des agences publiques de statistiques.

Résultats : La conférence internationale des statisticiens du travail organisée par l'OIT en octobre 2018 a adopté les nouvelles lignes directrices pour les standards statistiques internationaux suivis par les instituts statistiques nationaux.

Les rapports préparatoires à cette conférence ont été publiés dans un ouvrage collectif. Suite d'une première publication officielle, cet ouvrage a pour objectif d'être l'ouvrage de référence en matière de cadre conceptuel de mesure des coopératives, d'analyse du travail, de compréhension des différentes formes de coopératives et de mesure de leur contribution économique. Il est rédigé à destination des agents des instituts publics de statistiques.

Références :

Marie J. Bouchard, Madeg Le Guernic & Damien Rousselière (2017) *Conceptual Framework for the Purpose of Measurement of Cooperatives and its Operationalization*, Geneva, International Labour Office.

ISBN: 978-92-2-129954-7

Marie J. Bouchard, Chiara Carini, Hyungsik Eum, Madeg Le Guernic and Damien Rousselière (2020) *Statistics on Cooperatives: Concepts, classification, work and economic contribution measurement*, Geneva, International Labour Office.

ISBN: 978922031361

➤ Nos actions en lien avec le territoire et la société

Les unités veillent à ancrer leurs activités de recherche et d'expertise au sein du territoire, notamment en Pays de la Loire et Bretagne. Les équipes s'engagent ainsi régulièrement dans des projets régionaux et développent leurs recherches en lien avec les acteurs du territoire, notamment avec les chambres d'agriculture, les coopératives ou encore les instituts techniques. Les unités bénéficient de soutiens importants des collectivités territoriales, en provenance surtout des Régions. Elles nouent, par ailleurs, des collaborations avec des partenaires privés.

Les travaux de recherche de l'axe "Économie et politiques publiques" sont présentés lors de conférences ou d'animations sur des salons (SPACE, Salon International de l'Agriculture) ou lors d'événements professionnels ou grand public.

On recense également plus de 200 interventions de l'unité SMART-LERECO dans différents médias (presse généraliste et spécialisée) entre 2015 et 2020.

ZOOM SUR

Des projets en lien avec le territoire

Autonomie protéique des territoires [Programme SOS PROTEIN - TERUnic]

Ce projet vise à comprendre, à l'échelle de l'exploitation, du territoire, et des filières, les enjeux et conséquences économiques et environnementales d'une augmentation de l'autonomie protéique des élevages.

Partenaires : chambres d'agriculture, coopératives (Coop de France Ouest) et instituts techniques (IDELE, IFIP, Arvalis, Terres Inovia), direction développement de la FNCUMA.

Financement : PEI 16.1, Fonds européen agricole pour le développement rural 2014-2020.

Contact : Aude.Ridier@agrocampus-ouest.fr, unité SMART-LERECO

Déterminants des éco-innovations et stratégies d'adoption par les industries agroalimentaires [Région Pays de la Loire - DECOSATI]

Ce projet s'interroge sur les leviers économiques et organisationnels du développement de l'économie circulaire dans le secteur agroalimentaire et les instruments normatifs susceptibles de permettre son essor. S'appuyant sur le cas des entreprises ligériennes, pionnières dans la lutte contre le gaspillage alimentaire ou la valorisation des co-produits, il a permis de mettre en avant les mécanismes faisant que ces stratégies pouvaient aussi être créatrices de valeur pour les entreprises, les territoires et les secteurs concernés.

Financement : RFI Food for Tomorrow/cap Aliment. Partenaires : IRSTV, LEMNA (Oniris), DCS (Univ. de Nantes), CRISES (Canada), Howard University (USA), Univ. Macerata (Italie).

Contact : thomas.coison@agrocampus-ouest.fr, unité SMART-LERECO

UMT STRATège, dédiée au marché horticole urbain et à ses problématiques [Unité Mixte de Technologie]

Conçu pour redynamiser la filière horticole française autour de la question du marché horticole urbain, les travaux conduits par l'UMT doivent permettre de générer des outils et des méthodes pour les professionnels de la filière horticole (amont et aval). L'objectif est de développer des systèmes de production, de distribution et de commercialisation répondant aux spécificités du marché horticole urbain.

Partenaires : Astredhor, INRAE, Agrocampus Ouest, Université d'Angers, Audencia Business School, ESA-Angers, Lycée le Fresne, Plante & Cité et Vegepolys Valley.

Unités : IRHS, SMART-LERECO, GRAPPE
Contact : allan.maignant@astredhor.fr



Organisation du centre

Au 31/12/2020

Présidente de centre :
Directeur des Services d'Appui :
Directrice Adjointe des Services d'Appui :

Unités rattachées au centre INRAE Pays de la Loire

Institut de Recherche en Horticulture et Semences UMR IRHS (INRAE - L'Institut Agro - Université d'Angers) Jean-Pierre Renou 244 agents Angers			Sécurité des Aliments et Microbiologie UMR SECALIM (INRAE - Oniris) Marie-France Pilet 29 agents Nantes	Laboratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments UMR LABERCA (INRAE - Oniris) Bruno Le Bizec 68 agents Nantes	Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et les Procédés USC GRAPPE (INRAE - Esa) Pierre Picouet 39 agents Angers
Horticole UE HORTI (INRAE) Arnaud Lemarquand 17 agents Angers	Signalisation Fonctionnelle Canaux Ioniques et Récepteurs USC SIFCIR (Univ. d'Angers-INRAE) Valérie Raymond 16 agents Angers	Légumineuses, Écophysiologie Végétale, Agroécologie USC LEVA (Esa-INRAE) Joëlle Fustec 22 agents Angers	Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles UMR PHAN (INRAE - Univ. Nantes) Patricia Parnet 56 agents Nantes	Unité de Recherche Systèmes d'Élevage USC URSE (Esa-INRAE) Claire Manoli 8 agents Angers	

Unités bi-régionales rattachées au centre Bretagne-Normandie

Institut de Génétique Environnement et Protection des Plantes
UMR IGEPP
 (INRAE-L'Institut Agro-Université Rennes)
Maria Manzanares-Dauleux
 260 agents Angers-Rennes

Biodiversité Agroécologie & Aménagement du Paysage
UMR BAGAP
 (INRAE-L'Institut Agro-Esa)
 Stéphanie Aviron
 42 agents Angers-Rennes

Structure et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires
Laboratoire d'Étude et de Recherche en Économie
UMR SMART LERECO
 (INRAE-L'Institut Agro)
 Carl Gaigné
 53 agents Angers-Nantes-Rennes

Unités d'appui à vocation nationale



Départements & Directions INRAE

Biologie et amélioration des plantes BAP	Santé des plantes et environnement SPE	Agro-écosystèmes AGROECOSYSTEM	Microbiologie et chaîne alimentaire MICA	Alimentation humaine ALIMH	Sciences pour l'action, les transitions, les territoires ACT	Économie et sciences sociales pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement ECOSOCIO
--	--	--	--	--------------------------------------	--	--

Emmanuelle Chevassus-Lozza

François Jemain

Véronique Cadic

Instances consultatives

- Conseil de centre
- Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail
- Commission Locale de Formation Permanente

Autres commissions

- Développement Durable et Responsabilité Sociale et Environnementale
- Commission Locale des Systèmes d'Information

Biologie
Épidémiologie et
Analyse de Risque
en santé animale
UMR BIOEPAR
(INRAE - Oniris)
Christine Fourichon
67 agents Nantes

Biopolymères
Interactions
Assemblages
UR BIA
(INRAE)
Marc Anton
165 agents Nantes-Rennes

Services
Déconcentrés
d'Appui
à la Recherche
UAR SDAR
(INRAE)
François Jemain
38 agents Angers-Nantes

Service
Informatique
InterRégional
Grand Ouest
UAR SIIRGO
(INRAE)
Harold Mulciba
12 agents Angers - Nantes - Rennes - Tours - Orléans - Nogent

Groupe d'Étude
et de contrôle
des Variétés Et
des Semences

GEVES

Directeur Général
Alain Tridon

154 agents

Physiopathologie
Animale et bio-
Thérapie du muscle
et du système
nerveux
UMR PANTHER
(INRAE - Oniris)
Marie-Anne Colle
23 agents Nantes

Statistiques,
Sensométrie et
Chimiométrie
USC StatSC
(Oniris-INRAE)
Evelyne Vigneau
12 agents Nantes

Immuno-En-
docrinologie
Cellulaire et
Moléculaire
USC IECM
(Oniris-INRAE)
Jean-Marie Bach
16 agents Nantes

Secteur d'Étude
des Variétés
SEV
Fabien Masson

Laboratoire
de Biologie
Moléculaire et
de Biochimie
BioGEVES
René Mathis



Station
Nationale
d'Essais de
Semences
SNES
C. Polderman-
Roussille

Unité
Support du
Département
TRANSFORM
**UAR
TRANSFORM**
(INRAE)
M. O'Donohue
12 agents Nantes

**Antenne
DRHDD**
(INRAE)
Philippe Lenoir
18 agents Nantes

Direction
d'Appui aux
Activités
Techniques
DAAT
Virginie Moriceau

Santé animale
SA

Sciences pour
l'ingénierie des
aliments, des pro-
duits biosourcés
et des résidus de
l'activité humaine
TRANSFORM

Direction de
Coordination des
Services Décon-
centrés d'Appui à la
Recherche
DCSDAR

Direction
des systèmes
d'information
DSI

Direction des
Ressources
Humaines et du
Dév. Durable
DRHDD

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	EIR-A : Ecole Internationale de Recherche d'Agreenium	OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques
AFNOR : Association Française de Normalisation	EPPN : European Plant Phenotyping Network	OCVV : Office Communautaire des Variétés Végétales
AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments	ERC : European Research Council	PAC : Politique Agricole Commune
AGROECOSYSTEM : Département INRAE Agroécosystèmes	ESA : École Supérieure d'Agricultures	PANTHER : Physiopathologie animale et Biothérapie du Muscle et du Système Nerveux
ALIMH : Département INRAE Alimentation Humaine	ESR : Enseignement Supérieur et Recherche	PHAN : Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles
ANR : Agence Nationale de la Recherche	EUR : École Universitaire de Recherche	PIA : Programme d'Investissement d'Avenir
ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations	PPR : Programme Prioritaire de Recherche
APEX : Plateforme Cellule d'Expertise en Anatomie Pathologique	FNAMS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences	PSDR : Programme Pour et Sur le Développement Régional
ARF : Association des Régions Françaises	GEVES : Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences	RARE : Ressources Agronomiques pour la Recherche
BAGAP : Biodiversité, Agroécologie et Aménagement du Paysage	GIP : Groupement d'Intérêt Public	RFI : Programme régional Recherche Formation Innovation
BAP : Département INRAE Biologie et Amélioration des Plantes	GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique	RPS : Risques psychosociaux
BIA : Biopolymères, Interactions, Assemblages	GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants	SA : Département INRAE Santé Animale
BIBS : Biopolymères, Biologie Structurale	GRAPPE : Agroalimentaire sur les Produits et les Procédés	SATT : Société d'accélération du transfert de technologies
BIOEPAR : Bio-agression, Épidémiologie et Analyse de Risques	H2020 : Programme-cadre de recherche Horizon 2020 (2014-2020)	SAAPL : GIS "Systèmes Agro-Alimentaires en Pays de la Loire"
BIOGEVES : Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Biochimie	HCERES : Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur	SCA : Surveillance pour la Chaîne Alimentaire
CENN : Centre d'Excellence Nikon Nantes	HORTI : Horticole (unité Horticole)	SDAR : Services Déconcentrés d'Appui à la Recherche
CES : Comité d'Experts Spécialisés	IBISA : Infrastructures en Biologie Santé et Agronomie	SECALIM : Sécurité des Aliments et Microbiologie
CFBP : Collection Française de Bactéries associées aux Plantes	IECM : Immunologie-Endocrinologie Cellulaire et Moléculaire	SEMAE : interprofession de toutes les semences et de tous leurs usages (ex GNIS)
CIRM : Centre International de Ressources Microbiennes	IGEPP : Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes	SEV : Secteur d'Études des Variétés
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique	INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement	SME : Système de Management Environnemental
COST : coopération européenne en science et technologie	IRHS : Institut de Recherche en Horticulture et Semences	SFR : Structure Fédérative de Recherche (SFR)
COV : Certificats d'Obtention Végétale	IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture	IBSM : Ingénierie des Biopolymères pour la Structuration des Matrices et des Matériaux ;
CPA : Cultiver et Protéger Autrement (PPR)	IRSTV : Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville	SFR QUASAV : Qualité et Santé du Végétal
CPER : Contrat de Plan Etat Région	I-SITE : Initiatives-Science – Innovation – Territoires – Économie	SIFICIR : Signalisation Fonctionnelle Canaux Ioniques et Récepteurs
CRB : Centre de Ressources Biologiques	ISC : Infrastructure Scientifique Collective	SMART-LERECO : Structures et marchés agricoles, ressources et territoires / Laboratoire d'études et de recherche en économie
CRNH : Centre de Recherche en Nutrition Humaine	ISO : Organisation Internationale de Normalisation	SMQ : Système de Management de la Qualité
CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées	ITN : Innovative Training Networks	SNES : Station Nationale d'Essais de Semences
DAAT : Direction d'Appui aux Activités Techniques	LabCom : Laboratoires communs organismes de recherche publics - PME / ETI	SPE : Département Inra Santé des Plantes et Environnement
DDRSE : Développement Durable et Responsabilité Sociétale des Entreprises	LABERCA : Laboratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments	STAT SC : Statistique, Sensométrie et Chimiométrie
DGAL : Direction Générale de l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture français	LEVA : Légumineuses, Écophysiologie Végétale, Agroécologie	TRANSFORM : Département INRAE Sciences pour l'ingénierie des aliments, des produits biosourcés et des résidus de l'activité humaine
DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes	LIT : Laboratoire d'Innovation Territoriale	UE : Unité Expérimentale
DOI : Digital object identifier	LNR : Laboratoire National de Référence	UMR : Unité Mixte de Recherche
ECOSOCIO : Département INRAE Economie et Sciences Sociales pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement	MELISA : Métabolomics Lipidomics Steroidomics Analysis	UMT : Unité Mixte Technologique
ED : École Doctorale	MICA : Département Inra Microbiologie et Chaîne alimentaire	UPOV : Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales
EFSA : European Food Safety Authority	NEXT : I-Site Nantes Excellence Trajectory	UPR : Unité Propre de Recherche
		USC : Unité Sous Contrat
		VAE : Validation des Acquis de l'Expérience



Centre INRAE Pays de la Loire

Site d'Angers
42 rue Gorges Morel
49071 Beaucouzé Cedex
Tél. : +33 1 (0)2 41 22 56 00

Site de Nantes
3 impasse Yvette Cauchois
44316 Nantes Cedex 3
Tél. : +33 1 (0)2 40 67 50 00

Rejoignez-nous sur :



<https://www.inrae.fr/centres/pays-loire>

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE