



Rapport d'activité 2018

Centre Inra Pays de la Loire



INRA
SCIENCE & IMPACT



2018, un continuum de réalisations entre recherche, expertise et innovation dans le contexte des transitions agricole, alimentaire, écologique ou énergétique

En 2018, le centre Inra Pays de la Loire a élaboré son schéma stratégique de site et de centre 2018-2022. Celui-ci s'inscrit dans la lignée du renouvellement de la politique scientifique de l'Inra avec le document d'orientation #INRA 2025 et les nouveaux schémas stratégiques des départements scientifiques de l'Institut. C'est dans ce contexte que 4 identifiants de recherche et une valence d'expertise structurent les travaux de recherche du centre, en symbiose avec ses partenaires académiques de site :

- Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences
- Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux innovants
- Santé animale – Sécurité des aliments - Alimentation – Santé Humaine : Biologie et Interactions
- Économie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement
- Une "compétence" commune aux unités du centre : mobilisation de l'expertise en appui aux politiques publiques

Au cours de cette année, le dynamisme des unités de recherche du centre s'est concrétisé par une belle moisson de nouveaux projets ANR et le démarrage de projets européens. En juillet 2018, la Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, a retenu le site angevin du centre pour faire l'annonce d'un programme national prioritaire de recherche sur le développement d'alternatives aux phytosanitaires. Cette visite a permis d'illustrer la stratégie partagée des acteurs du site du campus du végétal pour le développement de systèmes de production performants, sains et durables.

Le centre inscrit ses recherches dans le contexte des transitions agricole, alimentaire et environnementale pour proposer des innovations en accompagnement de celles-ci. Cette dynamique est portée par les unités du centre aux côtés de ses partenaires, notamment dans le cadre des dispositifs recherche-innovation et avec les pôles de compétitivité. L'illustration de ce volet innovation constitue l'une des nouveautés de ce rapport d'activité.

Autre nouveauté pour ce panorama des missions du centre, un focus sur l'éclairage des politiques publiques et des débats publics. En 2018, la mobilisation de l'expertise des chercheurs du centre pour un appui aux politiques publiques et aux grands organismes nationaux, européens et internationaux s'est illustrée sur de nombreux domaines.

Ce document présente également une sélection foisonnante des résultats scientifiques des recherches menées dans les unités en collaboration avec nos partenaires scientifiques nationaux et étrangers.

Enfin, la qualité de vie au travail est une préoccupation qui est devenue centrale pour l'Institut. Les évaluations conseil des facteurs de risques psychosociaux menées en 2018 dans les unités du centre ont été l'occasion pour les collectifs de faire leur propre analyse organisationnelle, et celle de leur mode de fonctionnement.

L'ensemble de ces résultats est le fruit d'une construction collective qui s'appuie sur une communauté d'un millier d'agents répartis sur nos 2 sites principaux d'Angers et de Nantes. Ce collectif joue un rôle fondamental dans leur réalisation.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce document.

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

CHIFFRES-CLÉS DU CENTRE 2018



une communauté de plus de

1000
personnes



460
titulaires Inra
(dont 391 dans les unités de
recherche et expérimentale)



125
doctorants



12
unités de recherche dont
1 unité propre,
6 unités mixtes
et 5 unités sous contrat



1
unité expérimentale
3
unités d'appui



144
nouveaux contrats
signés



46,8
millions €
de budget
pour le centre



5
partenaires académiques :
Agrocampus Ouest, Esa,
Oniris, Université d'Angers,
Université de Nantes



2
groupements d'intérêt
public en région :
GEVES et CRNH-Ouest



4
plateformes labélisées
IBISA - Biogenouest



35
projets européens
en cours dans les unités



37
projets en cours financés
par l'ANR



4
programmes
(inter)régionaux



300
articles publiés dans des
revues internationales à
comité de lecture



121
articles co-publiés avec
l'étranger dans des revues
internationales à comité
de lecture

SOMMAIRE

LES TEMPS FORTS 2018	4
PRÉSENTATION DU CENTRE	7
L'Inra et le centre	8
Les implantations	9
Les partenaires académiques	9
L'organisation du centre	10
Les 4 identifiants de recherche du centre	12
Les ressources humaines	13
Les moyens financiers	14
La vie collective	15
Le développement durable	16
Les interactions sciences-société	16
LES OUTILS ET LES RÉSEAUX	17
Les outils collectifs	18
Biogenouest et le CRNH-Ouest	21
Les Centres de Ressources Biologiques	22
LES PARTENARIATS	23
Cartographie des ressources contractuelles	24
Focus sur une sélection de projets majeurs	24
Domaines d'innovation	26
L'appui aux politiques publiques	29
Les programmes régionaux et inter-régionaux	32
UNE SÉLECTION DE NOS RÉSULTATS DE RECHERCHE ET INNOVATION	35
Biologie végétale intégrative et gestion durable des productions horticoles et des semences	36
Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux innovants	40
Santé animale – Sécurité des aliments – Alimentation – Santé Humaine : Biologie et Interactions	44
Économie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement	50
GLOSSAIRE	52

1 TEMPS FORTS 2018

4

ÉVÉNEMENTS INSTITUTIONNELS TEMPS FORTS

1^{er} janvier
Emmanuelle Chevassus-Lozza
nommée Présidente du
centre Inra Pays de la Loire

16-17 janvier
**1^{ère} réunion du Conseil d'Orientation
Scientifique du programme RFI
Food for Tomorrow /Cap Aliment**
pour un bilan de mi-parcours du
programme

4 janvier
LIT Ouestrel lauréat de l'appel à
manifestation d'intérêt de l'action
"territoire de grande ambition"
du PIA

8 juin
François Laurens est
nommé ambassadeur
de la Ville d'Angers pour
son implication dans
le congrès mondial de
l'horticulture en 2022

Juin
**Nouveau schéma
stratégique de site et
de centre 2018-2022**

1^{er} février
**Inauguration du
Technocampus
Alimentation**

2 mai
**Signature de la convention
de l'UMR IRHS** entre l'Inra,
Agrocampus Ouest et
l'Université d'Angers

JANVIER

FÉVRIER

MARS

AVRIL

MAI

JUIN



16-18 janvier
**Salon des productions horti-
coles : SIVAL**
Conférences et présentations
des travaux des unités du
centre

24 février - 4 mars
**Salon International de l'Agric-
ulture**
La Collection Française de Bac-
téries associées aux Plantes, le
CRB Fruits à pépin et rosiers, et
le CRB Carottes ont été présen-
tés par l'UMR IRHS

13 mars
**Journée biopréservation et
interactions microbiennes**
Journée d'animation du projet
régional COMBACT, porté par
l'UMR SECALIM

3-5 avril
**Colloque européen en imagerie
par spectrométrie de masse**
Co-organisé par les plateformes
BIBS, PROTIM et IETR

1^{er} juin
**Colloque "Physiologie et
Pathologie des barrières :
interaction avec les
microbiotes"**
Organisé par les unités
PHAN et BIA aux journées
scientifiques de l'Université
de Nantes

5 juin
**Séminaire sur la santé et le
bien-être animal**
3^{ème} rendez-vous organisé
par le LIT Ouest Territoires
d'Élevage

13 juin
**1^{ère} Biennale du Centre
d'Excellence Nikon Nantes**
Co-organisée par l'UMR
PANTHER sur la microscopie
à super-résolution pour la
biologie

ÉVÉNEMENTS PROFESSIONNELS ET SCIENTIFIQUES

20 juillet

Annonce du programme national prioritaire de recherche sur le développement d'alternatives aux phytosanitaires par la **Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation**, lors de sa visite du site Inra d'Angers

12-16 août

Une **délégation française d'IHC2022** présente à IHC2018 pour promouvoir la destination de la prochaine édition qui se déroulera en France, à Angers, en 2022

1-4 octobre

Visite d'une **délégation du RFI Objectif Végétal au Brésil** pour poser les jalons d'une collaboration renforcée

3 décembre

Lancement de l'I-Site Next L'ambition est de faire de Nantes une référence mondiale sur l'industrie et la santé du futur



JUILLET

AOÛT

SEPTEMBRE

OCTOBRE

NOVEMBRE

DÉCEMBRE



Le programme régional **Connect Talent**, qui permet au territoire d'accueillir de nouveaux talents, a sélectionné **Guillaume Tcherkez** pour son projet innovant **Isoseed**

septembre
SPACE

Le projet **Santinov** présenté lors d'une série de conférences par l'UMR **BIOEPAR**

2-7 octobre

Nantes Food Forum Conférences et portes ouvertes proposées par les unités **BIA** et **PHAN**

4-5 décembre
Rencontres du végétal

Organisées par **Agrocampus Ouest** sur le thème "Être acteur des changements"

2-18 juillet

Summer School Qualité et Santé du Végétal Organisée par l'Université d'Angers, avec l'UMR **IRHS**, cette école d'été a accueilli 16 étudiants internationaux

27-28 septembre
Rencontres Biologie Physique du Grand Ouest

Un congrès régional sur les biotek vertes, et les matériaux innovants biocompatibles

5-14 octobre

Fête de la science 14 thématiques proposées sur les villages des sciences d'Angers et de Nantes

6-8 novembre

Colloque EFFoST Conférence sur les tendances de la science alimentaire et de la transformation des aliments, co-organisée par l'unité **BIA**

3-13 juillet

Summer School Qualité Bioinformatique Organisée par l'Université de Nantes, des chercheurs des unités **IRHS** et **BIA** sont intervenus auprès des 24 étudiants

28 septembre

Nuit des chercheurs Avec la participation des unités **GRAPPE** et **LEVA**

25 octobre

Rencontres Esa-Inra Une journée de rencontres sur le "Changement de pratiques pour des systèmes agricoles et alimentaires durables".

29-31 octobre

Symposium Plant epigenetics Organisé par l'UMR **IRHS**, ce colloque a rassemblé les meilleurs laboratoires mondiaux du domaine

13-14 décembre
Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS) co-organisées avec les unités **SMART-LERECO** et **BIOEPAR**



Site Inra d'Angers-Beaucouzé



Site Inra de Nantes-Géraudière

Présentation du centre

L'Inra et le centre

Les implantations

Les partenaires académiques

L'organisation du centre

Les 4 identifiants de recherche du centre

Les ressources humaines

Les moyens financiers

La vie collective

Le développement durable

Les interactions sciences-société

2 PRÉSENTATION DU CENTRE

1 L'Inra et le centre

► L'Inra

Premier institut de recherche agronomique en Europe avec **7 588** agents titulaires, **2 660** agents contractuels, au deuxième rang mondial pour ses publications en sciences agronomiques, l'Inra (Institut National de la Recherche Agronomique) contribue à la production de connaissances et à l'innovation dans l'alimentation, l'agriculture et l'environnement.

L'Institut déploie sa stratégie de recherche en mobilisant ses **13** départements scientifiques et en s'appuyant sur un réseau unique en Europe, fort de plus de **184** unités de recherche et **42** unités expérimentales implantées dans **17** centres en région.

L'ambition est, dans une perspective mondiale, de contribuer à assurer une alimentation saine et de qualité, une agriculture compétitive et durable ainsi qu'un environnement préservé et valorisé.



► Le centre Inra Pays de la Loire

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

En Pays de la Loire, l'Inra est le 2e organisme de recherche publique. Partagée avec ses cinq partenaires académiques privilégiés, sa politique scientifique est mise en œuvre par une communauté de plus de **1 000** personnes, dont plus d'une centaine de doctorants.

Ses **12** unités de recherche et **1** unité expérimentale s'appuient sur deux structures fédératives de recherche, des plateformes et plateaux techniques, des centres de ressources biologiques.

En réponse au défi majeur de la sécurité alimentaire et du changement global, ses recherches intègrent l'étude de l'adaptation de l'agriculture au changement climatique, la production d'une alimentation saine et durable et l'étude de l'apport des biotechnologies et des procédés pour de nouvelles ressources.

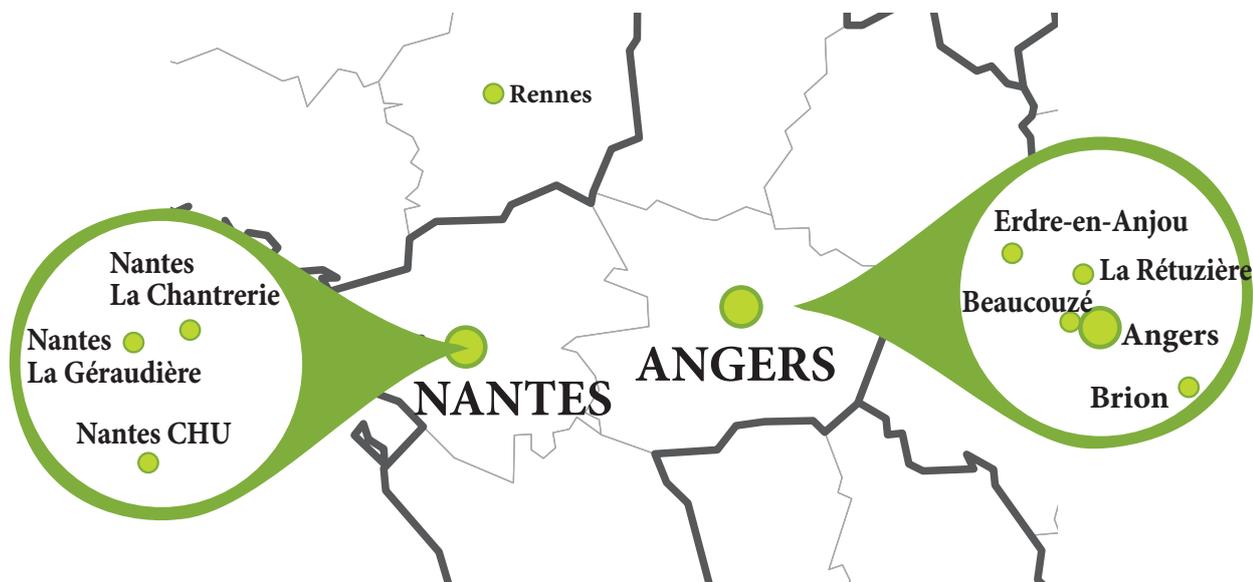


Des liens privilégiés existent avec le Geves (Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences) dont les deux tiers des effectifs nationaux sont implantés en Anjou, au cœur de **5** unités : Direction/appui, SEV Brion et Anjouère, BioGeves et Snés.

Les unités de recherche et expérimentales définissent leur organisation en concertation avec le ou les département(s) scientifique(s) de l'Inra, le centre de rattachement et, le cas échéant, avec les établissements partenaires. Au cœur du système d'organisation de l'Institut, l'unité élabore collectivement une feuille de route, validée par la direction générale après avis des départements concernés.

2 Les implantations

Le centre est déployé sur **2 sites géographiques principaux** : Angers et Nantes,
avec **9 implantations distinctes** : Nantes Géraudière, Nantes Chantrerie, Nantes CHU, Le Rheu, Angers, Beaucouzé, La Rétuzière, Brion et Erdre-en-Anjou
dans **3 départements** : 44, 49, 35.



3 Les partenaires académiques

Le centre a développé et formalisé de multiples partenariats d'unités de recherche de type **UMR (Unité Mixte de Recherche)** et **USC (Unité Sous Contrat)** avec les universités d'Angers et de Nantes, ainsi qu'avec Agrocampus Ouest, l'Esa et Oniris. Il est également partenaire de l'Université Bretagne Loire et d'Agreenium.



Le centre est un acteur moteur de nombreux dispositifs partenariaux. Il est ainsi impliqué dans le **pôle de compétitivité Végépolys**, sur la production durable de végétaux spécialisés. Il développe également des projets avec le pôle Valorial sur l'innovation alimentaire et la sécurité des aliments.



Le centre participe à la politique de l'innovation de la région qui s'appuie sur une **plateforme régionale d'innovation** (PRI Cap Aliment) ciblant les entreprises agroalimentaires implantées sur le territoire ligérien.



4 Organisation du centre

Au 31/12/2018

10

PRÉSENTATION DU CENTRE

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

Unités de recherche rattachées au centre Inra Pays de la Loire

Institut de Recherche en Horticulture et Semences
UMR IRHS
 (Inra - Agrocampus Ouest - Université d'Angers)
 249 agents (97 titulaires Inra)
Jean-Pierre Renou
 Angers

Horticole
UE HORTI
 (Inra)
Arnaud Lemarquand
 19 agents (19 titulaires Inra) Angers

Signalisation Fonctionnelle Canaux Ioniques et Récepteurs
USC SIFCIR
 (Inra - Univ. d'Angers)
Valérie Raymond
 16 agents (0 titulaire Inra) Angers

Légumineuses, Écophysiologie Végétale, Agroécologie
USC LEVA
 (Inra - Esa)
Joëlle Fustec
 22 agents (0 titulaire Inra) Angers

Sécurité des Aliments et Microbiologie
UMR SECALIM
 (Inra - Oniris)
Marie-France Pilet
 27 agents (7 titulaires Inra) Nantes

Laboratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments
UMR LABERCA
 (Inra - Oniris)
Bruno Le Bizec
 68 agents (2 titulaires Inra) Nantes

Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et les Procédés
USC GRAPPE
 (Inra - Esa)
Pierre Picouet
 39 agents (1 titulaire Inra) Angers

Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles
UMR PHAN
 (Inra - Univ. Nantes)
Patricia Parnet
 56 agents (20 titulaires Inra) Nantes

Unités de recherche bi-régionales rattachées à Bretagne-Normandie

Institut de Génétique Environnement et Protection des Plantes
UMR IGEPP
 (Inra-Agrocampus Ouest- Université Rennes)
Maria Manzaneres-Dauleux
 260 agents Angers - Rennes

Biodiversité Agroécologie & Aménagement du Paysage
UMR BAGAP
 (Inra-Agrocampus Ouest-Esa)
Alexandre Joannon
 42 agents Angers - Rennes

Unités d'appui à vocation nationale



Départements Inra

Biologie et amélioration des plantes
BAP

Santé des plantes et environnement
SPE

Environnement et agronomie
EA

Microbiologie et chaîne alimentaire
MICA

Alimentation humaine
ALIMH

Sciences pour l'action et le développement
SAD

Emmanuelle Chevassus-Lozza

David Moisan

Véronique Cadic

Instances consultatives

- Conseil de centre
- Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail
- Commission Locale de Formation Permanente
- Commissions Administratives Paritaires Locales
- Commission Locale des Systèmes d'Information

Autre commission

Développement Durable et Responsabilité Sociétale des Entreprises

Biologie Épidémiologie et Analyse
de Risque en santé animale

UMR BIOEPAR

(Inra - Oniris)

67 agents
(16 titulaires Inra)

Christine Fourichon

Nantes

Physiopathologie
Animale et bio-
Thérapie du muscle et
du système nerveux

UMR PANTHER

(Inra - Oniris)

Marie-Anne Colle

23 agents
(6 titulaires Inra)

Nantes

Immuno-Endocri-
nologie Cellulaire
et Moléculaire

USC IECM

(Inra - Oniris)

Jean-Marie Bach

16 agents
(3 titulaires Inra)

Nantes

Structure et Mar-
chés Agricoles, Res-
sources et Territoires
Laboratoire d'Étude
et de Recherche en
Économie

UMR SMART LERECO

(Inra-Agrocampus
Ouest)

53
agents

Carl Gagné

Angers-Nantes-Rennes

Biopolymères
Interactions
Assemblages

UR BIA

(Inra)

Marc Anton

165 agents
(117 titulaires Inra)

Nantes-
Rennes

Services Décon-
centrés d'Appui
à la Recherche

UAR SDAR

(Inra)

David Moisan

46 agents
(43 titulaires Inra)

Angers-
Nantes

Statistiques,
Sensométrie et
Chimiométrie

USC StatSC

(Inra - Oniris)

Evelyne Vigneau

12 agents
(1 titulaire Inra)

Nantes



Unité
Support du
Département
CEPIA

UAR CEPIA

(Inra)

Michael O'Donohue

12 agents
(11 titulaires Inra)

Nantes

Dévelop-
pement
Ressources
Humaines

UAR DevRH

(Inra)

Cecile Tournu-
Sammartino

18 agents
(15 titulaires Inra)

Nantes

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

GEVES

154 agents
(102 titulaires Inra)

Appui à la
Direction

DG

Arnaud Deltour

Secteur d'Étude
des Variétés

SEV

Georges Sicard

Laboratoire
de Biologie
Moléculaire et
de Biochimie

BioGEVES

René Mathis

Station
Nationale
d'Essais de
Semences

SNES

Joël Lechappé

Direction
d'Appui aux
Activités
Techniques

DAAT

Virginie Moriceau

Sciences sociales,
agriculture et alimen-
tation, espace et
environnement

SAE2

Santé animale

SA

Caractérisation et
élaboration des
produits issus de
l'agriculture

CEPIA

Direction de l'Immo-
bilier et de la Coordi-
nation des Services
Déconcentrés d'Appui
à la Recherche

DICSDAR

Direction des
Ressources
Humaines et du
Dév. Durable :

5 Les 4 identifiants de recherche.....

► Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences

La qualité et la santé des produits horticoles et des semences sont 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. 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.

Unités concernées : UMR IRHS, UPR BIA (équipes PVPP et ELIPS), USC SIFCIR, USC LEVA, UE HORTI, unités bi-régionales BAGAP et IGEPP

Partenaires : Université d'Angers, Agrocampus Ouest, Geves, Esa, SFR Quasav.

Domaines prioritaires du Document d'Orientation de l'Inra : #3Perf, #Climat.



► 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 prise de conscience de l'impact de ces facteurs sur la santé publique, les acteurs de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de l'agroforesterie du XXI^e siècle doivent faire face à un enjeu majeur de durabilité des chaînes de production et d'alimentation.

Unités concernées : UPR BIA, USC GRAPPE

Partenaires : Esa, SFR ISBM.

Domaines prioritaires du Document d'Orientation de l'Inra : #Food, #BioRes, #3Perf.



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

Les travaux du centre contribuent à un domaine majeur de recherche de l'Inra : d'une part la gestion intégrée de la santé chez les animaux et son impact sur l'alimentation de l'homme, et d'autre part la compréhension de la santé de l'homme en lien avec son alimentation, notamment sous l'angle de la sécurité chimique et microbiologique de la denrée alimentaire. Impliquées dans le concept d'« une seule santé », les unités du centre contribuent également au renforcement du lien entre santé animale et santé humaine.

Unités concernées : UMR BIOEPAR, UMR LABERCA, UMR PHAN, UMR PANTHER, UMR SECALIM, USC IECM, USC StatSC, UPR BIA (équipe Allergie)

Partenaires : Oniris, Université de Nantes, CHU de Nantes

Domaines prioritaires du Document d'Orientation de l'Inra : #3Perf, #Food, #OpenInra.



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

Sur cette thématique, les recherches du centre sont totalement partagées avec le centre Inra Bretagne-Normandie. Elles s'inscrivent dans un contexte caractérisé par 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.

Unités concernées : UMR SMART LERECO (unité bi-régionale), UMR BIOEPAR (thématique économie et gestion de l'équipe Santé des troupeaux – Santé publique)

Partenaires : Oniris, Agrocampus Ouest



6 Les ressources humaines

► Les effectifs

Le centre Pays de la Loire compte **460** personnels titulaires en 2018.

Avec les personnels contractuels et les agents relevant des partenaires présents dans les unités mixtes et sous contrat ou les autres personnels accueillis, ce sont plus de **1 000** personnes qui sont présentes dans les unités du centre.



Une communauté de plus de

1000

Personnes



391

Titulaires Inra dans les unités de **recherche, expérimentales et Geves**



69

Titulaires dans les unités d'**appui**



166

Permanents des UMR gérés par les **partenaires**



162

Contractuels Inra (en flux annuel)



125

Doctorants Inra et employés par ses partenaires



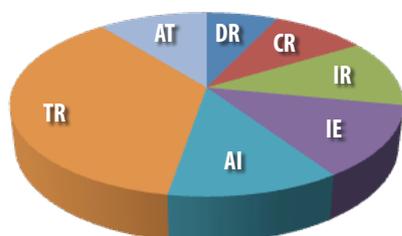
117

Stagiaires Inra (en flux annuel)

Répartition des effectifs (titulaires Inra)

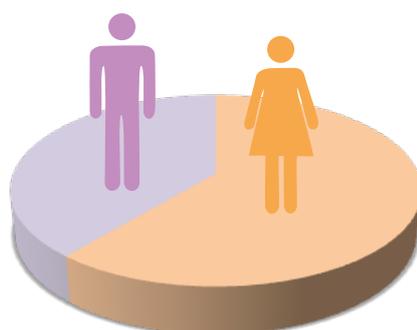
► Par corps

- Directeur de Recherche (7 %)
- Chargé de Recherche (9,3 %)
- Ingénieur de Recherche (11,8 %)
- Ingénieur d'Études (12,6 %)
- Assistant Ingénieur (12 %)
- Technicien de la Recherche (36,6 %)
- Adjoint Technique (10,7 %)



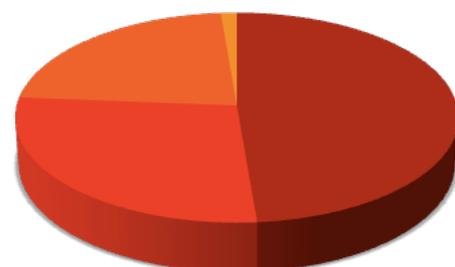
► Par genre

- Hommes (39 %)
- Femmes (61 %)



► Par identifiant de centre

- Biologie végétale (48,6 %)
- Ingénierie des bioressources (27,5 %)
- Santé animale/sécurité des aliments/alimentation/santé humaine (22,4 %)
- Économie/Politiques publiques (1,3 %)

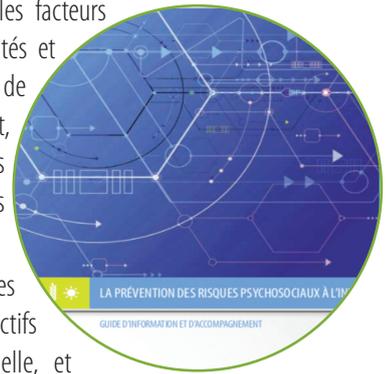


► Préservation et le développement de la qualité de vie au travail

La préservation et le développement de la qualité de vie au travail (QVT) est une préoccupation qui, au fil des ans, est devenue centrale pour l'Inra, notamment dans le cadre de sa politique RH. Il ne saurait être question de développer la QVT sans qu'une politique volontariste de prévention des risques psychosociaux (RPS) ne soit menée en parallèle. À l'Inra, et au sein du centre Pays de la Loire, cette politique s'incarne par le déploiement dans chaque unité des évaluations conseil des facteurs de risques psychosociaux. Il s'agit d'une démarche en interaction entre les agents de l'unité, la direction de l'unité, les acteurs de la fonction ressources humaines (Responsable RH et Conseillère de Prévention), les membres du CHSCT, sous la responsabilité de la Présidente de centre qui pilote la démarche et en pleine concertation avec les autres tutelles de l'unité quand il s'agit d'une unité mixte de recherche.

L'objet de l'évaluation-conseil est d'estimer les facteurs de risques psychosociaux à l'échelle des unités et d'identifier les bonnes pratiques d'une part, de potentiels leviers d'amélioration d'autre part, afin d'élaborer et de mettre en place des plans d'action avec des objectifs précis, inscrits dans une temporalité bien identifiée.

Les évaluations menées en 2018 et les années précédentes ont été l'occasion pour les collectifs de faire leur propre analyse organisationnelle, et celle de leur mode de fonctionnement ; de fait, c'est un bilan complémentaire à celui traditionnellement fait sur le plan scientifique lors d'autres évaluations collectives (type HCERES).

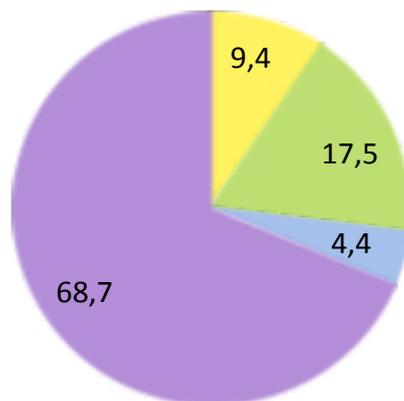


7 Les moyens financiers

Les moyens financiers du centre, détaillés ci-contre, se limitent aux ressources gérées par l'Inra. Ils ne recouvrent que partiellement les crédits ouverts aux UMR, et ne prennent pas en compte les crédits des USC. Il ne s'agit pas d'une photographie consolidée du budget des unités.

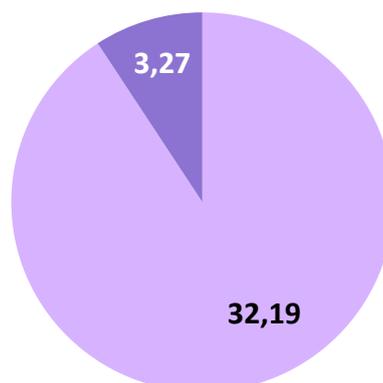
Dans ce format, le budget de centre s'élève à **46,8 M€**, dont **35,4 M€** de masse salariale.

Moyens financiers en %



- Subventions d'état
- Ressources propres contractuelles
- Ressources propres non contractuelles
- Masse salariale des agents permanents

Masse salariale en M€



- Titulaires
- Contractuels

8 La vie collective

► 3^{ème} édition de la journée interne de centre

Les objectifs de cette manifestation, initiée en 2015, sont d'enrichir la connaissance mutuelle de l'environnement scientifique en faisant mieux connaître aux agents du centre les thématiques et les ressources, de créer du lien afin de leur permettre de développer leur réseau, mais aussi de s'approprier les identifiants scientifiques et de découvrir les différents sites avec leurs acteurs.

En 2018 ce sont les unités de Nantes Chantierie (BIOEPAR, IECM, LABERCA, PANTHER, SECALIM), ainsi qu'Inra Transfert, le RFI Food for Tomorrow/Cap Aliment et les SDAR qui se sont mobilisées pour faire découvrir leurs travaux, laboratoires et plateformes aux agents du centre.



► L'Association pour le Développement des Activités Sociales de l'Inra (ADAS)

L'Association a pour objectif de promouvoir et d'organiser des projets à caractère social, sportif, culturel auprès des personnels actifs et retraités de l'Institut.

Faits marquants 2018 :

50 ans de l'Adas

Les sections Adas d'Angers et de Nantes ont célébré les 50 ans de l'association : le 20 septembre 2018 sur le site de La Géraudière, avec des activités sportives et culturelles ; le 19 octobre à Angers, à l'occasion de l'inauguration de l'espace Adas.

Inauguration d'un nouvel espace Adas à Angers

Le centre a mis à disposition de la section Adas d'Angers de nouveaux espaces qui comprennent une salle d'activité de 80 m², une bibliothèque de 20 m² et une pièce annexe de 10 m². L'inauguration a eu lieu en octobre 2018.



► Les associations des doctorants

Greenyd (Green Young Doctors), à Angers

Fondée en décembre 2018, l'association Greenyd a pour objectifs de favoriser les relations professionnelles et sociales des doctorants, docteurs et post-doctorants de la SFR QuaSaV, en facilitant par exemple leur recrutement dans des entreprises et laboratoires du végétal en France et à l'international.

Sur l'année 2018-2019, l'association a été présentée dans plusieurs salons professionnels du végétal (notamment Plant Event et le Sival). Elle a permis la création d'un réseau à l'international (témoignages, liste des entreprises du végétal à l'international), et a resserré les liens entre doctorants de la SFR QuaSaV. Elle a également promu la thèse (Summer School, portes ouvertes de l'Université et d'Agrocampus Ouest), et a participé à des événements de médiation scientifique (Fête de la science, ateliers à Terra Botanica).

Plus d'infos : www.associationgreenyd.wixsite.com

EphemeR, à Nantes

Le groupe Ephem'R fondé en décembre 2005 a pour vocation de favoriser les liens socio-professionnels des doctorants, post-doctorants stagiaires et CDD de l'unité BIA à Nantes en organisant des moments de partage scientifiques et conviviaux.

En 2018, Ephem'R a organisé une dizaine de "goûters scientifiques", permettant aux contractuels de présenter leurs travaux de recherches et d'échanger. Des événements culturels ont également été organisés afin de permettre une bonne intégration des nouveaux arrivants de l'unité.

Plus d'infos : <https://intranet.angers-nantes.inra.fr/Actualites/Ephem-R>



9 Le développement durable

En 2018, la commission DDRSE (Développement Durable et Responsabilité Sociétale des Entreprises) a été repositionnée au plus près de la gouvernance du centre avec une redéfinition de sa composition, afin que les enjeux et actions qu'elle porte soient intégrés au mieux au cœur de la stratégie de centre. La notion de développement durable a donc été intégrée dans la RSE.

Les actions menées en 2018 ont notamment concerné :

- Le **renouvellement de la commission** et son changement de nom : Développement Durable et Responsabilité Sociétale des Entreprises (DDRSE)
- Les **déplacements** :
 - ✓ Une enquête déplacements domicile-travail des agents du centre, afin de proposer des alternatives aux déplacements en voiture qui répondent au plus près aux situations des agents.
 - ✓ Le renouvellement du plan de mobilité du site de Nantes, en partenariat avec Nantes Métropole, qui permet notamment de disposer d'aides et d'animations dans le domaine des déplacements doux.
 - ✓ Un diagnostic et des propositions pour le renouvellement du plan de Mobilité du site d'Angers, qui conduit notamment à repenser le prêt de vélo à assistance électrique et l'organisation du covoiturage.
 - ✓ La révision des vélos des agents du site d'Angers, par l'association de réinsertion par le travail Angers Mob Service.
 - ✓ La présentation et l'essai de véhicules et vélos électriques, lors de la journée interne de centre.

• La biodiversité

- ✓ Une étude de la labellisation "écojardins" du site de Beaucouzé : cette étude, prise en charge par un stagiaire, a montré que les espaces verts du site répondaient au cahier des charges de la labellisation.
- ✓ Une balade/découverte de la biodiversité du site de La Géraudière avec la LPO (Ligue de Protection des Oiseaux). Il est à noter que parmi les oiseaux du site on peut trouver des chardonnerets élégants, des mésanges à longue queue ou des roitelets triple bandeau.

• Les déchets

- ✓ Un atelier de sensibilisation et d'information sur les déchets sur les sites d'Angers et de Nantes, en partenariat avec le service prévention du centre, afin de comprendre comment mieux consommer, mieux trier et ce que deviennent nos déchets.



10 Les interactions sciences-société

Le centre organise ou participe à des événements régionaux, nationaux et internationaux dont l'objectif est de promouvoir la culture scientifique et d'interagir avec la société (salons, fête de la science, Nantes Food Forum, les Utopiales, Plant Event, Fascination Plants day, Pint of science...). Les agents du centre accueillent des stagiaires, présentent leurs recherches aux collégiens, lycéens et étudiants lors de visites et ateliers, vont à la rencontre des élèves et des enseignants dans les établissements scolaires pour des actions de découverte des métiers et de la démarche scientifique.

Les agents valorisent également leurs recherches et leur thématique lors de conférences grand public. Le centre communique par ailleurs sur ses activités, ses résultats, ses projets et sur ses événements auprès des professionnels, des organismes scientifiques, des partenaires, des collectivités... Cela se fait notamment au travers du site internet de centre, des réseaux sociaux, de vidéos, d'une lettre d'information de centre mensuelle, ainsi que par des communiqués et des points presse.

► Focus sur les vidéos réalisées en 2018

2018 a vu la réalisation de **15** vidéos, portant sur la valorisation des déchets végétaux, l'élaboration et la caractérisation de matériaux à base de biopolymères, le fournil expérimental, l'assemblage des protéines végétales, l'allergie alimentaire, la réactivité des composés phénoliques des fruits, le rôle des parois cellulaires dans la texture des fruits et légumes, les lipides alimentaires et leur devenir au cours de la digestion, la conception de nouveaux matériaux biosourcés, durables et performants, un nouveau microscope électronique à balayage environnemental, la recherche sur le végétal en Pays de la Loire, la collection Française de bactéries associées aux plantes, ainsi que sur le "Zéro phyto : changeons de regard sur nos rosiers".



Les outils et les réseaux

Les outils collectifs

Biogenouest et le CRNH-Ouest

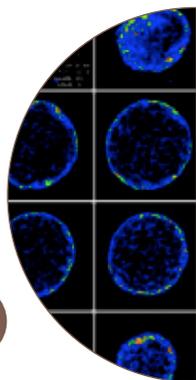
Les Centres de Ressources Biologiques

3 LES OUTILS ET LES RÉSEAUX

1 Les outils collectifs

18

LES OUTILS ET LES RÉSEAUX



Plateforme BIBS - Biopolymères, Biologie Structurale

La plateforme est localisée à Nantes et gérée par l'unité BIA

Responsable : Hélène Rogniaux

Site internet : www.bibs.inra.fr

Reconnue "plateforme stratégique de l'Inra", BIBS est certifiée ISO 9001, labellisée IBiSA et intégrée à l'infrastructure nationale PHENOME-EMPHASIS-FR et au réseau Biogenouest.

La plateforme BIBS développe et propose des méthodes de caractérisation multi-échelle des biopolymères (polysaccharides, polymères lipidiques, protéines) par différentes modalités analytiques. Combinées, ces différentes modalités permettent d'accéder à la composition et à la structure des biopolymères mais également à leur organisation (assemblages, interactions), leur localisation, leur dynamique.

Les systèmes d'études sont d'origine biosourcée, naturels (plantes terrestres ou marines, organes de plantes, cellules, etc.) ou transformés (aliments, matrices alimentaires, biomatériaux, etc.).

L'enjeu est de comprendre le rôle de la structuration aux différentes échelles sur les propriétés de ces systèmes pour mieux en maîtriser la construction et la déconstruction, les fonctions et l'usage.

Faits marquants 2018 :

• 3 nouvelles technologies acquises dans le cadre du CPER complètent désormais l'offre de la plateforme : elles apportent de nouvelles échelles et modalités d'observation et améliorent la qualité des informations structurales fournies :

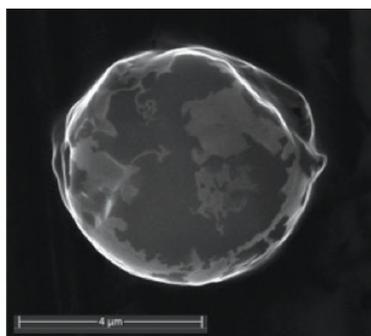
✓ **Microscope électronique à balayage, fonctionnant en mode environnemental.** Ce microscope utilise plusieurs modes d'imagerie permettant de passer des échantillons conducteurs ou non, secs ou hydratés. Le mode environnemental, en particulier, permet de maintenir l'hydratation des échantillons. Il est donc particulièrement adapté aux objets biologiques ou biosourcés (aliments, matrices alimentaires, biomatériaux). Cette nouvelle modalité est décrite dans une vidéo : www.bibs.inra.fr/Page-d-accueil/Actualites/Nouveautes.

✓ **Spectromètre de masse modifié pour réaliser une fragmentation des molécules par transfert de charge (CTD).** Ce dispositif a été mis au point par une équipe de l'Université de Virginie-Occidentale (WVU, USA) avec laquelle BIBS collabore depuis 2015. Il a été montré que l'information structurale obtenue en CTD sur les polysaccharides complexes, une des cibles moléculaires privilégiées de la plate-forme, était considérablement plus riche que celle obtenue par les méthodes conventionnelles de fragmentation (Ropartz et al., JASMS 2016 ; Ropartz et al. Anal Chem 2017). Un projet financé par la NSF (National Science Foundation, USA) a permis de réaliser plusieurs échanges avec le laboratoire du WVU et de bénéficier de leur accompagnement pour la mise en place d'un appareil modifié dans le laboratoire, opérationnel depuis juillet 2018.

✓ **Accessoires de micro-imagerie par résonance magnétique nucléaire (μ IRM)** (sonde, gradients de champ x, y, z et logiciel d'acquisition/prétraitement d'images). Cette modalité, non destructive et non invasive, permet d'obtenir des images 2D ou 3D de tissus biologiques (de dimension pouvant atteindre jusqu'à 25 mm de diamètre, avec une résolution spatiale de l'ordre de $20 \mu\text{m}^2$ pour des épaisseurs de tranche d'une centaine de micromètres). Notamment, elle permet de mesurer la distribution de l'eau ou de la matière grasse. Outre des informations purement morphologiques, les aspects dynamiques sont également accessibles via l'acquisition d'images paramétriques dont le contraste traduit les mobilités et interactions de l'entité considérée.

• BIBS a renouvelé sa certification ISO9001 suivant le référentiel 2015. Jusqu'en 2018, BIBS était certifiée selon le référentiel 2008 (organisme de certification : Bureau Veritas).

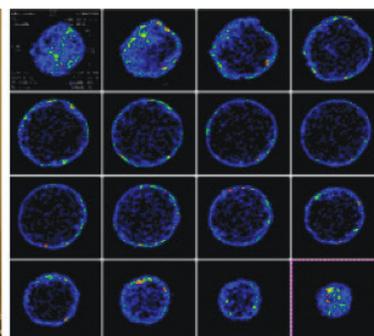
• Suite à une nouvelle campagne de labellisation de ses infrastructures scientifiques collectives (ISC), BIBS est l'une des 11 plateformes analytiques reconnue par l'Inra comme "ISC de catégorie 1".



Projet "MOON"
Globule gras de lait observé en MEB



Montage du dispositif CTD avec l'aide du concepteur de la technologie (G Jackson, WVU, USA)



IRM multi-tranches de croquettes (signaux de l'eau et des gras)



Plateforme PHENOTIC - Phénotypage des semences et plantules

La plateforme est localisée à Angers et gérée par l'unité IRHS

Responsable : Tristan Boureau

Responsables adjoints : Etienne Belin, Didier Demilly, Rémi Gardet

Site internet : www6.inra.fr/phenotic

La plateforme PHENOTIC a été labellisée IBISA. Elle est intégrée à l'infrastructure nationale PHENOME-EMPHASIS-FR et au réseau Biogenouest.

PHENOTIC rassemble des outils de phénotypage basés essentiellement sur l'acquisition et le traitement d'images pour le phénotypage des semences, plantules et plantes entières. Le phénotypage sur semences et plantules vise à obtenir des paramètres phénotypiques caractérisant la qualité des semences. Le phénotypage sur plantes entières vise à proposer des outils d'analyse phénotypique des interactions hôtes - agent pathogène et la qualité des productions horticoles.

Une telle activité de phénotypage pour le végétal spécialisé-horticulture et production de semences s'intègre dans des activités de : (i) Caractérisation des espèces et diversité génétique, sélection variétale ; (ii) Étude du déterminisme génétique (QTL) ; (iii) Paramétrage pour modélisation ; (iv) Comparaison de la virulence, de l'agressivité d'agents pathogènes ; (v) Évaluation de la vigueur des lots de semences.

La plateforme est adossée à une équipe pluridisciplinaire pour favoriser le couplage entre la biologie végétale et les sciences et technologies de l'information et de la communication (traitement d'images, traitement de données). Elle est accessible pour des actions type partenariat dans des programmes de recherche ou pour de la prestation de services.

Faits marquants 2018 :

- La plateforme PHENOTIC a été labellisée IBISA. Le soutien financier associé contribuera à la mise en place d'équipements pour un meilleur contrôle des conditions environnementales lors de la production des plantes.
- L'année 2018 a vu le lancement de la 2^e tranche d'équipements du CPER pour la montée en puissance du pôle d'ingénierie sur le phénotypage dédié à l'horticulture et aux semences. Ces équipements permettent l'enrichissement du dispositif et le débit de la chaîne de phénotypage de la graine à la plante dédiée, en termes de volumes, de diversité de plantes horticoles et de bio-agresseurs étudiés.
- Implication de PHENOTIC dans le projet européen d'Infrastructure EPPN2020 (porteur F. Tardieu Inra Montpellier).
- Mise en place d'un système d'information (base de données) de phénotypage nommé ZIF, qui sera à terme interopérable avec d'une part le système d'information PHIS de l'infrastructure nationale PHENOME-EMPHASIS, et d'autre part le LIMS (Laboratory Information Management System) déployé en local par l'équipe bio-informatique de l'unité IRHS.
- Dans le contexte du Projet AKER, le phénotypage de la germination à 5°C de 1694 génotypes a été réalisé en 2018.
- Une prestation a été réalisée pour l'Université de Saskatoon Canada. Cette prestation consistait en l'établissement de cinétiques de germination sur semences de colza.



Plateforme de chimie analytique

La plateforme est localisée à Nantes et gérée par l'unité LABERCA

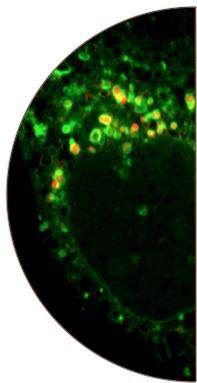
Responsable : Yann Guittou

La plateforme a été certifiée ISO 9001 et labellisée IBISA pour ses activités d'analyse structurale et métabolomique ; elle est intégrée au réseau Biogenouest.

Le LABERCA, via sa plateforme de chimie analytique (PFCA), met son savoir-faire et ses instruments au service de ses activités de recherche et de la communauté des chercheurs et des industriels. Ses équipements variés et performants de spectrométrie de masse (basse ou haute résolution, simple ou multidimensionnelle, isotopique) couplés à toute forme de chromatographies (phases gazeuse ou liquide haute performance, SFC) répondent aux nombreuses sollicitations de la communauté. La PFCA intègre des activités liées à l'analyse structurale, au dosage et à l'analyse métabolomique/lipidomique. De plus, le LABERCA possède historiquement une expertise dans le domaine de la stéroïdomique qui vient s'ajouter à l'offre de services de la PFCA.

Faits marquants 2018 :

- Renouvellement de la certification ISO 9001 et de la labellisation IBISA de la plateforme, qui marque la reconnaissance de la plateforme pour sa qualité et son expertise.
- Une labellisation qui s'est accompagnée d'une participation au financement d'un nouvel appareil de type GCxGC-TOF.
- Obtention d'un financement propre pour un post-doctorat (Projet DAIMS RFI Food4Tomorrow).
- L'activité de la PFCA s'est étoffée à l'international avec l'ouverture de diverses collaborations (Allemagne - Max Delbrück Center for Molecular Medicine Berlin, Angleterre - School of Bioscience Birmingham). Ce volet international a été renforcé par l'encadrement d'un étudiant de Master international (Financement Erasmus+).
- Formation : participation à la création d'un MOOC en français sur la métabolomique (3066 inscrits de 77 pays, www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:cnrs+136001+session01/about) et d'un Open-Course en anglais (<https://usemetabo.org/courses/w4m>).
- Dans son activité d'évaluation de nouveaux équipements, la PFCA a participé à l'évaluation du système REIMS de chez Waters.



Plateforme APEX - Cellule d'expertise en Anatomie Pathologique

La plateforme est localisée à Nantes et gérée par l'unité PANTHER

Responsable : Laurence Dubreil

Site internet : www.inra.fr/anatomie_pathologique_sante_animale

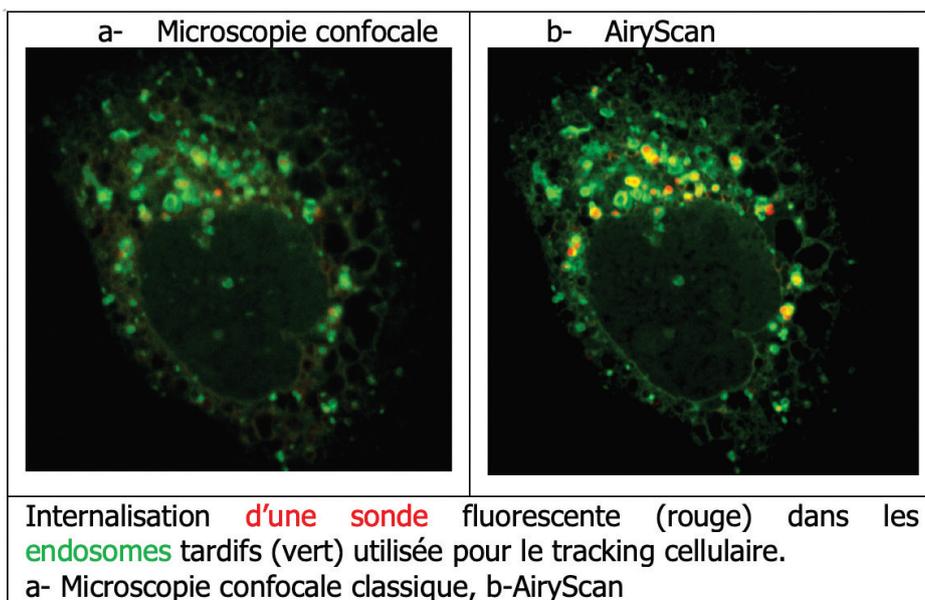
APEX est certifiée ISO 9001, labellisée IBISA et intégrée à l'infrastructure nationale NeurATRIS, au réseau Biogenouest et au Centre d'excellence Nikon depuis mai 2016 pour la microscopie biphotonique.

La plateforme APEX a pour mission principale d'apporter aux équipes de recherche une expertise en histopathologie animale et en phénotypage tissulaire et cellulaire dans un large spectre d'espèces animales. APEX propose également des développements en microscopie de haute technologie - microscopie confocale spectrale, super-résolution et microscopie multiphotonique en réponse aux problématiques scientifiques d'imagerie.

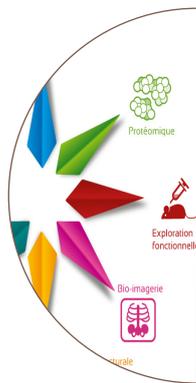
Faits marquants 2018 :

- Acquisition de 2 nouveaux équipements :

- ✓ Le module haute résolution AiryScan, installé sur le microscope confocal Zeiss LSM780 permet de gagner une résolution 1,7 fois supérieure dans les trois dimensions avec une sensibilité plus élevée qu'un microscope confocal classique. Le microscope confocal haute résolution représente l'outil idéal pour imager des structures subcellulaires, organites ou micro-organismes de taille inférieure à 200 nm sur des coupes de tissu ou des préparations cellulaires. Les données générées grâce à cet équipement viennent renforcer l'expertise de la plateforme en phénotypage tissulaire et cellulaire.
- ✓ Le scanner de lames Axio Scan Z1 Zeiss, est capable de numériser les préparations histologiques observées en microscopie à fond clair et en fluorescence et de créer des lames virtuelles de haute qualité de façon fiable et reproductible. Le scanner de lames est l'outil idéal pour conserver les données dans le temps. Il rend possible un flux de travail automatisé en termes d'acquisition et d'analyse d'images. Les lames virtuelles sont également un outil exceptionnel pour visualiser les images de microscopie avec des collaborateurs distants et pour partager les observations réalisées de manière didactique. Enfin le scanner de lames permet de réaliser des supports pédagogiques de qualité, en légendant directement sur les préparations tissulaires les éléments d'intérêt. Il prendra donc une place de choix pour proposer une offre de formation en histopathologie aux personnels de recherche ainsi qu'aux étudiants en lien étroit avec les formations de second et troisième cycle universitaire et vétérinaires dans lesquelles l'UMR PANTHER intervient.
- Partenariat avec Zeiss : dans le cadre d'un partenariat privé-public, la société Zeiss a financé un étudiant en master 2 « Imagerie Cellulaire » de l'Université de Rouen sur un projet de microscopie corrélative en 2018.
- Co-organisation de la 1^{ère} Biennale internationale du Centre d'Excellence Nikon Nantes (CENN), dédiée à la microscopie avancée, qui s'est tenue à Nantes le 13 juin 2018 et qui a rassemblé une centaine de participants. Organisé par le CENN, partenariat public-privé unique entre la société Nikon, la plateforme MicroPICell de l'UMS3556 Inserm/CNRS/Université de Nantes et la plateforme APEX de l'UMR703 PANTHER Inra/Oniris, le thème de cet événement scientifique a porté sur la microscopie à super-résolution pour la biologie avec des conférenciers de renommée mondiale, experts en microscopie SIM/PALM /STORM. Afin de créer une identité forte et spécifique pour cet événement, le lieu choisi était le Musée d'Arts de Nantes, offrant une dimension "artistique" avec un regard croisé Art et Science.



2 Biogenouest et le CRNH-Ouest



BIOGENOUEST - Réseau Grand Ouest des plateformes du vivant

Site internet : www.biogenouest.org

Le réseau des plateformes du Grand Ouest en sciences du vivant et de l'environnement fédère, en Pays de la Loire et Bretagne, près de 70 unités de recherche. Il vise à mutualiser les équipements et les ressources humaines au niveau interrégional, à développer les technologies des plateformes et à soutenir la recherche et la création d'entreprises de biotechnologies.

Ses thématiques de recherche couvrent quatre domaines : mer, agro, santé et bio-informatique. Biogenouest s'engage sur les questions liées à l'environnement, en particulier la biodiversité, l'écobiologie ou la génomique environnementale.

Biogenouest coordonne 35 plateformes autour de 6 axes technologiques (Génomique, Protéomique, Exploration fonctionnelle, Bio-imagerie, Analyse structurale et métabolomique et Bio-informatique).

Faits marquants 2018 :

- La 11^{ème} édition du congrès Gen2Bio s'est déroulée à Rennes autour du thème de la santé. Ce rendez-vous annuel des chercheurs de l'Ouest et des entreprises Biotech a permis d'établir un contact direct avec les plateformes et de mesurer l'avancée des travaux de recherche en Sciences du vivant dans le Grand Ouest et plus largement.



CRNH-OUEST - Centre de Recherche en Nutrition Humaine Ouest

Le siège social est basé à Nantes

Directeur : Jean-Paul Lallès (Directeur de recherche Inra, centre Bretagne-Normandie)

Site internet : www.crnh-ouest.fr

Le CRNH-Ouest est un réseau de recherche fondamentale, translationnelle et clinique qui coordonne les activités scientifiques relevant de la nutrition humaine dans l'Ouest (Nantes, Angers, Rennes et Tours). Son objectif 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.

Le CRNH-Ouest regroupe plus de 220 chercheurs, enseignants-chercheurs et cliniciens d'une quinzaine d'unités (dont PHAN, LABERCA et BIA du centre Inra Pays de la Loire) et d'équipes agrovétérinaires et hospitalo-universitaires, de recherche.

Faits marquants 2018 :

- Le CRNH-Ouest a renforcé ses collaborations avec les réseaux de cliniciens des Hôpitaux Universitaires du Grand-Ouest (HUGO), à la fois en nutrition de l'enfant (HUGOPEREN) et en nutrition de l'adulte (HUGONUT).
- En 2018, le CRNH-Ouest a poursuivi son partenariat dans le montage de plusieurs propositions ANR. Il est partenaire de l'ANR CIMMAP coordonnée par l'unité BIA (Marie Bodinier) ("supplémentation maternelle en prébiotiques visant à prévenir l'allergie infantile") et du RHU CHOPIN (Recherche Hospitalo-Universitaire en santé "CHOLEsterol Personalized Innovation"). Le CRNH-Ouest a également participé à la constitution d'une base de données sur 10 000 patients diabétiques (Michel Krempf, UMR PHAN).
- Concernant l'instruction des demandes d'entreprises pour des essais cliniques avec des produits nutritionnels innovants, plusieurs contrats industriels ont ainsi été signés (par exemple, sur l'étude de l'impact de micro-algues ou de probiotiques sur la prévention de maladies métaboliques).
- Comme chaque année, les 4 CRNH (Auvergne, Ile-de-France, Ouest, Rhône-Alpes) ont organisé une session commune à l'occasion des Journées Francophones de Nutrition (JFN) à Nice, le 30 novembre 2018. Cette session portait sur "Les approches multi-omiques en nutrition expérimentale et clinique".



3 Les CRB - Centres de Ressources Biologiques

CIRM-CFBP - Collection Française de Bactéries associées aux Plantes

La collection est localisée à Angers et gérée par l'unité IRHS
 Responsable : Perrine Portier
 Site internet : www.inra.fr/cirm/CFBP-Bacteries-associees-aux-Plantes

Cette collection est un centre de ressources biologiques de renommée mondiale, qui conserve des ressources stratégiques pour la santé des plantes. Sa particularité est de détenir des représentants de l'ensemble de la diversité des bactéries pathogènes de plantes, ce qui en fait un outil très précieux pour les études menées dans le domaine de la protection des plantes. Les missions de la collection sont de préserver les ressources et les données associées, de les mettre à disposition de la communauté scientifique internationale et de les valoriser, notamment en développant des projets de recherches utilisant ces ressources. Afin de mieux répondre à ces missions, le CIRM-CFBP est certifié ISO9001. Le CIRM, réseau de collections de microorganismes géré par l'Inra dont fait partie le CIRM-CFBP, constitue le pilier Microorganismes de RARE (Ressources Agronomiques pour la Recherche).

Faits marquants 2018 :

- Le CIRM a obtenu, en tant que pilier Microorganismes de RARE, la labellisation Infrastructure Scientifique Collective (ISC) par l'Inra. Ceci démontre une reconnaissance de l'apport des collections du CIRM à la recherche, ainsi qu'une reconnaissance de la qualité du service apportée aux scientifiques utilisateurs.
- Mise en service de l'appareil Omnilog qui permet le phénotypage à haut débit du métabolisme des microorganismes. La méthode permet de tester simultanément la capacité d'un microorganisme à métaboliser près de 90 composés différents. À l'aide de plaques standards et d'un suivi de l'activité métabolique automatique, cet appareil permet d'obtenir des courbes d'utilisation des composés testés, et ainsi de comparer les différentes souches de microorganismes et de caractériser leurs capacités.

CRB RosePom - Fruits à pépins et Rosiers

Le CRB est localisé à Angers et géré par les unités IRHS et Horti
 Responsables : Laurence Feugey et Alix Pernet

Site internet : www6.angers-nantes.inra.fr/irhs/Ressources-mutualisees/Ressources-genetiques

Ce CRB regroupe les collections de pommiers, poiriers, cognassiers et leurs porte-greffes pour les fruits à pépins, ainsi que la collection de rosiers. Le CRB assure actuellement la conservation de près de 15 300 accessions (8 700 *Malus*, 1 500 *Pyrus*, 64 *Cydonia*, 5100 *Rosa*), majoritairement sous forme de plantes au champ (12 800) et/ou d'échantillons d'ADN (les rosiers conservés dans d'autres roseraies sont présents uniquement sous forme d'ADN à l'Inra). Ces ressources, aussi bien patrimoniales que scientifiques, sont la base de nombreux projets de recherche.

Le CRB fait partie du groupe de travail national des CRB plantes, du pilier Plantes de l'infrastructure RARE ainsi que du réseau ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources) pour le pommier, du réseau national Fruits à pépins et de la FFR (Fédération Française de la Rose).

Faits marquants 2018 :

- Une des composantes du nouveau dispositif de conservation des ressources génétiques de la collection Fruits à pépins a été mise en place, suite à des épidémies répétées de feu bactérien. Les variétés (789 pommiers à couteau, 243 pommiers à cidre, 687 poiriers, 64 cognassiers) ont été replantées sous filets afin de les protéger des insectes et de la grêle et ainsi limiter les risques de contamination par la bactérie.
- La constitution d'une banque de secours en cryoconservation a été initiée en 2018 pour la conservation à long terme des accessions patrimoniales.
- Le CRB a présenté, au Salon International de l'Agriculture ainsi qu'à la Fête de la science : la collection de pommiers et poiriers d'un point de vue visuel et gustatif, les différents modes de conservation des ressources génétiques, ainsi que les résultats de l'exploration de la diversité des rosiers du XIX^e siècle grâce à des données historiques et génétiques.



CRB Carottes et autres Apiacées légumières

La collection est localisée à Angers et gérée par l'unité IRHS
 Responsable : Emmanuel Geoffriau
 Site internet : www.angers-nantes.inra.fr/irhs/Recherche/Qualite-et-resistance-aux-bioagresseurs-des-especes-legumieres/Thematiques/CRB-Carotte-Apiacees-Legumieres

Le CRB Carotte et autres Apiacées légumières maintient des collections portant sur la carotte (*Daucus carota*) et le cerfeuil tubéreux (*Chaerophyllum bulbosum*). Il comprend des ressources scientifiques, générées par l'équipe de recherche QuarVeg, ainsi que des ressources dites patrimoniales en relation avec le réseau national de ressources génétiques Carotte et autres Daucus. Ces ressources sont le support de programmes de recherche.

Le CRB fait partie du groupe de travail national (Inra-Cirad) des CRB plantes, du pilier Plantes de l'infrastructure RARE ainsi que du réseau ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources).

Faits marquants 2018 :

- Le CRB a participé au Salon International de l'Agriculture pour illustrer la diversité et l'évolution génétique de l'espèce.
- Le projet CarrotDiverse, soutenu par l'ECPGR, a permis de mieux caractériser les taxons apparentés sauvages de la carotte et leur variation.
- Le partenariat public-privé pour les ressources patrimoniales dans le cadre du réseau national, la variation au sein des carottes sauvages ainsi que la phytochimie de populations de carotte sauvage de Corse ont fait l'objet de communications au 2nd ISHS international symposium Carrot and other Apiaceae à Cracovie en Pologne.

Les partenariats

Cartographie des ressources contractuelles

Focus sur une sélection de projets majeurs

Domaines d'innovation

L'appui aux politiques publiques

Les programmes régionaux et inter-régionaux

4 LES PARTENARIATS

1 Cartographie des ressources contractuelles

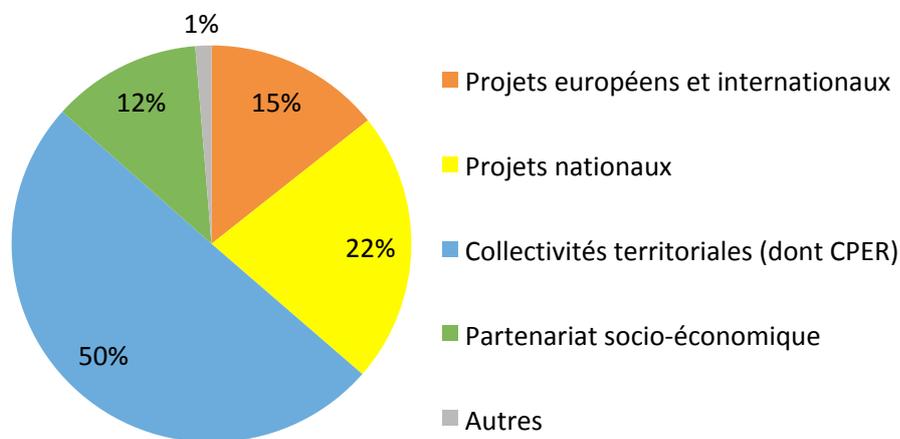
De nombreux programmes de recherche associent des chercheurs du centre à des équipes appartenant à d'autres établissements publics, aux collectivités locales, à l'Europe, à l'État, aux professionnels et aux coopératives.

Parmi les **144 contrats instruits**, en 2018, par le service partenariat du centre, **111** ont une incidence financière. Ces contractualisations récentes ouvrent aux unités du centre de **nouvelles ressources pluriannuelles** à hauteur de **5,85 M€**.

Pour l'exercice budgétaire 2018, les **crédits ouverts** aux unités du centre au titre des **contrats de recherche** signés en 2018 et au titre des années antérieures se sont établis à **8,2 M€**. Il convient de souligner que ce montant annuel, plus élevé que la moyenne des années précédentes, est soutenu par les dernières tranches d'exécution du CPER 2014-2020.

L'Inra développe des partenariats renforcés avec des opérateurs publics et privés et mène une politique active en matière de transfert des résultats de recherche. La liste des principaux projets de recherche Européen, Investissement d'Avenir, nationaux et régionaux est disponible sur : www.angers-nantes.inra.fr/Partenariats/Partenariat-recherche

Ressources propres contractuelles - Crédits ouverts en 2018



2 Focus sur une sélection de projets majeurs retenus en 2018

8 projets ANR pour l'unité BIA en 2018, dont 3 coordonnés



CLICTEAM : les nanocelluloses s'organisent pour pister l'activité enzymatique. Le projet s'intéresse à un problème majeur dans le domaine de la déstructuration des parois cellulaires de plantes. Il est coordonné par Isabelle Capron.

Il est coordonné par Isabelle Capron.



ASSEMBLES : structure des assemblages sels biliaires/lipides. Pour une optimisation via les assemblages intestinaux formés en fonction du type et de la quantité de lipide ingéré. Le projet est coordonné par Sébastien Marze.

Algaims : Analysis of lichen galf-containing polysaccharides using IRMPD and ion mobility MS



DEEPPROT : vers une meilleure connaissance des protéomes. Le projet vise à améliorer la caractérisation des protéines grâce au décryptage des modifications chimiques qu'elles portent. Il est coordonné par Hélène Rogniaux.

Hélène Rogniaux.

Breaking Alg : Discovery of enzymes for the control of the biotechnological properties of sulfated fucans

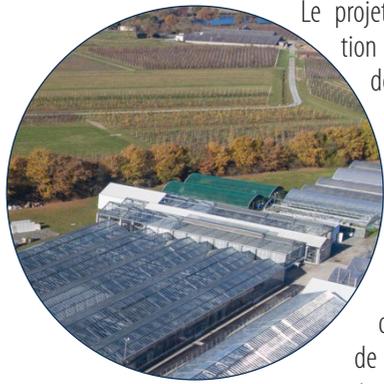
Microwall : Cell wall microdomain molecular scaffolds control of plant cell wall dynamic

GraFTING : Green routes for functionalizing α -glucans

Deco : Evolution of xylan PUL's enzymes for the design of innovating enzymatic cocktails)

INVITE - H2020

INnovations in plant Variety Testing in Europe



Le projet INVITE a pour ambition d'améliorer l'efficacité de l'évaluation variétale (DHS, VATE) et les informations dont disposent les utilisateurs (sélectionneurs, agriculteurs) sur les performances des variétés dans diverses conditions de production. Il a également pour but d'aider à la valo-

risation et à la promotion de variétés pour des pratiques agricoles durables et adaptées aux changements du climat. Le projet est basé sur l'étude de 7 espèces : blé, maïs, tournesol, ray-grass, pomme, tomate et pomme de terre. Sur certains aspects, il est étendu à la luzerne, au soja et au colza. Le projet est coordonné par François Laurens, UMR IRHS.

HealthyLivestock - H2020

Tackling Antimicrobial Resistance through improved livestock Health & Welfare



Le projet s'inscrit dans un champ important de travaux visant à réduire l'usage des antibiotiques en élevage de porcs et de poulets en Europe et en Chine, sans compromettre la productivité des exploitations. Il vise également à maîtriser les risques d'émergence de bactéries résistantes aux anti-

biotiques pouvant à terme poser des problèmes de santé publique. Il est coordonné par Hans Spoolder de Wageningen Research et associe 11 partenaires académiques. L'UMR BIOEPAR est responsable du workpackage sur la biosécurité où l'expertise des chercheurs en épidémiologie et en physiopathologie des maladies infectieuses sera mobilisée.

LabCom MATCH - ANR

Méthodes Alternatives aux Traitements Chimiques de l'Hortensia



Création d'un laboratoire commun avec l'unité IRHS (pour ses recherches sur les méthodes alternatives aux intrants chimiques) et l'entreprise Hortensias France Production, pour développer des outils et méthodes innovantes afin de limiter l'utilisation de la chimie de synthèse dans la production

d'Hortensia. L'objectif est d'adapter les connaissances et les process à chaque espèce et à chaque itinéraire cultural. Ce projet est coordonné par Nathalie Leduc, UMR IRHS et co-dirigé par Hanaé Roman, entreprise Hortensias France Production.

PROTECT - Marie-Curie ITN

Modéliser les effets du changement climatique sur la sécurité des aliments



Le changement climatique va provoquer des hausses de température et d'humidité relatives qui vont avoir un impact sur les contaminants microbiens. 8 doctorants vont être formés en modélisation avec acquisition de compétences aussi variées que l'appréciation quantitative du risque, les procédés alimentaires,

les analyses de cycle de vie, l'aide à la décision. Le projet est porté par Enda Cummins (Dublin). L'UMR SECALIM est leader d'un workpackage visant à réduire les risques de contamination par les mycotoxines et les microorganismes dans les produits laitiers.

3 Domaines d'innovation

En tant qu'organisme de recherche finalisée une des missions de l'Inra est de contribuer à l'innovation par le partenariat et le transfert. L'Institut contribue activement à des chemins d'innovation. Il accentue ses efforts dans 17 domaines d'innovation (<http://institut.inra.fr/Partenaires/Entreprises-et-filieres/Tous-les-dossiers/Domaines-d-innovation>).

Le centre Inra Pays de la Loire s'inscrit dans cette dynamique aux côtés de ses partenaires, notamment dans le cadre des structures, dispositifs recherche-innovation et avec les pôles de compétitivité. Il contribue ainsi à 11 de ces domaines d'innovation.

Les projets de recherche permettent de produire des connaissances scientifiques qui peuvent être utilisées sous différentes formes : apporter une contribution pour d'autres études, apporter une expertise dans un domaine particulier, faire de la prospective, ou encore innover.

Parmi les projets acceptés ou en cours en 2018 sur le centre, certains sont plus spécifiquement dédiés à l'innovation.

Focus sur une sélection de résultats, sur des nouveaux projets et des dispositifs d'innovation :

Dispositifs Recherche-Innovation pour l'identifiant "Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences"

Labcom MATCH - Laboratoire Commun (unité IRHS et l'entreprise Hortensias France Production), pour développer des outils et méthodes innovantes afin de limiter l'utilisation de la chimie de synthèse dans la production d'Hortensia

Labcom ESTIM - Laboratoire Commun (unité IRHS et Arexhor PL) pour accompagner le développement des Biostimulants et des Stimulateurs de défense des plantes

UMT STRATEGIE - Recherche de nouvelles stratégies techniques et marketing pour mieux répondre au marché horticole urbain

UMT NOVACIDRE - Adapter (i) les produits aux consommateurs en prenant en compte les perceptions gustatives, olfactives et visuelles ; (ii) les procédés aux exigences environnementales

GIS Fruits - Capacité de présence sur les marchés en répondant aux attentes sociétales tout en améliorant les performances technico-économiques

GIS PICleg - Production intégrée de cultures légumières

RMT Elicitra - Comprendre, développer et promouvoir les stratégies de protection des plantes

RMT Florepro - Procédés de biopréservation pour une meilleure qualité des aliments

RMT Vegdiag - Identification et quantification des bio-agresseurs à l'origine de dommages sur les plantes

RMT SdCi - Systèmes de culture innovants

Programme RFI Objectif Végétal - Amplifier les relations avec les acteurs socio-économiques et la valorisation des résultats de recherche en Pays de la Loire



De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

- LabCom MATCH (ANR)**- Méthodes Alternatives aux Traitements Chimiques de l'Hortensia
→ Vers des méthodes alternatives aux fongicides et aux nanifiants et optimisation de la fertilisation
- Projet PEEL (PIA)**- Production d'Eliciteurs par Extraction Liquide
→ Valorisation de co-produits disponibles en masse pour la mise au point de solutions de biocontrôle
- Projet PROTECT+ (FUI)** - Développement d'une solution de biocontrôle
→ Avec association des matières actives et des modes d'actions complémentaires
→ Outil d'aide à la décision pour la stratégie de traitement, prenant en compte les contraintes environnementales

Des résultats de projets en 2018

- Brevet** Défense des plantes
→ Nouvelle composition pour la défense des plantes contre des agents pathogènes
- Déclaration d'invention PepHerb**
→ Peptites végétaux comme alternative aux herbicides
- Déclaration d'invention VENIN**
→ Venturia Inaequalis sous biocontrôle
- Déclaration d'invention VENISE**
→ Un outil moléculaire d'épidémiologie pour détecter la virulence chez V. Inaequalis
- Projet de maturation ASYNEO (Satt Ouest Valorisation)** - Agent SYnergisant pour NEONicotinoïde
→ Optimisation des traitements insecticides dans le cadre de la lutte anti-vectorielle
- LabCom ESTIM (ANR)** - Evaluation des STIMulateurs des plantes
→ Criblage de biostimulants (déclaration d'invention)
→ Évaluation de biostimulants en conditions semi-contrôlées
- Projet de maturation SENSE (Satt Ouest Valorisation)** - Recherche de nouvelles sensitives
- Méthode d'annotation de symptômes de tavelure** - Utilisation des lunettes Google pour Eye Tracking

De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

- Projet ISOSEED (Région Pays de la Loire)**- biomarqueurs isotopiques de la qualité des semences
→ Explorer les abondances isotopiques naturelles pour identifier des marqueurs de qualité germinative
- Projet ECLA (PIA)** Efficience des Cascades Lumineuses pour l'Agriculture
→ Des films plastiques pour améliorer le rendement qualitatif et quantitatif selon la lumière solaire
- Projet INVITE (H2020)**- Améliorer l'efficacité de l'évaluation variétale
→ Aider à la valorisation et à la promotion de variétés plus adaptées aux pratiques agricoles durables et au changement climatique
- Projet IMODDUS (CPOV)**- utilisation de nouveaux outils moléculaires pour l'identification variétale
- Projet OPTIMA (H2020)** - Détecter et contrôler les maladies des plantes
→ Vers une gestion intégrée des bioagresseurs en vergers de pommiers, sur vigne et légumes de plein champ

Des résultats de projets en 2018

- Projet de séquençage génome rosier** - Obtention d'un génome de très haute qualité, un outil pour la création variétale
→ Identification du gène responsable de la duplication (nombre de pétales)

Dispositifs Recherche-Innovation pour l'identifiant "Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux innovants"

UMT NOVACIDRE - Adapter (i) les produits aux consommateurs en prenant en compte les perceptions gustatives, olfactives et visuelles ; (ii) les procédés aux exigences environnementales

Programme RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment - 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

Construction de la qualité des aliments

De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

- **Projet ASSEMBILES (ANR)** - Structure d'assemblages mixtes lipides-sels biliaires
→ *Digestion des lipides et des vitamines lipophiles*
- **Projet THRALL (EFSA)** - Détection et quantification des allergènes dans les aliments
→ *Méthodes de détection et de quantification*
- **CIMMAP (ANR)** - Supplémentation maternelle en prébiotiques visant à prévenir l'allergie infantile
→ *Effets sur la maturation du système immunitaire et composition du microbiote intestinal et du lait*
- **Projet DEEPPROT (ANR)** - Interprétation des spectres obtenus par spectrométrie de masse
→ *Jeux de spectres issus des modifications protéiques induites par les procédés alimentaires*
→ *Jeux de spectres issus de la métaprotéomique du microbiote intestinal*
- **Projet CLICTEAM (ANR)** - Conversion de la biomasse par des enzymes
→ *Développement d'un système modèle pour pister l'activité enzymatique*

Des résultats de projets en 2018

- **Brevet BIA-NANO**
→ *Procédé et système pour détecter une activité catalytique d'au moins un composé d'intérêt*
- **Déclaration d'invention BIA-NANO**
→ *Méthode de détection d'activités enzymatiques par évaporation de gouttes*
- **Déclaration d'invention STAT SC**
→ *Automate de phénotypage multispectral de la structure interne de grains de blé et de maïs*

Bioraffinerie et produits biosourcés

De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

- **Projet FLEXIBI (ERA-NET)** - Gestion des déchets
→ *Vers un outil d'aide à la décision pour la gestion des déchets périurbains et des sources non-valorisées de biomasse provenant de l'agro-industrie*
- **Projet SNICKER (Labex SERENADE)** - Biocides minéraux pour des médicaments, des cosmétiques ou des peintures
→ *Vers un nouveau matériau hybride cellulose / nanoargent*
- **Projet NEWCOAT (ADEME)** - Des produits biosourcés dans les formulations de peintures
→ *Vers une formulation permettant l'obtention d'une peinture de type Ecolabel Classe A+ avec des COV < 1gr/l*
- **Projet PEEL (PIA)** - Production d'Eliciteurs par Extraction Liquide
→ *Extraction des molécules actives des drèches industrielles de tomates ou pommes via des fabricants de cidre*
- **Projet DECO (ANR)** - Identifier des structures d'enzymes pour expliquer la spécificité de substrat
→ *Générer des cocktails enzymatiques pertinents pour l'exploitation des co-produits du blé et du maïs*
- **Projet BRANCH (Initiative NeXT)** - Des alternatives durables dans le domaine des revêtements routiers
→ *Vers des bitumes à haute performance plus respectueux de l'environnement*

Dispositifs Recherche-Innovation pour l'identifiant "Santé animale – Sécurité des aliments – Alimentation – Santé Humaine : Biologie et Interactions"

Institut Carnot : France Futur Élevage - Réseau d'excellence scientifique pour un élevage multiperformant durable et rentable : la santé, l'alimentation et systèmes d'élevage et la génétique animale

LIT Ouesterel - Laboratoire d'Innovation Territoriale Ouest Territoires d'Élevage pour faire progresser l'agriculture en s'appuyant sur les principes de l'élevage durable

RMT Florepro - Mise en œuvre des procédés de biopréservation pour une meilleure qualité des aliments

RMT Bien-être animal et systèmes d'élevage - Favoriser la prise en compte du bien-être animal dans les actions de formation initiale et développer des éléments de maîtrise et amélioration du bien-être animal

UMT Maîtrise de la Santé des Troupeaux Bovins - Epidémiologie, modélisation, simulation pour l'aide à la décision en santé animale

GIS avenir élevage - Connaissances et innovations pour un élevage durable et créateur de valeur ajoutée

Programme RFI BioRegate - développer la médecine régénératrice en réponse aux enjeux de santé de demain (thérapie cellulaire, biomatériaux, nanovecteurs...)

Programme RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment - 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

Construction de la qualité des aliments

Des résultats de projets en 2018

- **BLAC HP (ANR)** - Stratégies de destruction de bactéries sporulées dans les plats cuisinés
→ *La combinaison de la biopréservation par des bactéries lactiques et par la haute pression permet d'assurer la qualité microbiologique de dés de jambon cuit à teneur réduite en nitrite durant toute leur durée de vie*

Alimentation sur mesure

De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

- **NOV RBA (EFSA)** - Évaluation des risques et bénéfices sur les aliments
→ *Les protéines d'insectes en remplacement de la viande : analyse des risques et bénéfices*

Des résultats de projets en 2018

- **MAMIPROOFFI (ANR)** - Programmation de l'appétit chez la descendance par les microbiotes de la mère obèse
→ *Vers une stratégie nutritionnelle de la modulation néonatale du microbiote*

Microorganismes pour l'alimentation et la santé de l'homme et des animaux



De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

■ **PROTECT (ITN)** - Formation aux outils de modélisation prédictive en sécurité des aliments

→ *Appréciation des risques microbiologiques qui tiennent compte du changement climatique*

■ **CREATIVE (ANR)** - Toxicologie d'un mélange de polluants libérés par des tissus adipeux greffés

→ *Mise en évidence de biomarqueurs d'effet*

Des résultats de projets en 2018

■ **SAFEFISHDISH (Era-Net)** - Améliorer la qualité et la sécurité microbiologique du poisson de la capture à la consommation

→ *Biopréservation, super-réfrigération, chitosans, seuls ou combinés : impact sur les caractéristiques des produit*

Autre domaine



Des résultats de projets en 2018

■ **Brevet IECM - Pancréas Bio-artificiel**

→ *L'encapsulation de cellules à insuline dans un hydrogel dérivé de cellulose comme solution thérapeutique innovante et injectable dans le diabète de type 1*

Innovation pour la santé en élevage



De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

■ **HEALTHYLIVESTOCK (H2020)** - Réduction d'usage des antibiotiques en améliorant la santé et le bien-être des porcs et des volailles

→ *Pratiques pour améliorer la biosécurité et suivre ses résultats en continu*

■ **SOUND CONTROL (COST)** - Surveillance des maladies bovines non réglementées

→ *Méthodes de comparaison pour faciliter les échanges commerciaux d'animaux entre pays*

■ **GRAZYDAISY (ERA NET)** - Élever ensemble jeunes et adultes au pâturage en systèmes d'élevage bovin laitier biologique

→ *Pratiques d'élevage pour réduire le stress des animaux et favoriser leurs apprentissages*

■ **ALTER FOR FISH (ECOANTIBIO)** - Alternatives aux antibiotiques en élevage de truites

→ *Évaluation d'approches de biocontrôle pour réduire les usages d'antibiotiques*

■ **CLIMATICK (ACCAF)** - Tiques et changement climatique

→ *Adaptation dans le paysage agricole et forestier*

Des résultats de projets en 2018

■ **IMPRO (FP7-KBBE)** - Gestion de la santé en élevage bovin biologique

→ *Outils pour le suivi de la santé des troupeaux et la prévention*

■ **STRONGLES (AEI)** - Cibler les traitements anthelminthiques des génisses pour limiter les résistances

→ *Stratégies thérapeutiques permettant de sélectionner les animaux à traiter*

■ **CADENCE (ANR)** - Processus épidémiques sur des réseaux dynamiques de mouvements d'animaux

→ *Modélisation de transmissions de maladies infectieuses chez les bovins sur un graphe*

■ **WELHBEEF (CARNOT)** - Moyens innovants pour développer la multi-performance en élevage

→ *Évolution de pratiques pour minimiser le stress chez les animaux et le répartir différemment sur la durée*

■ **REPROSCOPE (CAS-DAR)** - Performances de reproduction des troupeaux bovins

→ *Un outil en ligne pour évaluer et améliorer les performances de reproduction du troupeau*

Dispositifs Recherche-Innovation pour l'identifiant "Économie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement"

GIS avenir élevage - Connaissances et innovations pour un élevage durable et créateur de valeur ajoutée

Programme RFI Food For Tomorrow / Cap Aliment - 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

RMT Economie des filières animales - Éclairer le futur des filières françaises de productions animales, de la fourniture des exploitations jusqu'au consommateur

RMT Bien-être animal et systèmes d'élevage - Favoriser la prise en compte du bien-être animal dans les actions de formation initiale et à développer des éléments de maîtrise et amélioration du bien-être animal

De nouveaux projets acceptés ou démarrés en 2018

■ **MICSIM-Ag (ANR)** - De l'analyse du commerce au niveau entreprises aux modèles de simulation sur les marchés agricoles et agroalimentaires

→ *Amélioration des outils des décideurs pour la conception des politiques commerciales*

■ **AGR'INCOME (Ministère)** - Hétérogénéité, déterminants et trajectoires du revenu des agriculteurs français

→ *Indicateurs et sources utilisés pour caractériser et quantifier le revenu agricole*

→ *Déterminants technico-économiques qui construisent le revenu*

→ *Les instruments de soutien du revenu, définis dans le cadre de la PAC*

Des résultats de projets en 2018

■ **COMPANI (Ministère)** - La compétitivité des filières animales françaises

→ *Indicateurs permettant de mesurer les différentes dimensions de la compétitivité*

→ *Quantification du coût du travail, de la productivité et de la perception de la qualité des produits dans la compétitivité internationale*

4 L'appui aux politiques publiques

L'expertise, l'éclairage des politiques publiques et des débats publics font partie intégrante des missions du centre. L'expertise des chercheurs du centre est notamment mobilisée pour un appui aux politiques publiques et aux grands organismes nationaux, européens et internationaux (Afssa, Anses, Ministère de l'Agriculture, Commission européenne, Efsa, Ista, FAO, OMS, OCDE, OCVV, UPOV...), notamment sur :

► L'ensemble des espèces cultivées

Le **Geves** pour l'inscription des variétés au catalogue officiel, la protection juridique des variétés, la coordination nationale de la conservation des ressources phytogénétiques, le contrôle qualité des semences avec notamment la certification des semences, activités pour lesquelles le Geves est Laboratoire National de Référence (LNR).

► En biologie végétale

L'unité **IRHS**, notamment pour le développement de méthodes de détection et de typage de la bactérie *Xylella Fastidiosa* sur certaines espèces végétales.

► En agro-alimentaire

L'unité **BIA**, avec plusieurs de ses membres élus dans différents comités d'experts de l'Anses, contribue à l'éclairage de la politique publique pour l'alimentation, notamment via l'établissement et la publication de préconisations.

► En sécurité chimique des aliments

L'unité **LABERCA**, Laboratoire National de Référence (LNR), avec la mise en place de méthodes basées sur l'appréciation des risques pour les contrôles officiels mis en place par la Direction Générale de l'Alimentation.

► En sécurité microbiologique des aliments

L'unité **SECALIM**, avec la mise en place de méthodes basées sur l'appréciation des risques et les approches risques-bénéfices pour les contrôles officiels mis en place par la Direction Générale de l'Alimentation.

► En santé humaine

L'unité **PHAN**, avec des recommandations nutritionnelles essentiellement en pratique pédiatrique mais aussi à destination de la population (pratiques alimentaires de la mère, du nourrisson et du jeune enfant).

► En santé animale

L'unité **BIOEPAR** pour éclairer la puissance publique ou les groupements de défense sanitaire sur les dynamiques des maladies animales et de gestion du risque.

► En économie agricole et agroalimentaire

L'unité **SMART-LERECO**, avec un appui significatif aux acteurs publics nationaux ou internationaux, notamment sur les mécanismes économiques et l'évaluation des politiques publiques relatives à l'économie de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'environnement.

Focus sur une sélection d'appuis aux politiques publiques en 2018

Les projets de recherche nourrissent les politiques publiques. Les agents des unités du centre interviennent pour des présentations orales, des rapports, des expertises, des avis, des recommandations... Une sélection de ces interventions est présentée ici :

Auprès de la FAO

L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture est l'agence spécialisée des Nations Unies qui mène les efforts internationaux vers l'élimination de la faim.

- Expertise du LABERCA pour un projet dirigé par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), en collaboration avec l'Organisation Mondiale de la Santé et le Centre Pasteur du Cameroun, pour **caractériser la contamination chimique des denrées alimentaires**, et *in fine* préciser le risque pour le consommateur en fonction des données d'exposition produites. Les résultats de l'étude alimenteront la connaissance des décideurs des pays concernés en leur permettant d'identifier et mettre en place les options de gestion ad hoc pour diminuer le cas échéant l'exposition alimentaire des populations à ces dangers chimiques.

30

PARTENARIATS

Auprès de l'Efsa

L'Autorité européenne de sécurité des aliments est une agence de l'Union européenne chargée de l'évaluation des risques dans le domaine des denrées alimentaires. Elle fournit des conseils scientifiques sur les risques existants et émergents associés à la chaîne alimentaire.

- Marie-Agnès Jacques (unité IRHS) est membre du panel de **la santé des plantes** (depuis 2018) et, à ce titre, a notamment participé à la rédaction de la mise à jour de l'analyse de risques de *Xylella fastidiosa* et à la catégorisation de *Ralstonia solanacearum*.

Auprès du Sénat

- Vincent Chatellier (unité SMART-LERECO) a été auditionné à deux reprises en 2018 sur le thème de la **compétitivité de l'agriculture française** : la première fois pour le Groupe Agriculture (mars 2018) ; la deuxième fois par la Commission des affaires européennes (décembre 2018). Un rapport d'information du Sénat a été produit dans la continuité de ces auditions.

Auprès de l'Assemblée Nationale

- Intervention de Bruno Le Bizec (unité LABERCA) sur la **priorisation de pistes de recherches sur l'alimentation industrielle**, dans les années à venir (juin 2018).
- Intervention de Christine Fourichon (unité BIOEPAR) lors de la table-ronde "Sortir du tout antibiotique, la vaccination animale au service de la lutte contre l'antibiorésistance" sur la **réduction d'usage d'antibiotiques dans les filières animales** (mars 2018).

Auprès de l'Anses

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail est un établissement public français qui a pour mission d'évaluer les risques sanitaires dans les domaines de l'alimentation, de l'environnement et du travail, en vue d'éclairer la décision publique. L'Anses est placée sous la tutelle des ministères de la Santé, de l'Agriculture, de l'Environnement, du Travail et de la Consommation.

- 4 chercheurs de l'unité BIOEPAR font partie des comités d'experts spécialisés de l'Anses (dans le mandat de renouvellement de comités démarré en 2018) : **comité "Santé animale et bien-être animal"** et **comité "Alimentation animale"**.
- Raphaël Guatteo (unité BIOEPAR) est membre du CODIR du **Centre National de Référence sur le bien-être animal**, piloté par l'Inra. Le CNR a réuni pour la première fois son comité consultatif pour établir sa feuille de route en 2018.
- L'unité SECALIM a apporté son expertise au sein des groupes de travail de l'Anses : sur **Salmonella en filière porcine**, sur **Campylobacter dans la filière "poulet de chair"** et sur **l'analyse du risque dans la filière volailles effilées**. L'unité a également apporté son expertise au sein du comité d'experts spécialisés, **Biorisk**, et a présidé le groupe de travail pérenne **GBPH (Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques)** de l'Anses.
- Participation de l'unité SECALIM au groupe de travail sur la **contamination des poulets de chair par Campylobacter** (de mars 2017 à juin 2018) pour (i) évaluer l'impact des mesures de maîtrise sur le risque de campylobactériose attribuable à la viande de poulet de chair, et (ii) réaliser une analyse coûts/bénéfices pour différents scénarios de maîtrise le long de la chaîne alimentaire.
- Participation de Marie-Hélène Ropers (unité BIA) au groupe de travail **Nano et alimentation** de l'Anses (2017-2019) pour renforcer les connaissances scientifiques relatives aux effets potentiels sur la santé des nanomatériaux issus d'adjonction volontaire présents dans les produits alimentaires.
- Participation de Marie Bodinier (unité BIA) en tant que membre élu du comité d'expert spécialisés **"Nutrition Humaine"** de l'Anses à la rédaction de saisines pour évaluer le risque allergique d'aliments spécifiques (2012-2019).
- 2 chercheurs de l'unité PHAN font partie des comités d'experts spécialisés de l'Anses spécialisés en **nutrition humaine** et ont participé à l'analyse comparative de la pertinence de 2 algorithmes de classification nutritionnelle des aliments (Thomas Moyon) et sur l'évaluation des compléments alimentaires (Catherine Michel).
- Bruno Le Bizec (unité LABERCA) assure la présidence du Comité d'Expert Spécialisé dans les **résidus et contaminants chimiques dans les aliments** (CES ERCA), de 2018 à 2021.
- Marie-Agnès Jacques (unité IRHS) participe au groupe de travail **méthodologie sur la surveillance de Xylella fastidiosa** (depuis 2015).
- Dans le cadre de l'évolution des règlements sur la santé des végétaux, la Snes du Geves a participé aux réflexions conduites par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation sur la **répartition et l'optimisation des missions de LNR entre l'Anses et le Geves**.

Auprès du CTPS

Le Comité Technique Permanent de la Sélection est un comité consultatif auprès du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Il est chargé de le conseiller en matière de politique publique pour le secteur semences, plants et variétés.

- En 2018, le Geves a reçu **1 179 dossiers de nouvelles variétés à évaluer** pour leur inscription au Catalogue Officiel français (pour leur autorisation de mise en marché). L'évaluation des variétés se faisant sur plusieurs cycles de culture, concernant les essais DHS (Distinction Homogénéité Stabilité), 2 675 cycles de variétés ont été conduits pour les études au champ (sur 126 espèces) et 1 751 essais VATE (Valeur Agronomique Technologique et Environnementale), coordonnés par le Geves, soit 108 000 micro-parcelles pour les variétés d'espèces agricoles.
- Plus de **400 variétés** de près de 60 espèces (agricoles, légumières, fruitières, viticoles et forestières) ont été **inscrites au Catalogue Officiel Français**, suite aux études menées par le Geves, proposition des sections CTPS et validation par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (par parution au JO).
- Dans la perspective du **Brexit**, les activités du Geves se sont développées pour que des variétés uniquement inscrites au Royaume Uni puissent être transférées sur le catalogue Français et toujours commercialisables en Europe.
- Le Geves a poursuivi les recherches méthodologiques pour permettre **l'évaluation des variétés en réponse au changement climatique et aux besoins des agricultures de demain** (agriculture biologique, réduction des intrants, réaction aux stress, plantes de services...)
- Des agents de l'unité BIA et du Geves sont membres du **comité scientifique** (Bénédicte Bakan, Georges Sicard en 2018) qui, dans le domaine de la sélection variétale et de la production de semences, formule des avis et recommandations sur les acquis scientifiques les plus récents pouvant avoir un impact ou des applications pour la sélection ou pour l'évaluation des variétés et de la qualité des semences.
- Des agents de l'unité IRHS sont membres des **sections "Plantes Ornementales et Plantes Aromatiques et Médicinales"** (POPAM), **"Espèces Potagères"** et **"Arbres fruitiers"** pour des missions relatives à (i) l'instruction et au suivi de l'application des règlements techniques concernant la production, le contrôle et la certification variétale et sanitaire des plants ; (ii) l'établissement du catalogue officiel des espèces et des variétés de plantes cultivées admises sur le territoire national. En 2018, Laurence Hibrand Saint-Oyant était présidente de la section POPAM, Philippe Morel et Laurent Crespel, membres de cette section ; Emmanuel Geoffriau, membre de la section Espèce potagère.
- Un agent de l'IRHS fait partie des experts missionnés par le Geves pour les **inscriptions au catalogue pommier, poirier et porte-greffe fruits à pépins**.

Auprès de l'OCVV

L'Office communautaire des variétés végétales est une agence de l'Union européenne qui gère un système de protection des obtentions végétales couvrant les 28 États membres.

- Le Geves a reçu, en 2018, **562 dossiers de variétés à étudier (études DHS)** dans le cadre des demandes de protection au niveau européen par l'OCVV. De plus, le Geves reçoit également des demandes d'**études de protection** : 85 dossiers au niveau français par l'INOV (Instance Nationale d'Obtention Végétale) et 392 dossiers venant d'instances nationales d'autres pays européens.
- En 2018, le Brexit a eu pour conséquence l'implication du Geves pour développer ses compétences sur **l'expertise de nombreuses espèces ornementales**. Pour l'Anjou, les équipes de Brion et de l'Anjouère ont été mobilisées pour travailler sur le développement de protocoles et acquérir des collections de référence.
- Un agent de l'unité IRHS est examinateur **DHS** pour les protections européennes (OCVV) et française (INOV).

Auprès de l'Ista

L'Association Internationale d'Essais de Semences a pour mission d'adopter, de développer et de publier des procédures standard d'échantillonnage et d'essais de semences, et de promouvoir leur application uniforme, pour permettre l'évaluation de la mise sur le marché international de ces semences

- Le Geves, membre désigné par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et **élu au comité exécutif** de l'Ista, contribue à la gouvernance de l'Ista. Ses équipes sont membres de différents comités techniques stratégiques pour l'activité du Geves et pour promouvoir les progrès méthodologiques concernant l'évaluation de la qualité des semences.

5 Les programmes régionaux et inter-régionaux co-construits avec nos partenaires

32

PARTENARIATS



Programme Recherche-Formation-Innovation (RFI) Food For Tomorrow / Cap Aliment

Programme Régional en Pays de la Loire

Responsable : Oscar Castellani

Site internet : www.capaliment.fr/Foodfortomorrow

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

Ce programme, coordonné par l'association Cap Aliment, est porté pour le volet recherche par l'Inra, pour le volet Formation par Oniris et pour le volet Innovation par Cap Aliment.

Le programme vise 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.

Faits marquants 2018 :

Recherche

- Après 6 appels à projets lancés depuis le début du programme en 2015, 51 projets de recherche sont déjà accompagnés avec un co-financement régional de 3 017 k€ (51%) et FEDER de 628 k€. La contribution des partenaires (2 244 k€), plus importante que celle prévue au début du programme, est à souligner. Les unités et UMR du centre sont impliquées dans 40 projets.
- Première soutenance de thèse dans le cadre du programme : le 13 décembre 2018 a eu lieu la soutenance de la thèse Lipidotool par Jérémy Marchand, co-encadrée par les unités LABERCA et CEISAM. Mise en place de nouvelles méthodologies (dites non-ciblées et basées sur la combinaison de la Spectrométrie de Masse et la Résonance Magnétique Nucléaire) pour la caractérisation des perturbations induites par l'utilisation de substances interdites (i.e. hormones) sur le métabolisme lipidique des animaux.

Formation

- Lancement de l'outil web "fusée" pour favoriser les collaborations étudiants - entreprises de l'agroalimentaire hors périodes de stage.
- Construction d'une Formation Continue collaborative RFI avec Oniris, l'Université de Nantes, l'Université d'Angers et l'Esa sur la thématique CLEAN LABEL qui sera mise en œuvre dans l'année 2019.



Innovation

- Renforcement du lien avec les entreprises : une journée thématique co-construite avec Valorial sur "les méthodologies d'extraction douce" s'est tenue le 12 janvier 2018 à Angers (Végépolys) avec la présence de 57 participants dont 41 entreprises.
- Inauguration du Technocampus Alimentation, le 3 février 2018, marquée par la présence de plus de 100 représentants de la filière agro-alimentaire et l'organisation d'ateliers dédiés à l'innovation alimentaire.



International

- Organisation du premier appel à projet post-doc internationaux : 7 projets post-doctoraux ont été sélectionnés et viennent renforcer la stratégie internationale du RFI avec les universités de Laval (Canada), de Ghent (Belgique), de São Paulo (Brésil).
- Rencontre des acteurs scientifiques et partenariat de l'Université Laval lors du congrès BENEFIQ 2018 à Québec.
- Co-organisation et soutien financier du congrès international EFFOST 2018, qui a réuni plus de 600 participants (co-piloté Oniris-Inra). Le RFI a particulièrement été impliqué dans l'organisation de la première journée des Young EFFoST.



Programme Recherche-Formation-Innovation (RFI) Objectif Végétal

Programme Régional en Pays de la Loire

Responsable : Nadine Dueso

Site internet : www.objectifvegetal.univ-angers.fr

Unités du centre concernées : IRHS, HORTI, LEVA, SIFCIR

Objectif Végétal est porté par l'Université d'Angers et réunit l'Inra, Agrocampus Ouest, l'Esa, l'Université de Nantes et le pôle de compétitivité Végépolys Valley.

Le programme (2014-2020) est soutenu financièrement par la Région des Pays de la Loire, Angers Loire Métropole et par le FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) autour d'une ambition collective : faire du pôle ligérien un centre européen de référence sur le végétal spécialisé à l'horizon 2020.

Faits marquants 2018 :

Recherche

- 11 projets (6 thèses, 1 post-doc (cofinancé avec l'UBL) et 4 starters) ont été soutenus dans le cadre de l'appel à projets interne "défis scientifiques" 2018 du RFI pour un montant total de financement de 1 139 k€. 8 de ces projets sont coordonnés par l'UMR IRHS, qui intervient en tant que partenaire dans les 3 autres. Un autre est coordonné par l'USC LEVA.
- Depuis la mise en place du RFI, 51 projets "défis scientifiques" ont été engagés correspondant à 4,5 M€ de financements mobilisés.

International

- Une délégation de 11 personnes d'Agrocampus Ouest, de l'Université d'Angers, de l'Inra et de l'Anses s'est rendue à l'Université d'Etat de Sao Paulo (UNESP, Brésil) pour un séminaire d'une semaine permettant d'améliorer la connaissance réciproque des institutions et des axes de recherche développés par chacun.
- 1 projet a été sélectionné dans le cadre de l'appel à Projets «Post-doctorants Internationaux» du RFI : How does VENTuria Inaequalis VlrulenCe emerge worldwld? coordonné par Bruno Le Cam, de l'UMR IRHS, en partenariat avec l'Université de Massey et le Plant and Food Research (NZ).
- Le programme RFI a soutenu l'organisation du colloque Plant Epi/genetics: from basic research to plant breeding qui a réuni 130 experts, étudiants et sélectionneurs du monde entier en octobre 2018 à Angers.



Formation

- La Summer School Plant Health and Quality 2018 s'est déroulée du 27 juin au 18 juillet 2018 avec 16 étudiants (9 étudiants chinois, 4 colombiens, un brésilien, un hollandais et une ukrainienne) de niveau Master ou Licence. Elle a, à nouveau, reçu le label "Ecoles d'été France excellence 2018" de l'Ambassade de France en Chine. La coordination scientifique est assurée par Marion Fischer-Le Saux (Inra, UMR IRHS) et Pascal Poupard (Université d'Angers, UMR IRHS).



Innovation – Promotion des compétences des unités de recherche auprès des entreprises

- 1 projet ANR LabCom accompagné avec succès : le LabCom MATCH (Méthodes Alternatives aux Traitements Chimiques du l'Hortensia) entre l'UMR IRHS et la PME Hortensias France Production.
- Une cinquantaine de participants à la Journée Entreprises-Recherche du 26 juin 2018 co-organisée avec Végépolys : « Qualité des produits horticoles dans les filières : arboriculture, maraîchage, viticulture, ornement, plantes aromatiques et médicinales ».
- 2 nouveaux numéros de "La boîte à innovations d'Objectif Végétal" à destination des professionnels ont été élaborés : à retrouver sur le site web du programme :
 - ✓ Réussir le végétal en ville !
 - ✓ Culture hors-sol et/ou sous abri - Optimisez votre climat et vos supports de culture !
- Présence sur 2 salons :
 - ✓ L'espace Recherche – Formation – Innovation du SIVAL 2018.
 - ✓ Greentech 2018 à Amsterdam du 12 au 14 juin 2018, sur les thématiques Végétal en milieu urbain, optimisation des supports de culture et du climat sous abri ainsi que biocontrôle, avec des chercheurs de l'équipe "Biologie Intégrative de l'Architecture et Environnement" de l'UMR IRHS.



Programme RFI Bioregate

Programme Régional en Pays de la Loire

Responsable : Réjane Bihan

Site internet : www.bioregate.com

Unités du centre concernées : BIA, IECM, PANTHER

Pôle d'excellence pour développer la médecine régénératrice en réponse aux enjeux de santé de demain, le programme BioRegate inclut les champs de la thérapie cellulaire et des biomatériaux mais aussi des nanovecteurs.

Recherche

- Intégrer le top 10 mondial et le top 5 européen des centres de référence en médecine régénératrice : constituer un pôle de compétences complémentaires pour des partenariats internationaux afin d'aboutir plus vite à la mise sur le marché de produits innovants et compétitifs.

Innovation

- Favoriser le développement économique régional : (i) créer des start-ups et faciliter le développement des entreprises déjà existantes sur le territoire ; (ii) mettre à disposition des industriels l'expertise et les plateformes du pôle ; (iii) mettre en place des partenariats industriels extérieurs à l'échelle nationale, européenne et internationale.

Formation

- Développer un pôle de formation d'excellence attractif et dynamique à l'échelle européenne : (i) répondre aux besoins à venir de compétences académiques et industrielles ; (ii) adapter les formations de niveaux Master et Doctorant aux problématiques particulières du domaine des thérapies régénératrices : spécificités techniques, dialogue multidisciplinaire, enjeux/barrières à l'entrée du marché, et ce à l'international ; (iii) labelliser un parcours de niveau Master et intensifier l'ouverture européenne aux doctorants, (iv) mettre en place des formations continues avec la contribution des professionnels du secteur industriel pour répondre aux besoins non satisfaits à ce jour.



Programme PSDR Grand Ouest

Animatrice et coordinatrice : Catherine Vassy

Site internet : www.psdrgo.org

En Grand Ouest, le programme Pour et Sur le Développement Régional - PSDR développe sa quatrième génération. L'Inra en collaboration avec l'Irstea, Agrocampus Ouest et les 4 Conseils Régionaux du Grand Ouest (Région Normandie, Région Bretagne, Région Pays de la Loire et Région Nouvelle-Aquitaine) financent ce programme.

L'objectif de ce programme est d'analyser les dynamiques territoriales et le rôle des activités économiques dont l'agriculture et l'agroalimentaire et leurs impacts sur les territoires. Pour cela des projets transdisciplinaires ont été co-construits et développés en partenariat avec des acteurs socio-économiques du Grand Ouest.

Faits marquants 2018 :

Après l'ouverture d'un appel à projet PSDR national lancé début 2015 et deux phases d'évaluation menées par un Conseil scientifique national PSDR et par un Comité de pilotage interrégional Grand Ouest, 5 projets ont été retenus et composent le programme PSDR GO. Ils impliquent 134 chercheurs et 51 acteurs.

La phase de valorisation des travaux est actuellement engagée, le programme PSDR GO s'achevant en fin d'année 2020. Chacun des 5 projets de recherche du PSDR GO ont d'ores et déjà rassemblé des chercheurs et acteurs économiques autour du développement régional lors de journées scientifiques, de séminaires et d'ateliers thématiques. Ils ont également produit de nombreuses publications scientifiques, des communications scientifiques, des publications de transfert, des focus, des 4 pages et des posters et sont intervenus lors de colloques et événements nationaux.

A noter également, la tenue en 2018 d'une session spéciale PSDR GO lors des Journées Sciences Sociales de la Société Française Économie Rurale (SFER) à Nantes les 13 et 14 décembre 2018 à Oniris. Cette session a donné lieu à la présentation de travaux d'une majorité des projets du PSDR GO.

Les projets du PSDR Grand Ouest :

- **Sant'Innov** - Innover dans les filières de produits animaux pour concilier écologisation et compétitivité : perspective santé animale (portage UMR Inra Oniris BIOEPAR, Nantes).
- **Detecte** - Développement Économique Territorial, Économie Circulaire et Transition Énergétique (portage École Management Normandie, Caen).
- **FarMaine** - Foncier, Aménagement et Régulations dans le bassin de la Maine - Les fonds de vallées agricoles au défi des politiques d'environnement (portage Laboratoire Géomatique et Foncier, École Supérieure des Géomètres et Topographes, Le Mans).
- **Flèche** - Fromages et Laits issus d'Élevage de Chèvres conduits à l'Herbe - L'herbe : un atout pour améliorer l'autonomie des systèmes d'élevages caprins du Grand Ouest et produire des fromages sous signes de qualité (portage Inra Unité FERLus, Lusignan).
- **Frugal** - Formes urbaines et gouvernance alimentaire (portage Agrocampus Ouest UMR ESO, Rennes).



Une sélection de nos résultats de recherche et innovation

Biologie végétale et gestion durable des productions horticoles et semences

Ingénierie des bio-ressources pour les aliments et les matériaux innovants

Santé animale, Sécurité des aliments, Alimentation, Santé humaine :
biologie et interactions

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

5 RÉSULTATS DE RECHERCHE

Axe 1 Biologie végétale intégrative et gestion durable des productions horticoles et des semences



36

RÉSULTATS DE RECHERCHE

342

Agents

5

Unités
(IRHS, BIA, SIFCIR,
LEVA, HORTI)

84

Publications
internationales à
comité de lecture

Fruit **Changement climatique** **Végétal**
Santé des plantes **Biodiversité**
Légumineuse
Légume **Bio-agresseur** **Système de culture innovant**
Ressource génétique et génomique
Qualité **Plante ornementale**
Caractérisation structurale
Agroécosystème **Réduction des intrants**
Agriculture durable **Semence**

► Rosier : obtention d'un génome de très haute qualité, un outil précieux pour la création variétale

De nouvelles perspectives pour la création de nouvelles variétés : identification de gènes impliqués dans le nombre de pétales, densité des épines...

Afin de pouvoir mieux étudier les caractères importants et pouvoir aider les professionnels à sélectionner plus efficacement les nouvelles variétés de rosier, il est indispensable d'avoir accès à un génome de haute qualité. Cela permet d'effectuer des études génétiques indispensables à l'identification de gènes clés impliqués par exemple dans la remontée de floraison, la duplication, les aiguillons, les incompatibilités de croisement ou la résistance aux maladies. En s'appuyant sur une carte génétique à haute densité de marqueurs moléculaires, le génome a pu être assemblé en 7 pseudo-molécules, représentant les 7 chromosomes du rosier. D'une taille totale de 512 Mpb, assemblée en 551 fragments, ce génome comporterait 44481 gènes.

Partenaires : le consortium international a été coordonné par l'UMR IRHS à Angers et a regroupé 40 scientifiques en France (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), en Allemagne (Leibniz Universität Hannover), aux Pays Bas (Wageningen University & Research), en Belgique



(ILVO Instituut voor Landbouw), en Russie (Russian State Agrarian University) et au Japon (Osaka Institute of Technology).

Publication associée : Hibrand Saint-Oyant L. et al (2018). A high-quality genome sequence of *Rosa chinensis* to elucidate ornamental traits. *Nature Plants* 4, 473–484. Doi : 10.1038/s41477-018-0166-1

Contact : Fabrice Foucher, UMR IRHS, fabrice.foucher@inra.fr

► Qualité des graines de légumineuses

La carbonylation des protéines au cours de la maturation des graines chez *Medicago truncatula*

À la fin du développement des graines de légumineuses, la phase de maturation est cruciale pour que la qualité germinative des graines soit optimale, garantissant ainsi le succès des cultures. Le retrait de l'eau de la graine durant sa maturation est un processus oxydant qui conduit à une carbonylation de certaines protéines. Pour mieux comprendre le rôle de cette modification oxydante qui dénature les protéines, a été comparé par protéomique le profil des protéines solubles carbonylées dans des graines d'une légumineuse modèle, *Medicago truncatula*, lors d'une dessiccation naturelle ou en cas de séchage prématuré, traitement connu pour nuire à la qualité des graines.

Partenaires : cette étude a été réalisée par l'UMR IRHS à Angers, en collaboration avec l'UMR MAP à Lyon.



Publication associée : Satour P. et al. (2018). Patterns of protein carbonylation during *Medicago truncatula* seed maturation, *Plant Cell Environment*, Sep;41(9):2183–2194. Doi : 10.1111/pce.13194

Contact : Françoise Montrichard, UMR IRHS, francoise.montrichard@univ-angers.fr

► Apparition de nouvelles bactéries pathogènes sur plantes

Acquérir une nano-seringue ne suffit pas pour rendre pathogène des souches non-pathogènes de *Xanthomonas*

De nouvelles souches bactériennes pathogènes sur plantes apparaissent régulièrement et peuvent être responsables de dégâts importants sur les cultures. La compréhension des mécanismes moléculaires sous-jacents à de telles émergences devrait permettre l'élaboration de pratiques agronomiques plus durables.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'UMR IRHS à Angers et l'UMR LIPM à Toulouse), en collaboration avec la plateforme PHENOTIC et le CIRM-CFBP à Angers.



Publication associée : Méline V. et al (2019). Role of the acquisition of a Type 3 Secretion System in the emergence of novel pathogenic strains of *Xanthomonas*. *Molecular Plant Pathology*, Jan;20(1):33–50. Doi : 10.1111/mp.12737

Contact : Tristan Boureau, UMR IRHS, tristan.boureau@univ-angers.fr

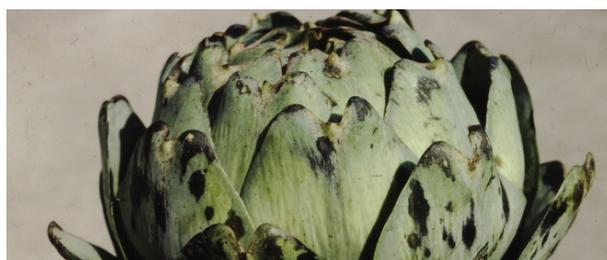
► Bactéries *Xanthomonas* : l'ADN révèle des secrets de famille

L'analyse des génomes révèle la proximité génétique d'agents pathogènes de l'artichaut et de la tomate

Les bactéries du genre *Xanthomonas* attaquent plus de 400 espèces végétales, parmi lesquelles de nombreuses espèces cultivées. *Xanthomonas gardneri* est l'une des espèces de *Xanthomonas* responsable de la gale bactérienne qui se caractérise par des taches nécrotiques sur feuilles et fruits de tomate et poivron ; cette maladie altère la qualité des fruits et entraîne des pertes de rendement. Quant à elles, les souches de l'espèce *Xanthomonas cynarae* sont responsables de la graisse de l'artichaut.

Partenaires : cette étude a été réalisée par l'UMR IRHS à Angers et l'Université de Floride (USA)

Publication associée : Timilsina S et al. (2019). Reclassification of *Xanthomonas gardneri* Jones et al. 2006 as a later heterotypic synonym of *Xanthomonas cynarae* Trébaol et al. 2000 and descrip-



tion of *X. cynarae* pv. *cynarae* and *X. cynarae* pv. *gardneri* based on whole genome analyses. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* Feb;69(2):343–349. Doi : 10.1099/ijsem.0.003104

Contact : Marion Fischer-Le Saux, UMR IRHS, marion.le-saux@inra.fr

► Contrôle génétique de la tavelure : éphémère ou durable ?

La combinaison de facteurs de résistances dans une même plante apporte des efficacités contrastées selon les vergers

L'intérêt du pyramidage de résistances quantitative et qualitative, pour contrôler la tavelure du pommier, a été testé lors de cette étude. La résistance quantitative apporte une réduction partielle de la quantité de maladie ; la résistance qualitative apporte une réduction totale de la maladie. Cette étude a été conduite durant 7 ans dans deux vergers de pommier, l'un portant chaque type de résistance seule et l'autre les deux types de résistance en combinaison. Sur l'un des vergers, l'efficacité du pyramidage est éphémère et s'estompe dans les 2 ans suivant le début de l'érosion des résistances seules alors que dans le 2^{ème}, le pyramidage réduit significativement la maladie malgré la perte d'efficacité totale des résistances seules.

Partenaires : cette étude a été réalisée par l'UMR IRHS à Angers, avec l'unité expérimentale Horticole à Angers et le Centre Régional de Ressources Génétiques de Villeneuve d'Ascq.



Publication associée : Lassere-Zuber P. et al. (2018). Pyramiding Quantitative Resistance with a Major Resistance Gene in Apple: from Ephemeral to Enduring Effectiveness in Controlling Apple Scab. *Plant Disease*. Doi : 10.1094/PDIS-11-17-1759-RE

Contact : Valérie Caffier, UMR IRHS, valerie.caffier@inra.fr

► L'aldaulactone : une toxine fongique originale

Cette molécule est impliquée dans la brûlure foliaire de la carotte. Mais la carotte résiste...

Lorsqu'un agent pathogène parvient à rendre la plante malade, l'intensité des dégâts causés est la résultante d'un équilibre subtil entre l'environnement, le niveau d'agressivité de l'agent pathogène considéré et le niveau de résistance quantitative de la plante. On sait très peu de chose sur ces résistances quantitatives. Mieux connaître les mécanismes de ces résistances naturelles permettrait de mieux les utiliser en constituant une alternative durable à l'usage de pesticides. Dans le cas de la brûlure foliaire de la carotte, due au champignon *Alternaria dauci*, ce sont plus d'un million d'hectares qui sont concernés dans le monde.

Partenaires : ces travaux ont été menés par l'UMR IRHS en collaboration avec l'unité SONAS à Angers.

Publication associée : Courtial J. et al. (2018). Aldaulactone – An Original Phytotoxic Se-



condary Metabolite Involved in the Aggressiveness of *Alternaria dauci* on Carrot. *Frontiers in Plant Science*. 9:502. Doi : 10.3389/fpls.2018.00502

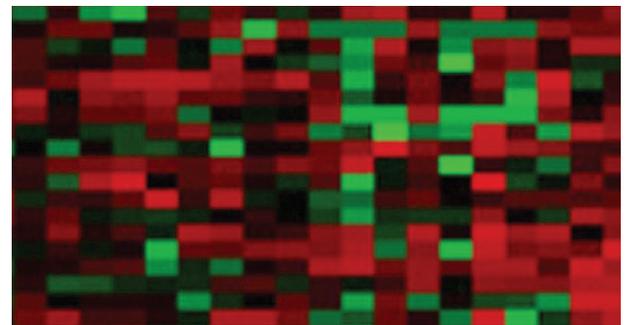
Contact : Romain Berruyer, UMR IRHS, romain.berruyer@univ-angers.fr

► Les anti-sens font sens

Importance des ARN anti-sens dans la construction des réseaux de co-expression de gènes

La synthèse des protéines s'effectue en deux étapes : (i) la transcription, qui produit des ARN messagers (transcrits sens) qui contiennent l'information du gène contenu sur le brin codant de la double hélice de l'ADN, (ii) la traduction, qui produit les protéines à partir de l'ARN messenger. Chacune de ces étapes possède des mécanismes de régulation dont l'un est la transcription anti-sens. La transcription anti-sens est la production d'ARN (appelés transcrits anti-sens) à la suite de la lecture du brin opposé à celui qui contient l'information du gène. Ces transcrits peuvent interagir avec les transcrits sens et réguler ainsi l'expression des gènes concernés. L'étude a mis en évidence chez le pommier une forte production des transcrits anti-sens en comparaison de la plante modèle *Arabidopsis thaliana*.

Partenaires : cette étude a été réalisée dans le cadre d'une collaboration entre les unités IRHS et LERIA à Angers.



Publication associée : Legeay M et al (2018). Large scale study of anti-sense regulation by differential network analysis. *BMC Systems Biology*, 12, 95. Doi : 10.1186/s12918-018-0613-7

Contact : Jean-Pierre Renou, UMR IRHS, jean-pierre.renou@inra.fr

► Lupin-triticales : un duo gagnant

La céréale vient en aide au lupin dès les premiers stades de croissance

Les légumineuses à graine, comme le lupin, possèdent de nombreux atouts ; elles produisent des graines riches en protéines tout en rendant plus durables les systèmes de culture dans lesquels elles s'insèrent via la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Toutefois, leur faible capacité de capture de l'azote minéral du sol, en début de cycle, explique en partie leur faible compétitivité vis-à-vis des adventices. Chez le lupin, on observe des différences de capture d'azote minéral entre génotypes. Des différences plus importantes de capture d'azote sont, en revanche, observées entre le lupin et les céréales. Le lupin se distingue par une forte dépendance de la plante à l'azote contenu dans la semence pendant le premier mois de culture et un faible développement racinaire.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité LEVA à Angers



Publication associée : Carton N. et al. (2018). Differences for traits associated with early N acquisition in a grain legume and early complementarity in grain legume-triticale mixtures. *AoB plants* 10: ply001. Doi: 10.1093/aobpla/ply001.

Contact : Guenaëlle Corre-Hellou, USC LEVA, g.hellou@groupe-esa.com

► Des lipides dans l'amidon : une spécificité des céréales

L'origine des lipides des amidons de maïs dévoilée par imagerie par spectrométrie de masse et transcriptomique

Contrairement aux amidons de tubercules et de graines de légumineuses, les amidons de céréales contiennent des lipides endogènes, notamment un phospholipide monoacylé : la lysophosphatidylcholine (LysoPC). Bien qu'en quantité faible, ce lipide impacte fortement les propriétés fonctionnelles et nutritionnelles de l'amidon. Par imagerie de spectrométrie de masse MALDI, couplée à un analyseur à temps de vol, la LysoPC piégée dans l'amidon a pu être spécifiquement détectée et quantifiée dans des coupes d'albumen de maïs. Ce développement méthodologique original a permis de montrer que l'amidon piège majoritairement les espèces moléculaires de LysoPC contenant des acides gras saturés.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité BIA à Nantes, avec l'appui de la plateforme BIBS et du groupe Limagrain.



Publication associée : Gayral M. et al. (2018) The spatiotemporal deposition of lysophosphatidylcholine within starch granules of maize endosperm and its relationships to the expression of genes involved in endoplasmic reticulum-amyloplast lipid trafficking and galactolipid synthesis. *Plant and Cell Physiology*. Doi: 10.1093/pcp/pcy198

Contact : Didier Marion, UPR BIA, didier.marion@inra.fr

► La mise en place des parois : une étape clé de la maîtrise de la qualité du grain

Identification des protéines pariétales de grains de blé en développement par une approche de protéomique subcellulaire

Au cours du développement du grain de blé, les polymères pariétaux, principalement des polymères de sucres (polysaccharides), subissent des remodelages de leur structure chimique, ce qui induit des modifications des propriétés de la paroi. Ces remodelages font intervenir des protéines pariétales dont l'identification et la compréhension de leur fonction sont indispensables pour mieux maîtriser, à terme, le développement et la qualité des grains.

Partenaires : cette étude a été réalisée par l'unité BIA à Nantes en collaboration avec la plateforme BIBS à Nantes et l'unité LRSV à Toulouse



Publication associée : Cherkaoui M. et al. (2018) Cell wall proteome investigation of bread wheat developing grain in endosperm and outer layers, *Proteomics*. Doi : 10.1002/pmic.201800286

Contact : Mehdi Cherkaoui, UPR BIA, mehdi.cherkaoui@inra.fr

RÉSULTATS DE RECHERCHE

Axe 2 Ingénierie des bioressources pour les aliments et les matériaux innovants



40

RÉSULTATS DE RECHERCHE

109

Agents

2

Unités
(BIA, GRAPPE)

107

Publications
internationales à
comité de lecture

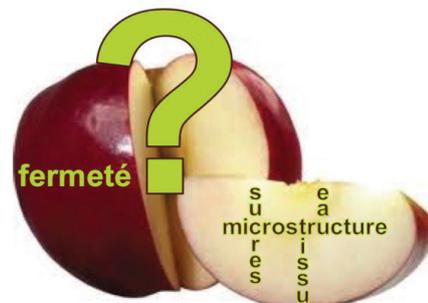
Aliment Polysaccharide **Biomolécule**
Eco-conception **Clean label**
Polyphénol **Bioressource**
Système alimentaire durable **Protéine**
Qualité **Biomasse** Transformation
Biopolymère lipide
Digestion **Matériaux biosourcés**
(Dé)construction **Bioraffinerie**

► Fermeté de la pomme

Contribution de l'eau et des parois cellulaires

L'objectif de cette étude était de définir les contributions de l'eau et des parois cellulaires à la fermeté de la chair de pomme. Pour cela, l'état d'hydratation, la structure tissulaire et la composition chimique de la chair de 4 variétés de pomme de fermetés proches mais distinctes ont été caractérisées. Les interactions de l'eau, évaluées par RMN, permettent de différencier les fruits avant et après destruction des membranes conduisant à la perte d'eau cellulaire. Ces résultats montrent des différences de microstructures des tissus qui induisent une modification des interactions moléculaires de l'eau.

Partenaires : cette étude a été menée par l'unité BIA en collaboration avec la plateforme BIBS, à Nantes, dans le cadre du contrat européen FruitBreedomics



Publication associée : Lahaye M. et al. (2018). Water and cell wall contributions to apple mechanical properties. *Food Chemistry* 268, 386-394. Doi : 10.1016/j.foodchem.2018.06.110

Contact : Marc Lahaye, UPR BIA, marc.lahaye@inra.fr

► Localiser et suivre l'action des enzymes sans marquage

Comment la lumière du synchrotron permet de suivre la dégradation enzymatique de tiges de maïs ?

Les produits issus de la biomasse des parois lignocellulosiques pourraient à terme, remplacer des dérivés du pétrole. Cela suppose la maîtrise des enzymes de dégradation de ces polymères, pour obtenir des petites molécules utiles pour la chimie verte. Une des limites au développement de cette approche est que, de manière native, les plantes se dégradent mal. Pour mieux comprendre ces phénomènes, l'action des enzymes et les modifications de la plante qui en résultent ont été étudiées par imagerie en utilisant les particularités de la lumière au synchrotron SOLEIL en fluorescence et en infrarouge.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité BIA à Nantes, en collaboration avec le synchrotron SOLEIL à Gif sur Yvette.

Publication associée : Devaux M. F. et al. (2018). Synchrotron Time-Lapse Imaging of Lignocellulosic Biomass Hydrolysis: Tracking Enzyme Localization by Protein Autofluorescence and



Biochemical Modification of Cell Walls by Microfluidic Infrared Microspectroscopy. *Frontiers in Plant Science*, 9, 16. Doi: 10.3389/fpls.2018.00200

Contact : Marie-Françoise Devaux, UPR BIA, Marie-francoise.devaux@inra.fr

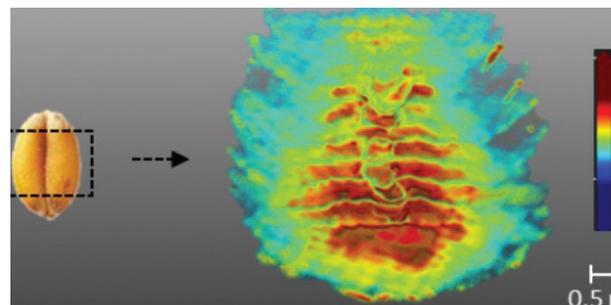
► Les parois de l'albumen du blé : une perspective en 3D

L'image moléculaire en 3D des hémicelluloses révèle leur répartition inégale dans le grain de blé

Pour l'industrie céréalière, il y a un enjeu à mieux connaître et maîtriser les variations de composition du grain, qui affectent à la fois ses qualités technologiques et nutritionnelles. Dans ce contexte, les composants pariétaux, parce qu'ils impactent les propriétés mécaniques du grain et la teneur et la solubilité des fibres, sont une cible privilégiée.

Partenaires : cette étude a été menée par l'unité BIA et la plateforme BIBS à Nantes.

Publication associée : Fanuel M. et al. (2018). Distribution of cell wall hemicelluloses in the wheat grain endosperm: a 3D perspective, *Planta*. Doi: 10.1007/s00425-018-2980-0



Contact : Hélène Rogniaux, UPR BIA, helene.rogniaux@inra.fr

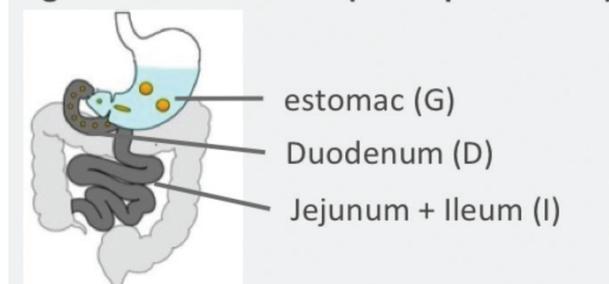
► Digestion des lipides et contrôle de la prise alimentaire

L'encapsulation de lipides émulsifiés dans des billes d'alginate diminue fortement leur lipolyse au cours de la digestion

L'obésité et les maladies métaboliques associées sont en forte augmentation. Réduire leur prévalence est une des préoccupations des politiques de santé publique. Les moyens d'y parvenir sont multiples. Parmi les approches possibles, les partenaires de l'Université de Wageningen ont choisi de réguler la prise alimentaire en induisant le frein iléal. Ce système physiologique régule entre autre les cinétiques de vidanges digestives, les sensations liées à la satiété et donc possiblement la prise alimentaire. L'hypothèse de travail est que la présence de lipides non digérés dans les parties distales de l'intestin permettrait de stimuler ce frein iléal et donc la prise alimentaire.

Partenaires : ce travail a été réalisé au sein de l'unité BIA, lors du séjour de MN Corstens, doctorante du laboratoire partenaire de l'Université de Wageningen.

Digesteur instrumenté (3 compartiments)



Publication associée : Corstens M.N. et al. (2018). Emulsion encapsulation in calcium-alginate beads delays lipolysis during dynamic in vitro digestion. *Journal of Functional Foods*, 46, 394-402. Doi: 10.1016/j.jff.2018.05.011

Contact : Anne Meynier, UPR BIA, anne.meynier@inra.fr

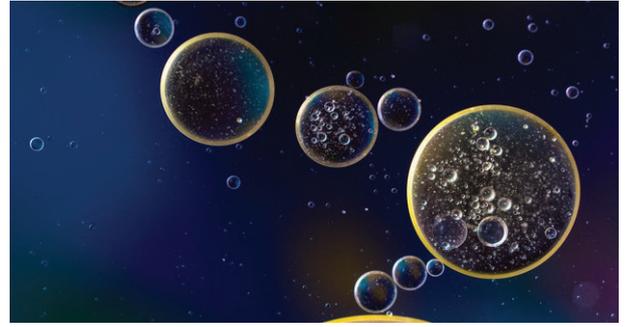
► Quelle huile pour quelle vitamine ?

La libération de vitamines liposolubles au cours de la digestion dépend de l'huile utilisée

L'efficacité d'absorption des vitamines liposolubles dépend de nombreux facteurs physico-chimiques et biologiques. Le type d'aliment est un facteur particulièrement important, libérant plus ou moins facilement ces composés au cours de la digestion, les rendant ainsi plus ou moins absorbables. Afin d'étudier cette libération, une puce microfluidique a été développée pour suivre en temps réel la digestion de gouttes d'huile contenant une vitamine liposoluble.

Partenaires : ce travail a été mené au sein de l'unité BIA à Nantes en collaboration avec la plateforme BBS.

Publications associées : Nguyen H. T. et al (2019). Studying the real-time interplay between triglyceride digestion and lipophilic micronutrient bioaccessibility using droplet microfluidics. 1 lab on a chip method. *Food Chemistry*, 275, 523-529. Doi : 10.1016/j.foodchem.2018.09.096



Contact : Sébastien Marze, UPR BIA, sebastien.marze@inra.fr

► La structure chimique d'un principe actif du ginseng élucidée

Fractionnement partiel des pectines et caractérisation de deux domaines structuraux

Les principaux composants actifs du ginseng, plante très utilisée en médecine traditionnelle chinoise, sont des sucres complexes, principalement de la famille des pectines. Ces macromolécules sont constituées de différents domaines structuraux dont les fonctionnalités in vitro et in planta sont très spécifiques. Le domaine rhamnogalacturonane de type I (RG-I) a été identifié comme un domaine pectique qui présente des activités biologiques particulièrement intéressantes (effet antiprolifératif sur les cellules cancéreuses, effet anti-diarrhéique, effet sur le système immunitaire). Les données structurales des différents RG du ginseng obtenues dans cette étude sont importantes pour établir leur relation avec leurs activités biologiques.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité BIA à Nantes, et le Laboratory on Chemistry and Biology of Changbai Mountain Natural Drugs, Northeast Normal University, Changchun, Chine.



Publication associée : Sun L. et al (2019), Structural characterization of rhamnogalacturonan domains from Panax ginseng C. A. Meyer, *Carbohydrate Polymers*, 203, 119-127. Doi: 10.1016/j.carbpol.2018.09.045

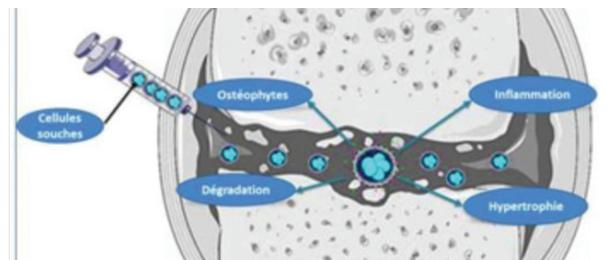
Contact : Marie-Christine Ralet, UPR BIA, marie.ralet@inra.fr

► Cellules souches humaines pour la médecine régénérative

Encapsulation dans un hydrogel de polysaccharide

Les cellules souches mésenchymateuses humaines (CSM) constituent un axe thérapeutique prometteur pour le traitement des maladies dégénératives, en particulier pour le traitement de l'arthrose. Cependant, les cellules souches sont des cellules fragiles qui nécessitent un environnement biologique approprié pour pouvoir survivre et se différencier. Une méthode d'encapsulation dans un hydrogel polysaccharidique pour préserver leur survie a été développée. L'encapsulation réalisée grâce à la méthode millifluidique à gouttes permet de produire des gouttes de taille et de forme parfaitement contrôlées.

Partenaires : ces résultats sont issus d'une collaboration entre l'unité BIA, l'UMR RMeS, la Pharmacie Centrale et le Pôle Hospitalo-Universitaire OTONN du CHU de Nantes, l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université de Nantes et l'UFR Odontologie de l'Université de Nantes.



Publication associée : Nativel F et al. (2018). Application of millifluidics to encapsulate and support viable human mesenchymal stem cells in a polysaccharide hydrogel. *International Journal of Molecular Sciences* 19 1952. Doi: 10.3390/ijms19071952

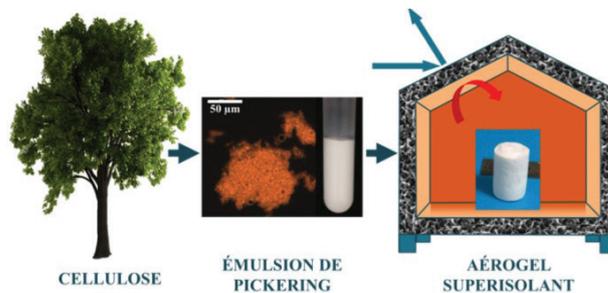
Contact : Denis Renard, UPR BIA, denis.renard@inra.fr

► La cellulose pour des superisolants

Des émulsions pour structurer des matériaux biosourcés de très faible conductivité thermique

Le secteur du bâtiment, le plus gros consommateur d'énergie en France, est l'un des secteurs clé pour lutter contre le réchauffement climatique. L'utilisation de matériaux ayant des propriétés super-isolantes permet un gain énergétique et économique (en réduisant l'épaisseur d'isolant nécessaire). Dans cette étude, des aérogels avec des propriétés thermiques de superisolants ont été préparés selon un procédé original qui permet de former un réseau alvéolaire régulier, de taille micrométrique, qui donne à la fois d'excellentes propriétés mécaniques et une conductivité thermique extrêmement faible.

Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité BIA à Nantes, en partenariat avec l'unité IRDL (56) pour les mesures de conductivité thermique.



Publication associée : Jimenez-Saelices C. et al. (2018). Thermal Superinsulating Materials Made from Nanofibrillated Cellulose-Stabilized Pickering Emulsions. *ACS applied materials & interfaces*. Doi:10.1021/acsami.8b02418

Contact : Isabelle Capron, UPR BIA, isabelle.capron@inra.fr

► Biomatériaux en immersion

Suivi en temps réel de l'évolution de matériaux d'intérêt biomédical plongés dans l'eau

Le domaine biomédical a besoin de nouveaux dispositifs implantables et biodégradables. Pour ces applications, les molécules naturelles présentent l'avantage d'être bien acceptées par l'organisme. L'amidon, peu cher, biocompatible et rapidement biodégradable est un produit particulièrement bien adapté. Mélangé à un plastifiant, le glycérol, il peut être mis en forme (cylindres joncs de quelques mm de diamètre) par un procédé d'extrusion (procédé de transformation thermo-mécanique qui détruit la structure native des grains d'amidon pour obtenir un matériau plastique 3D). Afin de mieux contrôler les propriétés de ce matériau, une bonne connaissance de sa structure et de son évolution en milieu aqueux sont nécessaires.

Partenaires : ce travail a été réalisé dans l'unité BIA à Nantes, en collaboration avec l'Irstea à Rennes pour la RMN (Résonance magnétique nucléaire) et le Synchrotron Soleil à Gif-sur-Yvette.



Publication associée : Chevigny C. et al. (2018). In-Situ Quantitative and Multiscale Structural Study of Starch-Based Biomaterials Immersed in Water. *Biomacromolecules*, 19(3), 838-848. Doi: 10.1021/acs.biomac.7b01635

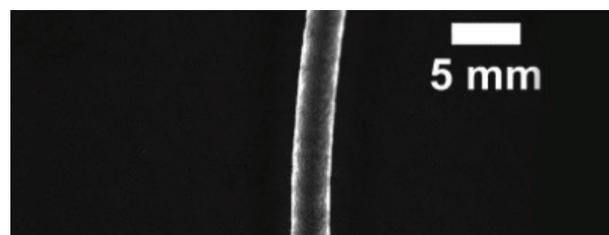
Contact : Chloé Chevigny, UPR BIA, chloe.chevigny@inra.fr

► L'amidon thermoplastique sous une lumière différente

Caractériser son hétérogénéité structurale pour mieux comprendre ses propriétés

L'amidon thermoplastique (TPS) est un matériau biosourcé qui représente une alternative durable aux polymères synthétiques car il est peu cher, biocompatible et facile à mettre en forme par extrusion. Il peut être utilisé pour les applications les plus variées, de l'alimentaire au biomédical. Afin d'optimiser les usages du TPS, une compréhension détaillée de sa structure et de ses propriétés sont nécessaires.

Partenaires : ce travail a été réalisé dans l'unité BIA, en collaboration avec la plateforme BIBS à Nantes pour les mesures de RMN et le Synchrotron SOLEIL à Gif-sur-Yvette pour l'imagerie SHG.



Publication associée : Nessi V. et al. (2018). Multi-scale characterization of thermoplastic starch structure using Second Harmonic Generation imaging and NMR. *Carbohydrate Polymers*, 194, 80-88. Doi: 10.1016/j.carbpol.2018.04.030

Contact : Chloé Chevigny, UPR BIA, chloe.chevigny@inra.fr

RÉSULTATS DE RECHERCHE

● **Axe 3 Santé animale – Sécurité des aliments - Alimentation – Santé Humaine : Biologie et Interactions**



44

RÉSULTATS DE RECHERCHE

284

Agents

8

Unités

(BIOEPAR, LABERCA, PANTHER, PHAN, SECALIM, IECM, StatSC, BIA)

143

Publications internationales à comité de lecture



► Stratégies de contrôle des maladies vectorielles

Approche par modélisation appliquée à la Fièvre Hémorragique de Crimée-Congo, transmise par une tique

La Fièvre Hémorragique de Crimée-Congo est une maladie en ré-émergence, notamment en Turquie, où il a été rapporté plus de 7000 cas entre 2002 et 2012, dont 5% se sont avérés mortels. Cette maladie est due à un virus (CCHFV) principalement transmis par une tique, *Hyalomma marginatum*, dans cette zone. Cette tique se nourrit principalement sur des hôtes rongeurs (lièvres) et des ruminants (bovins dans le cas présent). Un modèle mathématique a été développé à l'UMR BIOEPAR afin de pouvoir tester par simulation différentes stratégies de maîtrise de l'infection. Il permet de simuler la dynamique de populations de la tique et la prévalence de l'infection chez les bovins.

Partenaires : cette étude a été menée au sein de l'UMR BIOEPAR, à Nantes en collaboration avec l'UMR ASTRE à Montpellier et l'UMR EpiA à St Genes Champanelle.



Publication associée : Hoch T. et al. (2018). Dynamic Modeling of Crimean Congo Hemorrhagic Fever Virus (CCHFV) Spread to Test Control Strategies. *Journal of Medical Entomology*, 55:1124-1132. Doi: 10.1093/jme/tjy035

Contact : Thierry Hoch, UMR BIOEPAR, thierry.hoch@inra.fr

► Quels gènes s'expriment chez les tiques ?

Séquençage à haut débit des transcrits, chez la tique *Ixodes ricinus*

Les tiques représentent un enjeu majeur en santé humaine et animale. La connaissance de l'ensemble de leurs gènes permettra de mieux comprendre la biologie de ces organismes et ainsi fournir des pistes de lutte ou de contrôle. Cette connaissance passe par un séquençage complet du génome et par l'identification de l'ensemble des transcrits et leurs conditions d'expression. Le séquençage à haut débit des séquences transcrites réalisé chez l'espèce de tique européenne *Ixodes ricinus* a permis d'identifier un catalogue de plus de 190 000 transcrits ainsi que les différences d'expression des gènes selon les états physiologiques (avant ou pendant le repas sanguin) de la tique, permettant de mieux cerner les remaniements métaboliques déclenchés par le repas sanguin.

Partenaires : ce travail, réalisé en partenariat entre l'équipe "tiques" de l'unité BIOEPAR à Nantes et l'Université de Neuchâtel (Suisse), est une étape dans la réalisation de projets plus complets d'étude du génome et de la diversité génétique de cette espèce.



Publication associée : Charrier N. P. et al. (2018). Whole body transcriptomes and new insights into the biology of the tick *Ixodes ricinus*. *Parasites & Vectors*, 11(1), 364. Doi: 10.1186/s13071-018-2932-3

Contact : Claude Rispe, UMR BIOEPAR, claude.rispe@inra.fr

► Biomarqueurs traqueurs de viande aux hormones

De la révélation de biomarqueurs d'effets par métabolomique... à l'accréditation ISO17025 de la méthode associée

S'assurer de l'absence de composés interdits dans les denrées alimentaires d'origine animale requiert le développement de méthodes d'analyse spécifiques et sensibles. Si le contrôle de l'usage des promoteurs de croissance peut être considéré comme efficace, l'utilisation de substances endogènes, de nouveaux composés de synthèse ou encore l'usage de cocktails basses doses, demeurent autant de leviers analytiques pour les scientifiques.

L'utilisation officielle de biomarqueurs, signant l'effet anabolisant chez des animaux de production, est désormais possible. Les performances de diagnostic de la stratégie en terme de classification des animaux ont permis d'obtenir l'accréditation de la méthode, ce qui constitue une première mondiale en la matière.

Partenaires : ce travail a été réalisé avec le Centro di Referenza Nazionale Indagini Biologiche Anabolizzanti Animali (Ciba, Italie) et Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte Liguria e Valle d'Aosta (Torino, Italie).



Publication associée : Dervilly-Pinel G. et al (2018). When LC-HRMS metabolomics gets ISO17025 accredited and ready for official controls – Application to the screening of forbidden compounds in livestock. *Food Additives and Contaminants*. Doi: 10.1080/19440049.2018.1496280

Contact : Gaud Dervilly, UMR LABERCA, gaud.dervilly@oniris-nantes.fr

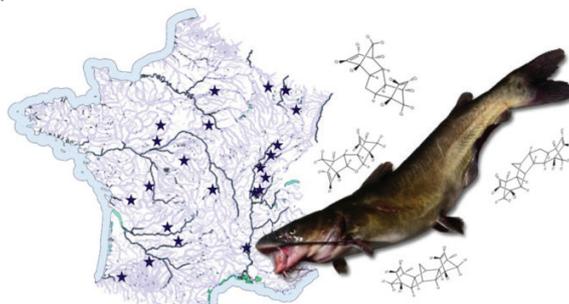
► Contaminants chimiques émergents et qualité des eaux des rivières

Observation de Déchloranes dans les muscles de silures

Dans un contexte de santé publique, les autorités sanitaires surveillent la qualité des eaux de surface en France et leur éventuelle contamination au regard d'une quarantaine de polluants chimiques. Au-delà des substances connues, il apparaît judicieux d'anticiper les conséquences de l'émergence de nouvelles substances. Les Déchloranes, en particulier, constituent une famille de retardateurs de flamme chlorés d'intérêt industriel croissant.

En France métropolitaine, ces contaminants ont été recherchés dans des muscles de silures. Cinq Déchloranes ont pu être quantifiés et 50% des échantillons contenaient au moins un type de Déchlorane à des niveaux variant de 3 pg/g à 400 pg/g.

Partenaires : ce travail a été mené dans le cadre d'une thèse en cotutelle entre l'UMR LABERCA et l'Université Libanaise, en collaboration avec l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (Irstea).



Publication associée : Abdel Malak I. et al (2018). Occurrence of Dechlorane Plus and related compounds in catfish (*Silurus spp.*) from rivers in France. *Chemosphere*, 207, 413-420. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.05.101

Contact : Ronan Cariou, UMR LABERCA, laberca@oniris-nantes.fr

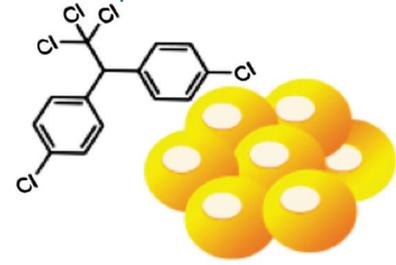
► Sous les lipides, les contaminants chimiques

Quels marqueurs pour l'étude du lien entre exposition chimique et santé humaine ?

La mesure des contaminants chimiques persistants (toxiques du fait de leur bio-accumulation) dans les tissus adipeux permet d'estimer de façon fiable le niveau d'exposition interne des individus, avec une valeur reflétant un certain historique d'exposition.

Dans cette étude, différentes approches statistiques ont été évaluées, visant à relier niveau d'exposition aux contaminants chimiques, présence de marqueurs sériques et endométriose, maladie gynécologique pour laquelle le facteur environnemental fait l'objet d'une attention grandissante. La non-concordance des résultats d'association entre marqueurs dans le tissu adipeux et marqueurs sériques a confirmé la complémentarité de ces deux compartiments biologiques.

Partenaires : cette étude a été conduite par l'unité LABERCA en lien avec l'unité de Gynécologie Obstétrique du CHU de Nantes.



Publication associée : Cano-Sancho G. et al (2018). The challenging use and interpretation of circulating biomarkers of exposure to persistent organic pollutants in environmental health: Comparison of lipid adjustment approaches in a case study related to endometriosis. *Chemosphere*. 200:388-396. Doi:10.1016/j.chemosphere.2018.02.120

Contact : German Cano-Sancho, UMR LABERCA, german.cano-sancho@oniris-nantes.fr

► Effet des conservateurs sur les populations bactériennes (microbiote) des saucisses de porc

La formulation sans lactate modifie les équilibres des bactéries présentes et accélère l'altération des saucisses

Des saucisses fraîches de porc conditionnées sous atmosphère protectrice ont été analysées afin de caractériser la composition des communautés microbiennes associées à ces produits. Deux formulations ont été étudiées, l'une contenant du lactate de potassium et de l'acétate de sodium en tant qu'agents conservateurs et l'autre n'en contenant pas. Il a été observé que les bactéries lactiques et mésophiles se multipliaient de manière similaire dans les deux formulations et que les évolutions de pH et de gaz de l'emballage ne dépendaient pas de la présence des conservateurs. Cependant, du point de vue sensoriel, l'altération est apparue plus tôt dans la viande ne contenant pas de conservateurs.



Partenaires : ce travail a été réalisé au sein de l'UMR SECALIM, dans le cadre du projet FUI n°15 Meatic

Publication associée : Bouju-Albert A et al (2018). Influence of lactate and acetate removal on the microbiota of French fresh pork sausages. *Food Microbiology* 76: 328-336. Doi:10.1016/j.fm.2018.06.011

Contact : Sandrine Guillou, UMR SECALIM, sandrine.guillou@oniris-nantes.fr

► Bactéries lactiques et Hautes Pressions pour mieux conserver le jambon cuit

Sélection d'une bactérie lactique pour un traitement combinant Biopréservation et Hautes Pressions

Les Hautes Pressions (HP) et la biopréservation constituent deux technologies de conservation des aliments. Ces traitements, appliqués isolément, sont inefficaces contre les spores produites par certaines bactéries dites sporulantes. En revanche, les HP sont capables d'induire le processus de germination, qui transforme les spores en cellules dites végétatives que l'on peut contrôler par biopréservation. L'objectif de cette étude était donc de combiner HP et biopréservation pour maîtriser les bactéries sporulantes, présentes naturellement dans le jambon cuit et nuisant à sa conservation. Une souche de *L. lactis* a été considérée comme la meilleure candidate pour développer un nouveau traitement combinant HP et biopréservation dans le jambon cuit.

Partenaires : ce travail a été réalisé dans le cadre du projet ANR BLac-HP comprenant 10 parte-



naires dont les UMR SECALIM et MICALIS

Publication associée : Ramaroson M. et al. (2018). Selection procedure of bioprotective cultures for their combined use with High Pressure Processing to control spore-forming bacteria in cooked ham. *International Journal of Food Microbiology* 276, 28-38. Doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.04.010

Contact : Monique Zagorec, UMR SECALIM, monique.zagorec@oniris-nantes.fr

► Biberons : quels risques à utiliser l'eau du robinet ?

Évaluation des risques sanitaires pour préparer les formules infantiles pour nourrissons en France

Les formules infantiles en poudre sont reconstituées avec de l'eau avant consommation. Le but de l'étude était de développer un modèle mathématique pour évaluer les risques sanitaires (microbiologiques et chimiques) associés à l'utilisation de l'eau du robinet pour la préparation de laits 1^{er} et 2^{ème} âge en France (durant les six premiers mois de la vie). Deux dangers de préoccupation majeure, associés à l'eau du réseau, ont été sélectionnés : *Cryptosporidium* (parasite se trouvant rarement dans l'eau du robinet pouvant provoquer des diarrhées et entraîner la mort chez le nourrisson) et arsenic (élément naturel de la croûte terrestre, dont une exposition chronique peut entraîner des cancers du poumon et de la vessie). Les résultats de l'étude montrent que l'utilisation d'une eau bouillie supprimerait le risque de *Cryptosporidium*. En revanche, le risque de cancer, bien que faible au niveau de la population, reste plutôt élevé chez les nourrissons ayant un niveau élevé d'exposition à l'arsenic.



Partenaires : ce travail de recherche a été conduit en partenariat entre les unités SECALIM et LABERCA, en collaboration avec l'University College of Dublin.

Publication associée : Boué G. et al. (2018). Development of a *Cryptosporidium*-arsenic multi-risk assessment model for infant formula prepared with tap water in France. *Food Research International*, 108, 558-570. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.03.054

Contact : Géraldine Boué, UMR SECALIM, geraldine.boue@oniris-nantes.fr

► Lait maternel et croissance des enfants prématurés

Le lipidome : une composante prédictive de la croissance des enfants prématurés durant leur hospitalisation

Le lait maternel est recommandé pour l'alimentation des enfants, pendant les 6 premiers mois de la vie, et en particulier pour les prématurés (7% des naissances en France). Il est possible que la composition de ce lait impacte la croissance de l'enfant qui le reçoit de sa mère. L'objectif de cette étude était de déterminer en quoi le lipidome (l'ensemble des lipides) du lait maternel peut impacter la trajectoire de croissance postnatale des enfants prématurés. Une cohorte observationnelle (LACTACOL) de 138 enfants, ayant reçu le lait de leur propre mère, a été conduite au CHU de Nantes. La signature lipidomique du lait maternel a permis de séparer les laits reçus par les enfants présentant une croissance lente pendant l'hospitalisation de ceux reçus par les enfants présentant une croissance rapide. Ces résultats ouvrent des perspectives dans la prise en charge nutritionnelle des enfants dans les unités de soin intensif néonatal.

Partenaires : ce travail est issu d'une collaboration entre les unités PHAN, LABERCA et StatSC et le CHU de Nantes. Financements : Région Pays-de-la-Loire et FEDER (Projet 6226, 2013–2015).

Publication associée : Alexandre-Gouabau M.C. et al (2018). Breast Milk Lipidome Is Associated with Early Growth Trajectory in Preterm Infants. *Nutrients*, 10 (2), 164. Doi:10.3390/nu10020164



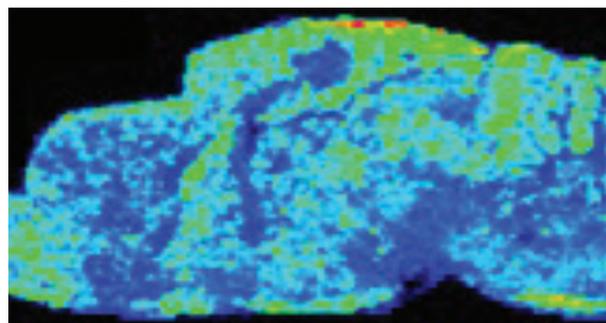
Contact : Marie-Cécile Alexandre, UMR PHAN, marie-cecile.alexandre-gouabau@univ-nantes.fr

► Préparations infantiles : impact de la composition lipidique sur l'activité cérébrale

Une supplémentation est nécessaire pour amener l'activité cérébrale du rat nouveau-né au niveau de celle des rats allaités

Le lait maternel et les préparations infantiles doivent apporter au nourrisson les acides gras qui lui permettent de fabriquer des lipides essentiels pour le développement de son cerveau et sa vision. Aujourd'hui il est recommandé que les préparations infantiles contiennent deux acides gras particuliers, l'acide docosahexaénoïque (ou DHA) et l'acide arachidonique (ou ARA). Les scientifiques ont nourri artificiellement des rats jusqu'au sevrage, leur proposant des préparations infantiles dont la matière grasse, de type végétal pur, ou mix laitier et végétal, était supplémentée ou non en DHA et ARA. La supplémentation en DHA et ARA, mimant la composition du lait maternel, permet d'observer chez les rats une activité du cerveau dont le niveau est comparable à celui des animaux nourris sous la mère. De plus, la répartition du DHA, visualisée dans le cerveau, est affectée par l'origine des lipides des préparations infantiles. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes en matière de formulation des préparations infantiles humaines dont la composition est encadrée par la réglementation européenne.

Partenaires : cette étude a été menée par l'UMR PHAN, en partenariat avec l'Inra, l'Université Aix-Marseille et Lactalis Recherche et Développement.



Publication associée : Aidoud N. et al (2018). A combination of lipidomics, MS imaging, and PET scan imaging reveals differences in cerebral activity in rat pups according to the lipid quality of infant formulas. *The FASEB Journal* 32:9, 4776-4790. Doi:10.1096/fj.201800034R

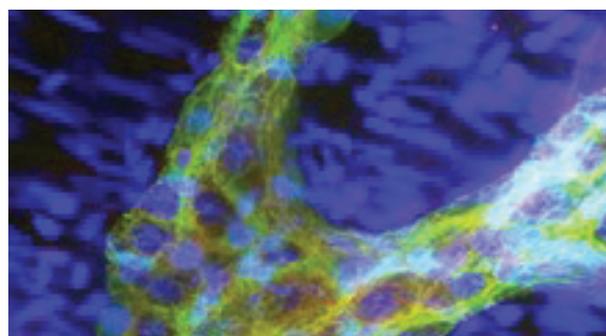
Contact : Dominique Darmaun, UMR PHAN, dominique.darmaun@chu-nantes.fr

► Une alimentation maternelle déséquilibrée affecte le système digestif de la descendance

Découverte d'anomalies fonctionnelles digestives chez les rats et d'une réponse inadaptée au stress

La période gestationnelle est extrêmement sensible pour le développement normal du fœtus et pour le maintien en bonne santé tout au long de la vie. Une malnutrition maternelle a ainsi des retentissements sur le développement cardiovasculaire ou encore cognitif de la descendance, avec des répercussions à l'âge adulte. En réduisant de moitié les apports en protéines des mères pendant toute la durée de la gestation et de la lactation, les chercheurs ont montré, dans le système digestif des rats, une augmentation du transit (fréquence et la vitesse de passage des selles) et de la perméabilité intestinale (capacité de passage des nutriments et autres molécules à travers la paroi intestinale vers la circulation sanguine). Ils ont aussi relevé des taux élevés d'hormone du stress. La carence nutritionnelle périnatale conduirait à une augmentation de l'hormone du stress chez la descendance qui induirait elle-même un remodelage du système nerveux digestif à long terme. Celui-ci serait responsable de troubles digestifs pouvant fragiliser l'intestin et impacter le bien-être et la qualité de vie.

Partenaires : ces résultats sont issus d'une étude menée par l'UMR PHAN, avec une collaboration entre l'Inra, l'Inserm, le CHU de Nantes et l'Université de Nantes



Publication associée : Aubert P. et al (2018) Maternal protein restriction induces gastrointestinal dysfunction and enteric nervous system remodeling in rat offspring. *Faseb journal*. Doi: 10.1096/fj.201800079R

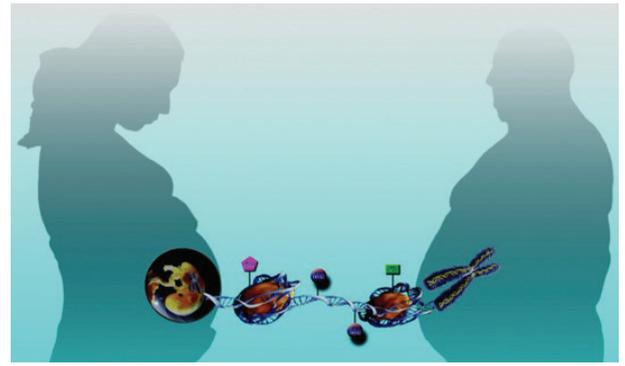
Contact : Jean-Pierre Segain, UMR PHAN, Jean-pierre.Segain@univ-nantes.fr

► Obésité maternelle et risque de maladie métabolique chez la descendance

Les altérations du profil lipidomique sérique associées à l'obésité de la mère lors de la grossesse sont également présentes chez son enfant à 4 ans

Les enfants de mères obèses ont un risque accru de développer à leur tour une obésité et des maladies cardiovasculaires et métaboliques. Cependant, les facteurs moléculaires jouant le rôle de vecteurs du risque de cette susceptibilité pathologique restent largement à déterminer. Dans le but d'identifier des modifications du profil lipidique maternel susceptibles de servir de biomarqueurs précoces chez l'enfant du risque de maladie lié à l'obésité maternelle, les analyses lipidomiques des échantillons de plasma de mères et de leurs enfants, ont été réalisées. A la naissance de leur enfant, les mères en surpoids ou obèses ont une réduction significative de la concentration d'une famille de lipides (les céramides) dans le sérum, en comparaison aux mères de poids corporel normal. Des différences quantitatives similaires ont aussi été décelées dans la concentration sérique de ces céramides, entre des enfants de 4 ans de mères en surpoids ou obèses et les enfants de mères de poids corporel normal alors qu'il n'existe aucune différence entre eux, en termes de poids corporel, de profil métabolique ou d'habitudes alimentaires. Ces résultats suggèrent que ces lipides pourraient être des prédictors précoces du risque de maladie lié à une obésité maternelle.

Partenaires : cette étude a été réalisée par l'unité PHAN, en collaboration avec l'Hôpital pour Enfants de Mexico Federico Gómez (Mexique), l'Institut Polytechnique National (Mexique), l'Institut National de Santé Publique (Mexique), le Rollins School of Public Health (Emory University, Atlanta, USA), et l'Université Michoacana (Mexique).



Publication associée : León-Aguilar Le et al. (2018). Maternal obesity leads to long-term altered levels of plasma ceramides in the offspring as revealed by a longitudinal lipidomic study in children. *Int J Obes (Lond)*. Doi: 10.1038/s41366-018-0291-y

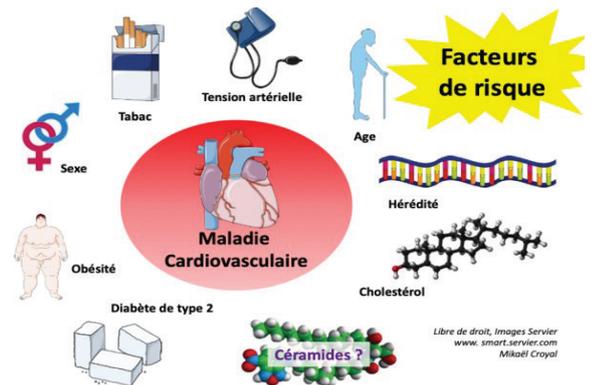
Contact : Francisco Bolanos, UMR PHAN, Francisco.Bolanos@univ-nantes.fr

► Céramides et pathologies cardiovasculaires

Effet du Fénofibrate chez des patients diabétiques au-delà des marqueurs traditionnels

Les maladies cardiovasculaires constituent l'une des principales causes mondiales de mortalité, et les altérations du métabolisme lipidique, associées au diabète de type 2 (DT2), sont des facteurs de risque élevé. Le Fénofibrate est un médicament prescrit pour réduire les triglycérides et le cholestérol des patients DT2 à risque vasculaire élevé mais son bénéfice cardiovasculaire reste cependant controversé, d'après les marqueurs cliniques traditionnels (cholestérol, triglycérides, LDL ou "mauvais cholestérol"). Afin de trouver de nouveaux marqueurs permettant d'identifier les patients les plus susceptibles de bénéficier d'un traitement Fenofibrate, des échantillons sanguins de 102 patients DT2 ont été prélevés, avant et après 2 mois de traitement Fenofibrate. Le Fénofibrate a réduit les triglycérides et le cholestérol porté par les LDL. L'analyse des données de spectrométrie de masse a révélé que le Fénofibrate diminuait aussi significativement une famille de lipides (les céramides), sans association avec les paramètres traditionnels. Par ailleurs, la réponse des céramides au traitement s'est avérée hétérogène entre les patients, les meilleurs répondeurs étant les patients à taux élevé avant intervention. Les céramides étant des marqueurs de risque de maladie cardiovasculaire, cette étude souligne l'intérêt d'évaluer l'impact de leur réduction sur le risque cardiovasculaire.

Partenaires : les patients sont issus de l'étude FIELD (Sidney, Australie) et les échantillons ont été analysés au laboratoire de Spectrométrie de Masse de l'unité PHAN et du CRNH Ouest.



Publication associée : Croyal M. et al. (2018). Fenofibrate decreases plasma ceramide in type 2 diabetes patients: A novel marker of CVD? *Diabetes and Metabolism*, 44(2), 143-149. Doi: 10.1016/j.diabet.2017.04.003

Contact : Mikael Croyal, UMR PHAN, mikael.croyal@univ-nantes.fr

► Protéines de blé transformées : quel impact sur la réaction allergique alimentaire ?

Les gliadines désamidées entraînent une aggravation de la réaction allergique alimentaire

L'allergie alimentaire est définie comme une réponse indésirable déclenchée par l'ingestion d'une protéine alimentaire. Les procédés industriels permettant de diversifier les propriétés de ces protéines peuvent entraîner une modification de leur allergénicité. Les gliadines, l'un des allergènes majeurs du blé et composant du gluten, peuvent être modifiées par désamidation, entraînant alors une aggravation de la réponse allergique qu'elles provoquent.

L'objectif de cette étude était de déterminer par quels mécanismes la désamidation des gliadines entraînait une aggravation de la réaction allergique. Les résultats montrent que la modulation de l'allergénicité des gliadines induite par leur modification s'explique par un recrutement des acteurs cellulaires de l'allergie ainsi qu'une augmentation de la perméabilité intestinale plus précoce. Ainsi, la modification des gliadines par des processus industriels modifie à la fois leurs propriétés intrinsèques mais également la réaction immunitaire qu'elles engendrent.



Partenaires : ce travail a été réalisé par l'unité BIA, en partenariat avec l'Institut du Thorax et l'Institut des Maladies de l'Appareil Digestif.

Publication associée : Castan L. et al. (2018). Acid-Hydrolyzed Gliadins Worsen Food Allergies through Early Sensitization. *Molecular Nutrition & Food Research*, 62, 1800159. Doi: 10.1002/mnfr.201800159

Contact : Grégory Bouchaud, UPR BIA, gregory.bouchaud@inra.fr

► Miam ! Je peux en manger ?

Certains enfants allergiques à l'œuf peuvent quand même en manger dans des biscuits. Comment reconnaître ces enfants ?

Savoir si un enfant allergique à l'œuf tolère l'œuf cuit permet d'assouplir son régime alimentaire et améliore sa qualité de vie. Pour affirmer cette tolérance, l'enfant passe des tests de provocation orale en milieu hospitalier. Lors du diagnostic, l'allergologue réalise des prick-tests et un prélèvement de sang pour rechercher la présence d'anticorps IgE spécifiques des allergènes de l'œuf. A partir d'études de cohorte, plusieurs "valeurs seuils" de diamètre des prick-tests ou d'IgE spécifiques au blanc d'œuf ou à l'ovomucoïde ont été proposées pour prédire la tolérance à l'œuf cuit. Les réactivités vis-à-vis de plusieurs fractions d'œuf, crues ou cuites, ont été mesurées et comparées par individu. Tous les enfants ne présentent pas les mêmes variations individuelles de réactivité. De nouveaux marqueurs de la tolérance de l'œuf cuit, indépendants de l'âge et du niveau de sensibilisation, peuvent être définis sur la base de ces variations individuelles.



Partenaires : ces travaux ont été réalisés lors d'un protocole clinique associant l'Inra (unités BIA et STLO), Agrocampus Ouest et les CHU de Toulouse, Angers, Nantes et Necker-Enfants Malades, initié dans le cadre du projet ANR Ovonutrial.
Publication associée : Brossard C. et al. (2018). Relative reactivity to egg white and yolk or change upon heating as markers for baked egg tolerance. *Pediatric Allergy and Immunology*. Doi:10.1111/pai.13009
Contact : Chantal Brossard, UPR BIA, chantal.brossard@inra.fr

► Comment l'allergie alimentaire aggrave-t-elle l'asthme ?

Rôle des récepteurs de domiciliation cellulaire dans l'évolution de l'allergie

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. L'objectif de cette étude était d'identifier les mécanismes impliqués dans cette évolution. Un modèle murin (souris) a été développé, mimant cette progression particulière de l'allergie. Les souris soumises au double protocole d'allergie (alimentaire et respiratoire) présentent une aggravation des symptômes de l'asthme par rapport à celles soumises uniquement au protocole d'allergie respiratoire. L'allergie alimentaire est en effet capable de détériorer la fonction respiratoire et d'augmenter la réaction inflammatoire pulmonaire observée lors de l'asthme. L'étude a montré que l'aggravation de l'inflammation pulmonaire par l'allergie alimentaire est dépendante de l'expression d'un récepteur, CCR9 (qui permet la migration des cellules lymphocytaires vers l'intestin), par les lymphocytes T circulant.



Partenaires : cette étude a été menée par l'unité BIA et l'Institut du thorax
Publication associée : Castan L. et al. (2018). Food allergen-sensitized CCR9+ lymphocytes enhance airways allergic inflammation in mice. *Allergy*. 2018 Jan 9. Doi: 10.1111/all.13386.
Contact : Grégory Bouchaud, UPR BIA, gregory.bouchaud@inra.fr

► Traitement de la myopathie de Duchenne après la greffe

Maintien de l'efficacité des cellules souches MuStem malgré l'arrêt rapide des traitements anti-rejets chez le chien myopathe

La myopathie de Duchenne est une maladie génétique qui touche l'ensemble des muscles du corps. Une des stratégies envisagées consiste à utiliser des cellules souches capables de régénérer le muscle, que l'on prélève chez un donneur sain pour les injecter au malade. Cette démarche prometteuse est confrontée au problème du rejet de greffe. Pour y pallier, les patients sont contraints de prendre toute leur vie des traitements anti-rejets, qui s'accompagnent de multiples effets secondaires très délétères. Administrées chez le chien malade, les cellules MuStem permettent une amélioration de la motricité des chiens traités et une moindre détérioration des muscles. Cette étude démontre que ces effets restent observables, même après l'arrêt des traitements anti-rejets.
Partenaires : ce travail a été réalisé par l'UMR PANTher, en partenariat avec l'UMR 1089 à Nantes, l'UMR 6290 à Rennes, le centre de Boisbonne de Nantes et le laboratoire de Physiopathologie Animale et Pharmacologie Fonctionnelle à Nantes.



Publication associée : Lorant J. et al. (2018). Vascular Delivery of Allogeneic MuStem Cells in Dystrophic Dogs Requires Only Short-Term Immunosuppression to Avoid Host Immunity and Generate Clinical/Tissue Benefits. *Cell Transplant* ;27(7):1096-1110. Doi: 10.1177/0963689718776306.
Contact : Karl Rouger, UMR PANTHER, karl.rouger@inra.fr

► Méthodes statistiques pour le traitement des données de tri libre

Application à des données sur le chocolat

Dans le domaine agroalimentaire, l'évaluation sensorielle est une approche privilégiée pour mieux caractériser les produits dans une visée de développement de nouveaux produits, de contrôle de la qualité. Depuis quelques années, un recours à des méthodes alternatives, dites 'rapides' se développe, qui ne requièrent pas des juges entraînés. Parmi ces méthodes, l'épreuve de tri libre est facile à mettre en œuvre : il est demandé à chaque consommateur de regrouper les produits selon les ressemblances perçues. Chaque consommateur forme une partition des produits, qui « traduit » la perception du consommateur vis-à-vis de l'univers des produits d'un point de vue intégratif c'est-à-dire holistique. L'analyse statistique des données de tri libre s'effectue par la suite à partir de l'ensemble des partitions obtenues. L'originalité de notre approche consiste à proposer une démarche unifiée basée sur un même critère à optimiser pour construire les classes et les cartes factorielles, à la fois pour les consommateurs et pour les produits.



Publication associée : Cariou V. et al. (2018). Statistical treatment of free sorting data by means of correspondence and cluster analyses. *Food Quality and Preference*, 68, 1-11. Doi: 10.1016/j.foodqual.2018.01.011
Contact : Véronique Cariou, USC StatSC, veronique.cariou@oniris-nantes.fr

RÉSULTATS DE RECHERCHE

Axe 4 Economie des exploitations et des industries agroalimentaires ; politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement



50

RÉSULTATS DE RECHERCHE

76

Agents

2

Unités
(BIOEPAR et
SMART-LERECO)

Agriculteur

Économie

Politique publique

Environnement

Santé animale

Mécanisme économique

Agriculture

Agro-alimentaire

Stratégie industrielle

Exploitation agricole

Internationalisation

Risque

Industrie agro-alimentaire

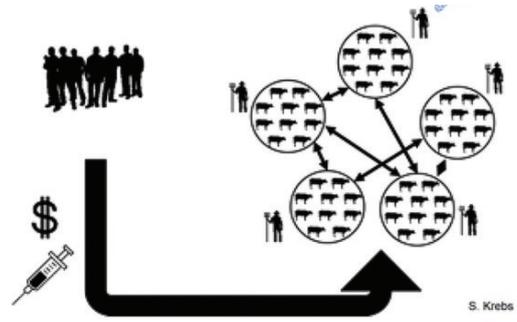
► Coordonner pour mieux maîtriser

Orienter les décisions individuelles de maîtrise de la santé animale améliore la situation sanitaire collective

Lutter contre les maladies animales infectieuses nécessite souvent une action coordonnée entre les gestionnaires. Pour les maladies non réglementées, chaque éleveur choisit de mettre en place ou non des mesures de maîtrise. Les décisions individuelles influencent non seulement la situation sanitaire de l'exploitation, mais aussi celle des exploitations en contact. Orienter les décisions individuelles permettrait d'améliorer la situation sanitaire collective.

Pour faciliter l'identification d'un système d'incitation qui s'adapte à la situation épidémiologique et minimise l'impact économique collectif, un modèle a été proposé qui détermine la politique d'incitation optimale. Il peut être appliqué à tout trouble de santé pour lequel une gestion collective est pertinente. Le plan d'action qui en découle fournit un outil pour les gestionnaires collectifs de la santé animale.

Partenaires : ces travaux s'inscrivent dans le projet Investissement d'Avenir ANR MIHMES, cofinancé par le FEDER Pays de la Loire, coordonné par l'unité BIOEPAR, en partenariat avec les unités CESAER et GREYC



Publication associée : Viet A. F. et al. (2018). A modelling framework based on MDP to coordinate farmers' disease control decisions at a regional scale. *PLoS One*, 13(6), e0197612. Doi: 10.1371/journal.pone.0197612

Contact : Pauline Ezanno, UMR BIOEPAR, pauline.ezanno@oniris-nantes.fr

► La grande distribution française - moteur d'exportations agro-alimentaires

Effet de la mondialisation dans ce secteur 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. La présence de la grande distribution sur des marchés étrangers stimule les exportations de son pays d'origine vers ces destinations.

Cette étude montre que ce sont les fournisseurs de la grande distribution qui bénéficient d'un effet d'entraînement de la grande distribution française internationalisée : ils bénéficient du réseau international de la grande distribution pour augmenter leur présence sur les marchés étrangers et le volume de leurs exportations. De même, lorsque tous les distributeurs français quittent un marché, les firmes certifiées réduisent leurs exportations vers cette destination.

Publication associée : Chepeta A. et al (2018). Exporting firms and retail internationalization: Evidence from France, *Journal of Economics and Management Strategy*, publié en ligne le 5 novembre 2018. Doi: 10.1111/jems.12294



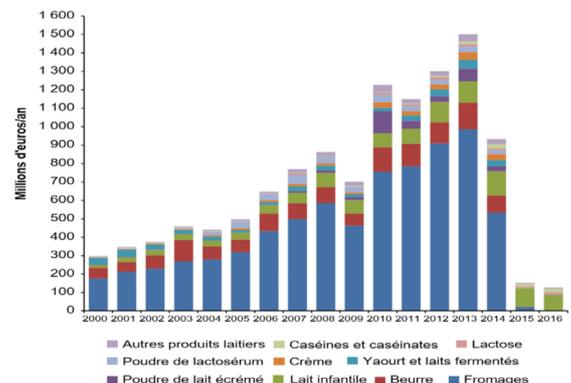
Contact : Karine Latouche, UMR SMART-LERECO, karine.latouche@inra.fr

► Les relations commerciales agroalimentaires de la Russie avec l'Union européenne

L'embargo russe et les productions animales

Depuis une quinzaine d'années, et moyennant une politique favorable à l'investissement en agriculture, la production agricole russe progresse rapidement, du moins dans certaines filières dont celles des céréales, de la viande de volailles et de la viande porcine. Ce développement de l'offre intérieure et la diversification des pays fournisseurs ont, avant même l'embargo appliqué depuis août 2014, entraîné une perte substantielle des exportations européennes vers la Russie. Cette publication traite des principales étapes de la politique agricole et commerciale russe, du développement des productions agricoles dans ce pays et des conditions de la mise en œuvre de l'embargo. Moyennant la valorisation des données statistiques des douanes sur la période 2000 à 2016, elle analyse ensuite l'évolution des courants d'échanges consécutive à l'embargo, en insistant surtout sur la relation bilatérale de la Russie avec l'UE pour quatre filières animales : le lait et les produits laitiers, la viande bovine, la viande de volailles et la viande porcine.

Publication associée : Chatellier V. et al (2018). Les relations commerciales agroalimentaires de la Russie avec l'UE, l'embargo russe et les productions animales. *INRA Productions Animales*



(vol 31 (2), 83-103) et *Working Paper SMART-LERECO* (n°18-06, 41 p.)

Contact : Vincent Chatellier, UMR SMART-LERECO, vincent.chatellier@inra.fr

GLOSSAIRE

52

GLOSSAIRE

ADAS : Association pour le Développement des Activités Sociales de l'Inra

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ALIMH : Département Inra Alimentation Humaine

ANR : Agence Nationale de la Recherche

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

APEX : Plateforme Cellule d'Expertise en Anatomie Pathologique

BAGAP : Biodiversité, Agroécologie et Aménagement du Paysage

BAP : Département Inra Biologie et Amélioration des Plantes

BIA : Biopolymères, Interactions, Assemblages

BIBS : Biopolymères, Biologie Structurale

BIOEPAR : Bio-agression, Épidémiologie et Analyse de Risques

BIOGEVES : Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Biochimie

CEPIA : Département Inra Caractérisation Élaboration des Produits Issus de l'Agriculture

CHSCT : Comité Hygiène Sécurité et Conditions de Travail

COMUE : Communauté d'Universités et d'Établissements

CFBP : Collection Française de Bactéries associées aux Plantes

CIRM : Centre International de Ressources Microbiennes

CPER : Contrat de Plan Etat Région

CRB : Centre de Ressources Biologiques

CRNH : Centre de Recherche en Nutrition Humaine

DAAT : Direction d'Appui aux Activités Techniques

DDRSE : Développement Durable et Responsabilité Sociétale des Entreprises

DevRH : Développement des Ressources Humaines

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture français

DHS : Distinction, Homogénéité, Stabilité

ED : École Doctorale

EA : Département Inra Environnement et Agronomie

EFSA : European Food Safety Authority

ERC : European Research Council

ESA : École Supérieure d'Agricultures

EUR : École Universitaire de Recherche

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

FFR : Fédération Française de la Rose

FNAMS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences

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

GIP : Groupement d'Intérêt Public

GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique

GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants

GRAPPE : Agroalimentaire sur les Produits et les Procédés

H2020 : Programme-cadre de recherche Horizon 2020 (2014-2020)

HCERES : Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur

HORTI : Horticole (unité Horticole)

IARC : International Agency for Research on Cancer (OMS)

IBISA : Infrastructures en Biologie Santé et Agronomie

IDEFI : Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes

IECM : Immunologie-Endocrinologie Cellulaire et Moléculaire

IGEPP : Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

IHU : Institut Hospitalo-Universitaire

IRHS : Institut de Recherche en Horticulture et Semences

IRT : Institut de Recherche Technologique

I-SITE : Initiatives-Science – Innovation – Territoires – Économie

ISTA : International Seed Testing Association

JECFA : Expert Committee on Food Additives (comité mixte FAO/OMS)

LabCom : Laboratoires communs organismes de recherche publics – PME / ETI

LABERCA : Laboratoire d'Étude des Résidus et Contaminants dans les Aliments

LABEX : Laboratoires d'Excellence

LEVA : Légumineuses, Écophysiologie Végétale, Agroécologie

LERIA : Laboratoire d'Étude et de Recherche en Informatique d'Angers

LIA : Laboratoire International Associé

LIT : Laboratoire d'Innovation Territoriale

- LNR** : Laboratoire National de Référence
- MICA** : Département Inra Microbiologie et Chaîne alimentaire
- NEXT** : I-Site Nantes Excellence Trajectory
- OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Économiques
- OCVV** : Office Communautaire des Variétés Végétales
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- PAC** : Politique Agricole Commune
- PANTHER** : Physiopathologie animale et Biothérapie du Muscle et du Système Nerveux
- PFCA** : Plateforme de chimie analytique
- PHAN** : Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles
- PIA** : Programme d'Investissement d'Avenir
- PRI** : Plateforme Régionale d'Innovation
- PSDR** : Programme Pour et Sur le Développement Régional
- RARE** : Ressources Agronomiques pour la Recherche
- RFI** : Programme régional Recherche Formation Innovation
- RH** : Ressources Humaines
- RHU** : Recherche Hospitalo-Universitaire en santé
- RMT** : Réseau Mixte Technologique
- SA** : Département Inra Santé Animale
- SAAPL** : GIS "Systèmes Agro-Alimentaires en Pays de la Loire"
- SAD** : Département Inra Sciences pour l'Action et le Développement
- SDAR** : Services Déconcentrés d'Appui à la Recherche
- SECALIM** : Sécurité des Aliments et Microbiologie
- SEV** : Secteur d'Études des Variétés
- SFR** : Structure Fédérative de Recherche (SFR IBSM : Ingénierie des Biopolymères pour la Structuration des Matrices et des Matériaux ; SFR QUASAV : Qualité et Santé du Végétal)
- SIFCIR** : Signalisation Fonctionnelle Canaux Ioniques et Récepteurs
- SMART-LERECO** : Structures et marchés agricoles, ressources et territoires / Laboratoire d'études et de recherche en économie
- SNES** : Station Nationale d'Essais de Semences
- SPE** : Département Inra Santé des Plantes et Environnement
- STAT SC** : Statistique, Sensométrie et Chimométrie
- UBL** : Université Bretagne Loire
- UE** : Unité Expérimentale
- UMR** : Unité Mixte de Recherche
- UMT** : Unité Mixte Technologique
- UPOV** : Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales
- UPR** : Unité Propre de Recherche
- USC** : Unité Sous Contrat
- VATE** : Valeur Agronomique technologique et environnementale

Inra en Pays de la Loire

la Une

la nouvelle feuille de route pour 2018-2022 avec le nouveau schéma de centre pour l'INRA Pays de la Loire : la nouvelle plaquette de centre présente les activités scientifiques principales de ses 16 unités, déclinées au travers des 4 nouveaux thèmes du centre >>>

la sélection d'informations sur les activités du centre Inra avec ses p

La lettre de centre "Inra en Pays de la Loire"

La lettre électronique mensuelle a pour objectif de relayer une sélection d'informations sur les activités du centre Inra avec ses partenaires auprès de la communauté de travail, des professionnels, de la presse et du grand public : résultats de recherche et d'innovation, nouveaux projets de recherche, vie des projets, événements du centre, actualité des doctorants, offres d'emploi et de stages...

Cette lettre reprend une sélection d'articles mis en ligne sur le site internet de centre mais aussi sur celui du site institutionnel de l'Inra.

Avec **10** numéros par an, la lettre a ainsi permis de valoriser en 2018

- **46** résultats de recherche et d'innovation,
- **21** nouveaux projets de recherche,
- **67** événements en région,
- **11** soutenances de thèse,
- **30** offres d'emploi et de stages,

auprès d'environ **2 300** destinataires mensuels.



Directrice de la publication : Emmanuelle Chevassus-Lozza, Présidente du centre Inra Pays de la Loire
Conception : Service communication centre Inra Pays de la Loire
Crédits photos Inra - Couverture : N. Mansion, Inra - Date de publication : Septembre 2019



INRA
SCIENCE & IMPACT

- 42 rue G. Morel
49071 Beaucazéd Cedex
- 3 Impasse Y. Cauchois
44316 Nantes Cedex 3

Tél. Angers : + 33 2 41 22 56 00
Tél. Nantes : + 33 2 40 67 50 00
Mel : inra-pays-de-la-loire@inra.fr
www.angers-nantes.inra.fr

