



- AGRICULTURE / ALIMENTATION / ENVIRONNEMENT -

EDITO

Partenariat économique, transfert et innovation

Chiffres clés 2010



Nous publions chaque année depuis 2004 une série d'indicateurs chiffrés qui permettent tant aux responsables de notre Institut qu'à nos partenaires de suivre l'évolution de nos relations avec le secteur privé.

L'année 2010 aura été une très bonne année, en particulier pour tout ce qui concerne la valorisation des résultats de nos recherches.

L'activité inventive est au plus haut, le nombre de licences négociées avec les entreprises n'a jamais été aussi élevé et les recettes sont en forte croissance. Ces résultats sont d'autant plus remarquables que l'évolution est nette : en 2010, l'Inra a déposé deux fois plus de brevets qu'il ne le faisait habituellement chaque année depuis le début des années 2000. C'est le résultat de la politique volontariste souhaitée par la Direction générale depuis quelques années.

L'implication des acteurs économiques (Entreprises, Instituts techniques, Pôles de compétitivité) dans les différents projets montés par l'Institut est une préoccupation constante, comme en témoigne le nombre et la diversité des partenaires impliqués dans le GIS "Biotechnologies vertes". Nous sommes convaincus que c'est en associant très tôt les partenaires dans le processus de recherche qu'on assure le mieux la diffusion des connaissances produites.

Gérard Jacquin

Directeur de la Valorisation

> Téléchargez la plaquette "[Partenariat économique, transfert et innovation. Chiffres clés 2010](#)".

LABORATOIRES - RESULTATS DE RECHERCHE

"Kilomètres alimentaires" : précautions d'usage pour un concept séduisant



Les aliments que nous consommons parcourent de très nombreux kilomètres avant d'arriver dans nos assiettes. Récemment, sous l'impulsion d'initiatives locales et dans un souci de

consommer « responsable », de nouvelles formes de contractualisation sont apparues, à l'instar, en France, des Associations pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne (AMAP), pour tendre vers plus de proximité avec le producteur. La notion de « kilomètres alimentaires » apparue dans ce contexte soulève toutefois des questionnements. Les UMR LAMETA et MOISA de l'Inra de Montpellier ont cherché à faire le point sur ce concept et à lever l'ambiguïté de son usage.

[Le chauffage du lait semble favoriser le développement de l'allergie](#)

ACTUALITES

Projets européens

- [PURE](#) : Réduire l'usage des pesticides par la protection intégrée



Le projet européen PURE, vise à satisfaire la demande alimentaire en préservant les ressources environnementales. L'agriculture doit augmenter la quantité et la qualité des produits récoltés tout en réduisant son empreinte écologique. Coordonné par l'Inra, ce projet associe quatorze instituts de recherche ou universités européens, deux organisations de développement agricole, cinq industries et un organisme de conseil et de gestion de projet.

Colloques

- [Congrès Eucarpia sur les légumes à feuilles](#), 24-26 août 2011, Villeneuve d'Ascq
- [XXe Symposium européen sur la qualité des viandes de volailles](#), 4-8 septembre 2011, Leipzig, Allemagne
- [Inra Université d'Eté de Nutrition](#), 21 au 23 septembre 2011, Clermont-Ferrand
- [VIIIe Symposium sur le fromage](#), 28-29 septembre 2011, Moorepark (Irlande)
- [VIIIe Conférence sur la Biologie et les produits des champignons](#), 4-7 octobre 2011, Arcachon

Ouvrages-rapports-CD-rom

chez les nourrissons



La résistance des protéines alimentaires à la digestion est à la base des phénomènes d'allergies alimentaires. Les travaux des chercheurs du laboratoire "Science et Technologie

du lait et de l'œuf" de l'Inra de Rennes, mettent en cause l'effet des traitements thermiques trop intenses, sur l'augmentation de la résistance à la digestion de certaines protéines laitières, les caséines, chez le nourrisson. Des résultats susceptibles d'expliquer la recrudescence des cas d'allergie au lait.

Comprendre le goût salé en bouche : entre défi scientifique et enjeu sanitaire



Réduire la teneur en sel des aliments est un enjeu majeur de santé publique. Des chercheurs de l'Inra, en collaboration avec leurs collègues d'AgroParisTech, ont mis en évidence

l'importance de la composition, de la structure et de la texture de produits fromagers modèles dans la libération du sel en bouche en lien avec la perception salée. Ils ont modélisé ce processus. Leurs résultats constituent une avancée majeure vers la formulation de produits à teneur réduite en sel.

Collecto, un outil pour simuler la production d'huile de tournesol à l'échelle d'un bassin de collecte



L'Unité Mixte Technologique (UMT) Tournesol qui associe le CETIOM l'Inra et l'INP-ENSAT, a mis au point Collecto, un outil qui simule le rendement et la teneur en huile des graines de tournesol dans un bassin de collecte.

De nouveaux porte-greffes d'agrumes tolérants au stress salin



Dans le pourtour méditerranéen comme dans beaucoup de parties du monde, la production et la qualité des fruits sont fortement dépendantes de la tolérance des arbres à la salinité.

L'agrumiculture mondiale se développe sur des aires géographiques où les problèmes causés par la salinité des sols deviennent de plus en plus importants. La compréhension des mécanismes associés à la tolérance au sel est la voie de recherche retenue par les équipes Cirad (TGU AGAP, équipe "Amélioration des Plantes à Multiplication Végétative") et Inra (Unité "Génétique et écophysologie de la qualité des agrumes" de San Giuliano). Ce travail, mené dans le cadre d'une thèse de l'Université de Corse, débouche sur des perspectives novatrices pour générer de nouveaux porte-greffes d'intérêt agronomique

Des bio- plastiques d'origine 100 % végétale pour l'automobile



Recourir aux matériaux verts pour réduire sa dépendance au pétrole, telle est la stratégie adoptée par l'équipementier automobile FAURECIA depuis déjà plusieurs années. Avec le

projet de recherche BIOMAT associant l'industriel à l'Inra et à 4 autres partenaires, un pas supplémentaire vient d'être franchi dans la mise au point d'un matériau composite à base de fibres végétales, aux propriétés équivalentes à celles d'un plastique classique. Des applications attendues sur le marché dès 2012...

Aliments pour la truite : vers des formulations enrichies en produits végétaux

• Les pucerons des grandes cultures.

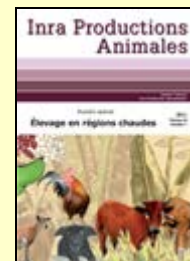


• Partenariat économique, transfert et innovation. Chiffres Clés 2010.



• Inra Productions Animales.

Dossier : "Elevage en régions chaudes". 2011, Vol. 24, n°1



• Inra Magazine n° 17 Juillet 2011.

Dossier : La forêt française face au changement climatique



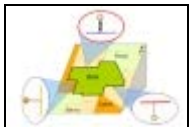
• Evaluation des pertes dans les cultures dues au déficit de pollinisation par la faune.



Afin de permettre une plus grande utilisation de matières premières végétales et ainsi remplacer les farines de poissons dans l'alimentation des truites d'élevage, les chercheurs de l'Unité

Nutrition, Métabolisme et Aquaculture (UR1067 NuMÉA, anciennement Unité Nutrition Aquaculture et Génomique - NuAGe) ont étudié le métabolisme énergétique de la truite. Ils ont montré qu'in vitro, les acides aminés modifient l'expression de gènes hépatiques du métabolisme intermédiaire. Cette étude réalisée dans le cadre du projet européen AQUAMAX et du projet ANR Jeune Chercheur CHAAINS, ouvre de nouvelles perspectives dans la formulation d'aliments pour les truites.

[CARTOLIS : un outil innovant de cartographie des lisières forestières](#)



Les lisières forestières sont des éléments paysagers essentiels en milieu rural. Elles participent à des processus écologiques importants (biodiversité structurale, rétention

d'eau, nidification, ressources alimentaires pour la faune...) et s'intègrent en tant que continuum biologique dans les trames vertes en jonction de territoires. Outre leurs enjeux pour la gestion et la conservation de la biodiversité, elles assurent également un rôle social, esthétique et récréatif. La préservation et la gestion des lisières forestières nécessitent que les acteurs du territoire disposent au préalable d'outils pour les identifier et les cartographier, afin de les inscrire comme éléments tangibles dans leur plan d'aménagement et de gestion. L'unité mixte de recherche Inra DYNAFOR de Toulouse propose de développer un nouvel outil cartographique CARTOLIS qui permette justement l'identification et la caractérisation des segments de lisières.

[De nouvelles connaissances et outils pour lutter contre l'anémie infectieuse du saumon](#)



L'anémie infectieuse du saumon (ISA) est une pathologie hautement contagieuse qui a déjà mis à mal l'industrie du saumon d'élevage dans de nombreux pays. Les chercheurs de l'unité

Virologie et Immunologie Moléculaire (VIM) se sont attachés à compléter le séquençage du génome du virus responsable de cette maladie et à produire des outils de diagnostic (anticorps monoclonaux). Leurs travaux permettent d'envisager le développement de nouvelles stratégies vaccinales.

OFFRE

Recherche de partenaires

[Équipement unique au monde :](#)

Un laboratoire intégré à la forêt pour mesurer l'impact des changements climatiques sur l'écosystème forestier



Les chercheurs de l'unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers de l'Inra de Nancy ont conçu un équipement exceptionnel au niveau mondial - EQUIFOR - pour déterminer l'impact

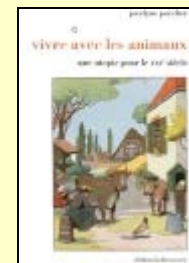
des changements futurs sur l'écosystème forestier, tels que le climat et l'intensification de la récolte des petits bois alimentant la filière bioénergie. A présent, les scientifiques recherchent des partenaires, organismes interprofessionnels et / ou industriels, susceptibles d'être intéressés par ce projet d'équipement d'Excellence.



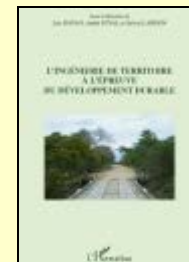
• [Biotechnologies végétales : environnement, alimentation, santé.](#)



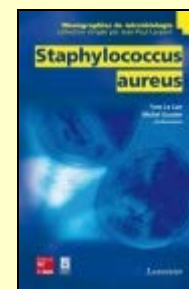
• [Vivre avec les animaux.](#)



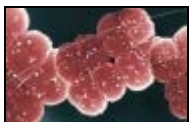
• [L'ingénierie de territoire à l'épreuve du développement durable.](#)



• [Staphylococcus aureus.](#)



Succès pour la première étape-clef du projet Deinol



L'entreprise Deinove, chef de file du projet Deinol, et ses partenaires dont le LISBP (INSA Toulouse/CNRS/Inra) ont validé avec Oseo la première étape-clef du projet qui vise la mise au

point d'un procédé de production d'éthanol de deuxième génération par les bactéries Dénocoques d'ici 2014. Une souche de Dénocoque a ainsi pu être sélectionnée pour entrer dans le procédé. Le projet Deinol est soutenu par OSEO dans le cadre de son Programme Innovation Stratégique Industrielle, à hauteur de 8,9 millions d'euros sur un total de 21,4 millions d'investissements.

Contact LISBP : [Carole Molina-Jouve](#)

[En savoir plus](#)

Les "plantes à traire" récompensées par un trophée du transfert de technologies



Le Laboratoire Agronomie et Environnement, LAE, (Inra, INPL-Ensaia) de Nancy a été distingué le 6 juin 2011 par CURIE, réseau de valorisation de la recherche publique, pour avoir été à l'origine de

l'une des "dix plus belles histoires de transfert de technologies". Ce trophée distingue une belle réussite, née d'une innovation du LAE : "traire les plantes" pour en extraire des molécules végétales pour la pharmacie ou la cosmétique. Cette technologie brevetée par l'Inra et l'INPL au niveau mondial a conduit, en 2005, à la création d'une entreprise, Plant Advanced Technologies SA, qui est aujourd'hui chef de file d'une filière industrielle de conception et production de principes actifs en Lorraine.

[En savoir plus](#)

Kéfruit revisite de façon innovante une boisson traditionnelle



Nicolas Gallard, porteur du projet de création de l'entreprise Kéfruit a entamé une collaboration d'un an avec l'Unité expérimentale de Pech Rouge. La start-up ambitionne de produire

industriellement une nouvelle boisson rafraîchissante sans alcool à partir de kéfir de fruits (boisson traditionnelle aux origines tibétaine et caucasienne, issue de la fermentation d'un cocktail complexe de bactéries et de levures sur un substrat d'eau, de sucre et de fruits entiers biologiques). La collaboration avec l'Inra vise à optimiser les conditions de fermentation pour obtenir un produit répondant à un cahier des charges précis, puis à assurer la stabilisation du produit en post embouteillage tout en conservant ses effets organoleptiques et probiotiques.

Contact Inra UE Pech Rouge : [Jean-Michel Salmon](#)

Contact Kéfruit : [Nicolas Gallard](#)

[En savoir plus](#)

Processionnaire du pin : un nouveau piège modèle déposé Inra – firme Protecta



L'unité expérimentale Entomologie et Forêt Méditerranéenne (UEFM) a conçu en partenariat avec la firme Protecta du Thor (84) un piège à phéromone utilisable pour la régulation des

populations de processionnaire du pin. Le prototype a été comparé avec les principaux modèles de pièges commercialisés dans la lutte contre cet insecte lors d'une expérimentation effectuée en été 2010. Les résultats en terme de piégeage ont été très élevés pour ce

nouveau piège par rapport aux 8 autres modèles mis en comparaison dans un dispositif expérimental avec 10 répétitions. La marque Procerex et le modèle, propriétés de l'Inra et de la firme Protecta ont été déposés et enregistrés sous le N° DM/075 698. Ce piège performant est disponible depuis le 1 mai sur le marché en France comme en Espagne.

Lors de l'expérimentation 2010, l'UEFM a aussi mis en évidence le fort pouvoir attractif de la phéromone Procerex fournie par la même firme. L'association pièges et phéromone Procerex devrait améliorer significativement l'efficacité du piégeage de masse comme stratégie alternative de régulation de la processionnaire du pin. Les premières expérimentations seront conduites en été 2011 sur le Mont Ventoux.

Contact Inra : [Jean-Claude Martin](#)

[En savoir plus](#)

ET AUSSI...

[Améliorer le blé pour la sécurité alimentaire mondiale](#)



Dans la perspective de contribuer à la sécurité alimentaire mondiale, une initiative internationale de coordination des recherches pour l'amélioration du blé (IRIWI, International Research Initiative for

Wheat Improvement), soutenue par des organismes de recherche et des agences de financement d'une dizaine de pays, a été adoptée par les ministres de l'agriculture du G20. L'Inra, avec le BBSCR (Biotechnology and Biological Sciences Research Council, Grande-Bretagne) et le Centre International pour l'Amélioration du Maïs et du Blé (CIMMYT) basé au Mexique, s'est engagé à contribuer aux activités de coordination de l'IRIWI durant les quatre premières années du projet.

[Lancement de « Biotechnologies Vertes » : au service des plantes de demain](#)



Les plantes de demain devront répondre aux besoins d'une agriculture productive et écologique, pour l'alimentation humaine et animale, et les nouvelles filières du carbone renouvelable. Le

groupement d'intérêt scientifique (GIS) « Biotechnologies Vertes » a ainsi pour but de créer les technologies et compétences, et de produire les connaissances nécessaires pour le développement de variétés innovantes. Il s'appuie sur un très large partenariat public-privé*, réunissant organismes de recherche, sociétés semencières, représentants de filières, instituts techniques et pôles de compétitivité. Le GIS « Biotechnologies Vertes » a tenu le 29 juin 2011 sa première réunion et a élu comme président François Houllier, Directeur général délégué sciences de l'Inra et comme vice-président, Pierre Pagesse, Président du groupe Limagrain.

Service d'information pour les entreprises



Des questions ? Des attentes ? Des volontés de partenariat ?...

Contactez-moi à l'adresse :
info-entreprise@rennes.inra.fr

Service personnalisé et confidentiel.

Jacques Le Rouzic

Inra / Délégation au Partenariat avec les Entreprises

Vous êtes abonné(e) à : **Agriculture / Alimentation / Environnement**

Vous [désabonner](#) - [Consulter](#) les archives des lettres



Cette lettre est réalisée par la Délégation aux Partenariats avec les Entreprises de l'Inra :
Inra/DPE - 4, rue de Stang Vihan - 29000 Quimper - Tél. : 02 98 95 60 28
Pour toute information, adressez un message à : contact.DPE@rennes.inra.fr

Directeur de publication : Jean-François Quillien
Responsable de rédaction : Anne Perraut

Comité éditorial :

- *Darese (Direction de l'Action Régionale, de l'Enseignement Supérieur et de l'Europe)* : Emmanuelle Klein
- *Départements scientifiques* : Isabelle Maillat, Jean-Marc Pérez
- *DPE (Délégation au Partenariat avec les Entreprises)* : Patricia Le Crenn-Brulon, Jacques Le Rouzic, Anne Perraut, Jean-François Quillien
- *Filiale Agri Obtentions* : Justine Huttepain
- *Filiale Inra Transfert* : Réjane Le Tinevez
- *Codir (Collège de Direction)* : Sylvie Colleu
- *Micom (Mission communication)* : Antoine Besse
- *UCPI (Unité Contrats et Propriété Intellectuelle)* : Nathalie Morcrette
- *MPCA (Mission de Coordination des Actions avec les Partenaires Agricoles)* : Martine Georget

Conception graphique : Arnaud Ridet

Photos non libres de droit. Copyright Inra (sauf exception)

Certains articles renvoient à des sites extérieurs dont nous ne pouvons pas garantir le fonctionnement à moyen ou à long terme.

Copyright © 2005 – Inra – [mentions légales](#)

« Kilomètres alimentaires » : précautions d'usage pour un concept séduisant



©Inra-M.Meuret

Les aliments que nous consommons parcourent de très nombreux kilomètres avant d'arriver dans nos assiettes. Récemment, sous l'impulsion d'initiatives locales et dans un souci de consommer "responsable", de nouvelles formes de contractualisation sont apparues, à l'instar, en France, des Associations pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne (AMAP), pour tendre vers plus de proximité avec le producteur. La notion de "kilomètres alimentaires" apparue dans ce contexte soulève toutefois des questionnements. Les UMR LAMETA et MOISA de l'Inra de Montpellier ont cherché à faire le point sur ce concept et à lever l'ambiguïté de son usage.

Le mode d'organisation des filières agro-alimentaires a largement contribué à éloigner le producteur du consommateur, générant le transport des denrées sur des distances de plus en plus importantes. Dès lors que les préoccupations environnementales se sont inscrites dans les débats, l'efficacité de notre façon de consommer a été revisitée à l'aune des taux de CO₂ émis par kilomètre parcouru. Réduire la distance séparant le producteur du consommateur s'avérerait bénéfique en terme environnemental. De prime abord séduisant, le concept de kilomètre alimentaire masque toutefois des enjeux économiques, sociaux et environnementaux. Vaut-il mieux consommer un produit obtenu localement sous serres ou un autre, conduit en plein champ depuis un lieu de production plus éloigné ? Des études menées sur les produits biologiques tendraient à montrer que les effets environnementaux bénéfiques du mode de production pourraient être annulés par des impacts environnementaux liés à leur transport.

D'un point de vue scientifique, il est donc important de mettre au point une méthode standardisée de calcul qui fasse consensus. Plusieurs sont en voie d'exploration tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie du produit, depuis l'approvisionnement en matières premières jusqu'à l'élimination des déchets par les consommateurs. La réflexion doit aller au-delà de la seule prise en compte du mode de transport et intégrer dans son évaluation d'autres critères de durabilité parmi lesquels l'utilisation des sols, la consommation d'eau et d'énergie.

Si, pour le moment, le concept soulève quelques ambiguïtés d'usage, il sert toutefois à comparer les filières de production entre elles et est censé guider le consommateur dans ses achats, voire modifier ses préférences. Quelques distributeurs (Tesco au Royaume-Uni, Casino en France) ont fait des "kilomètres alimentaires" un argument marketing pour promouvoir leurs produits. Repérés comme pionniers de la démarche, si une norme en la matière venait à s'imposer, ils bénéficieraient dès lors d'un avantage concurrentiel en tant que référent. Pour le moment, ces deux groupes ont le soutien des pouvoirs publics sensibles aux arguments de la relocalisation des activités.

La façon dont le consommateur perçoit et tient compte de ce nouvel argumentaire marketing est délicate à évaluer. En effet, sur quel critère le consommateur fonde-t-il son arbitrage entre l'achat de pêches espagnoles acheminées en France par camion et celui de bananes en provenance des Caraïbes par bateau ? Ces choix établis à partir des présumées retombées environnementales ne doivent pas occulter les dimensions sociales : faut-il privilégier les activités économiques locales au nom de la consolidation d'un tissu social ou privilégier le développement économique de petits producteurs dans des pays en développement ? Au nom du bénéfice environnemental ne tend-on pas à ériger un protectionnisme déguisé ou à évincer des concurrents ? Enfin, précisent les auteurs de l'étude, cette notion de kilomètre alimentaire peut difficilement s'appliquer dès lors que les produits ne sont pas substituables entre eux. Ainsi, l'empreinte carbone de la consommation du café éthiopien ne peut pas être évaluée sur la même base que celle de la consommation d'un légume qui peut être produit en France.

Ces limites et précautions d'usage posées démontrent que la notion de kilomètres alimentaires recouvre une complexité d'enjeux que le consommateur ne perçoit pas forcément ou seulement au prix d'un investissement cognitif considérable.

Contacts :

Gilles GROLLEAU
Montpellier SupAgro - Inra
UMR 1135 Laboratoire Montpellierain d'Economie Théorique et Appliquée (LAMETA)
Tél : 04 99 61 28 81
grolleau@supagro.inra.fr

Lucie SIRIEIX
Montpellier SupAgro - Inra
UMR 1110 Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs (MOISA)
Tél : 04 99 61 27 19
sirieix@supagro.inra.fr

2, place Pierre Viala
34060 Montpellier Cedex 1

Sources :

Les "kilomètres alimentaires" : de la compréhension du complexe à la complexité de la réalité, *Revue d'Economie Régionale & Urbaine*, 2010 – N°5 – pp.899-911.

Le chauffage du lait semble favoriser le développement de l'allergie chez les nourrissons



©Inra-Ch.Maître

La résistance des protéines alimentaires à la digestion est à la base des phénomènes d'allergie alimentaires. Les travaux des chercheurs du laboratoire « Science et Technologie du lait et de l'œuf » de l'Inra de Rennes, mettent en cause l'effet des traitements thermiques trop intenses, sur l'augmentation de la résistance à la digestion de certaines protéines lactières, les caséines, chez le nourrisson. Des résultats susceptibles d'expliquer la recrudescence des cas d'allergie au lait.

Les caséines, des allergènes majeurs pour l'enfant

L'allergie au lait touche principalement le jeune enfant suite à ses premiers contacts avec des protéines non humaines. Il s'agit de la troisième allergie alimentaire chez l'enfant, derrière l'œuf et l'arachide ; elle est responsable de 8 % des allergies alimentaires de l'enfant de moins de 15 ans. Les enfants sont majoritairement allergiques aux caséines. Ces protéines peu structurées et de ce fait très sensibles à l'action des enzymes, devraient être totalement dégradées au cours de la digestion et incapables d'induire une réaction de type allergique. La recrudescence des cas d'allergie au lait, et précisément aux caséines paraît donc bien surprenante.

L'intensité des traitements thermiques dans le collimateur

L'hypothèse avancée par les scientifiques pour expliquer la résistance des caséines à la digestion incrimine l'intensité des traitements thermiques appliqués aux laits infantiles lors de la fabrication. Le chauffage du lait conduirait à la formation d'agrégats protéiques dont la résistance à la digestion serait supérieure à celle des protéines natives dont ils sont issus.

Un modèle *in vitro* de digestion du nourrisson pour vérifier l'hypothèse

Les scientifiques de l'Inra ont conçu des poudres de laits modèles (sans matière grasse) qui ont subi des traitements thermiques de différentes intensités. Ces poudres réhydratées ont ensuite été soumises à un modèle de digestion *in vitro* mimant les conditions physiologiques du tube digestif du nouveau-né (estomac et duodénum). L'analyse des produits de digestion des caséines a clairement mis en évidence l'augmentation de la résistance des caséines à la digestion dans les poudres soumises aux traitements thermiques les plus intenses. Ces résultats obtenus sur des matrices modèles dépourvues de matière grasse ont été confirmés sur des aliments plus complexes comme des laits liquides et des yaourts.

Les zones spécifiques de résistance à la digestion identifiées

Les traitements thermiques augmentent globalement la résistance à la digestion de tous les domaines des caséines. Toutefois, ce sont surtout les domaines hydrophobes, moins accessibles aux enzymes digestives, et ceux porteurs de modifications post-traductionnelles (glycosylation, phosphorylations) qui résistent le plus au tractus gastro-intestinal, d'après les travaux conduits par les chercheurs.

Contacts Inra :

Didier Dupont – didier.dupont@rennes.inra.fr
Rachel Boutrou – rachel.boutrou@rennes.inra.fr

UMR Science et Technologie du Lait et de l'œuf,
INRA – Agrocampus Ouest
65, rue de Saint-Brieuc
35 042 RENNES Cedex

Plus d'informations :

- Dupont D., Mandalari G., Molle D., Jardin J., Rolet-Répécaud O., Duboz G., Léonil J., Mills E.N.C. and Mackie A.R. 2010. Food processing increases casein resistance to simulated infant digestion. *Mol. Nutr. Food Res.*, 54, 1677-1689.
- Dupont D., Boutrou R., Menard O., Jardin J., Tanguy G., Schuck P., Haab B.B. and Leonil J. 2010. Heat treatment of milk during powder manufacture increases casein resistance to simulated infant digestion. *Food Dig.* 1, 28-39.
- R. Boutrou, E. Coirre, J. Jardin, J.Léonil. 2010. Phosphorylation and coordination link of mineral inhibit the hydrolysis of the
- casein (1-25) peptide by intestinal brush-border membrane enzymes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 58 (13): 7955-7961.
- R. Boutrou, J. Jardin, A. Blais, D. Tomé and J. Léonil. 2008. Glycosylations of κ -casein-derived caseinomacropeptide reduce its accessibility to endo- but not exo- intestinal brush border membrane peptidases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 56: 8166-8173.

PURE : Réduire l'usage des pesticides par la protection intégrée



Pour satisfaire la demande alimentaire et préserver les ressources environnementales, l'agriculture doit augmenter la quantité et la qualité des produits récoltés tout en réduisant son empreinte écologique. Dans ce contexte est lancé pour quatre ans le projet européen « PURE », pour

Réduction des usages et des risques liés aux pesticides par la protection intégrée dans les systèmes agricoles européens. Ce nouveau projet*, coordonné par l'Inra, associe quatorze instituts de recherche ou universités européens, deux organisations de développement agricole, cinq industries et un organisme de conseil et de gestion de projet. Il facilitera l'adoption de solutions de protection intégrée innovantes.

Assurer la durabilité et la compétitivité des systèmes agricoles en réduisant l'usage des pesticides apparaît comme un défi majeur. PURE s'attache à fournir des solutions de protection intégrée des cultures et une boîte à outils pour leur mise en œuvre dans des systèmes de production majeurs en Europe (cultures annuelles, légumes de plein champ, cultures pérennes et cultures protégées) dans lesquels une réduction de l'usage des pesticides et un meilleur contrôle des bioagresseurs auront un impact notable.

Pour chacun des six systèmes de production sélectionnés** et en tenant compte de la diversité des contextes biologiques, agronomiques et économiques de l'Europe, PURE combinera des méthodes existantes avec de nouveaux outils au sein de solutions de protection intégrée originales. Les solutions iront de combinaisons simples de méthodes de contrôle tactiques à des solutions plus ambitieuses impliquant des changements stratégiques. Avec la participation d'industriels, PURE s'appuiera sur les progrès récents de plusieurs disciplines afin d'alimenter les solutions de protection intégrée des cultures avec des systèmes innovants de diagnostic, d'aide à la décision ou de contrôle, avec des bio-produits, avec des stratégies visant une régulation écologique et la durabilité des méthodes de contrôle.

PURE testera l'efficacité, la praticabilité et la pertinence de solutions dans les conditions des principales régions européennes par des expérimentations en station et en ferme et assurera une évaluation comparative de leur durabilité environnementale, économique et sociale.

En associant dans les phases de conception et d'évaluation des chercheurs et des acteurs de la protection des cultures (agriculteurs, conseillers, acteurs de la politique agricole et des filières), PURE facilitera l'adoption de ces solutions innovantes. PURE contribuera ainsi à réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement engendrés par l'usage et la dépendance aux pesticides, et facilitera la mise en œuvre de la législation sur les pesticides.

*PURE est lancé à la suite du réseau Endure, qui a travaillé pendant quatre ans à explorer les possibilités d'améliorer les méthodes de lutte contre les ennemis des cultures et de rendre les systèmes agricoles moins dépendants de l'usage des pesticides. Les résultats des travaux ont été présentés aux acteurs de la protection des cultures en Europe lors d'une Conférence internationale à Paris en novembre 2010.

** rotations à base de blé, rotations à base de maïs, cultures légumières de plein champ, fruits à pépin, vigne, cultures de tomates protégées.

Contacts :

Françoise LESCOURRET
Coordonnatrice du projet PURE
tel. : 04 32 72 24 53
francoise.lescourret@avignon.inra.fr
Unité de recherche Plantes et Systèmes de Culture Horticoles
Centre Inra PACA

Comprendre le goût salé en bouche : entre défi scientifique et enjeu sanitaire



Réduire la teneur en sel des aliments est un enjeu majeur de santé publique. Des chercheurs de l'Inra, en collaboration avec leurs collègues d'AgroParisTech, ont mis en évidence l'importance de la composition, de la structure et de la texture de produits fromagers modèles dans la libération du sel en bouche en lien avec la perception salée. Ils ont modélisé ce processus. Leurs résultats constituent une avancée majeure vers la formulation de produits à teneur réduite en sel.

En agroalimentaire, le sel ou chlorure de sodium, est un ingrédient clé, largement impliqué dans la structuration des produits et garant d'une sécurité microbiologique satisfaisante. Il joue également un rôle fondamental dans la qualité organoleptique des aliments. Mais consommé de façon excessive, le sel agit comme facteur de développement des maladies cardiovasculaires. C'est pourquoi les autorités sanitaires, comme l'Organisation mondiale de la Santé, militent pour une réduction de sa teneur dans les aliments de manière à atteindre la recommandation nutritionnelle fixée aujourd'hui à 5 g/jour soit deux à trois fois moins que la consommation quotidienne moyenne actuelle de certains pays développés dont la France. Réduire la teneur en sel des aliments sans en altérer les propriétés organoleptiques et technologiques est à ce jour un enjeu majeur pour le secteur de l'agroalimentaire et un défi pour la recherche, car les questions scientifiques sous-jacentes sont complexes.



Les scientifiques ont cherché à comprendre les mécanismes à l'origine de la libération et de la perception du sel en bouche. Des méthodes sensorielles et instrumentales ont d'abord permis de mettre en évidence l'influence de la composition, de la structure et de la texture de produits laitiers gélifiés modèles sur le transfert du sel du produit vers la salive, puis sur la perception salée. Pour cela, les chercheurs ont fait appel à un panel

d'individus entraînés à la dégustation pour évaluer le goût salé et la perception de texture des produits. Des prélèvements de salive ont été effectués sur ces sujets pour mesurer la teneur en sel au cours de la consommation des produits.

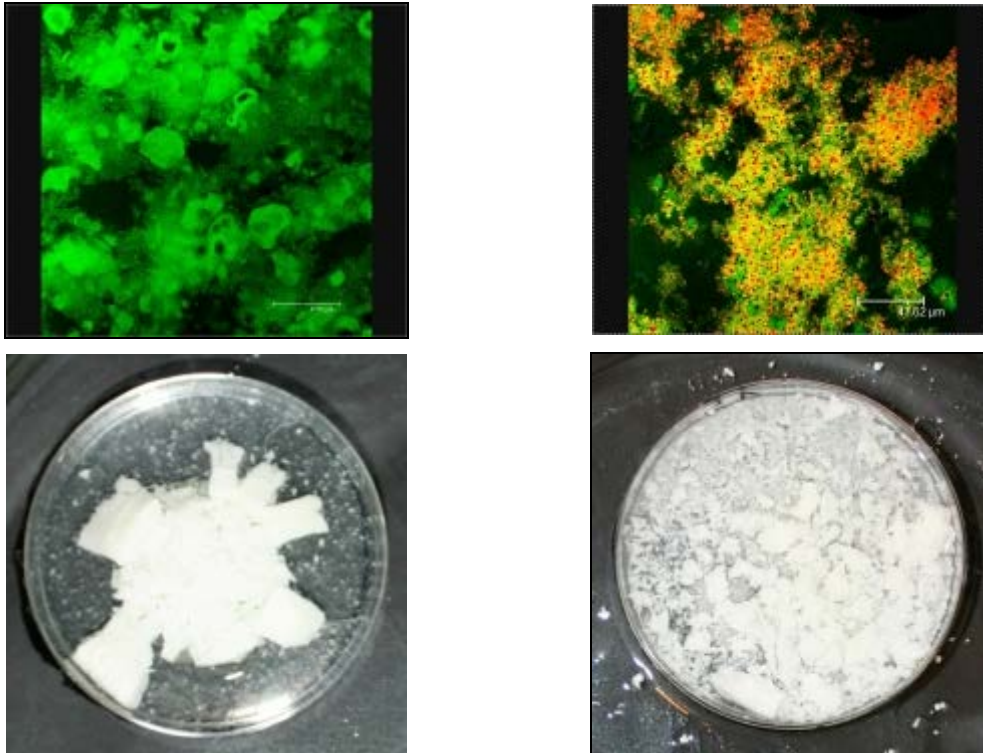
Dans un deuxième temps, grâce à des approches expérimentales et mathématiques, ils ont montré que l'aire de contact entre le produit alimentaire et la salive est un paramètre déterminant pour expliquer la libération et la perception de la flaveur d'un aliment. Cette surface d'échange dépend à la fois du produit, en particulier de son aptitude à se fragmenter, et du consommateur, et plus précisément de son efficacité masticatoire (capacité à fragmenter, grâce à la mastication, un produit donné pendant un temps donné). Pour les produits de l'étude, il a été montré que la présence de matière grasse fragilise la structure du réseau protéique fromager et rend le produit plus friable. Ainsi, les surfaces d'échange générées entre le produit et la salive sont plus grandes et la perception salée plus intense.

Ces résultats sont à l'origine d'un modèle mécanistique original. Il permet de décrire et de quantifier les caractéristiques du produit et de l'individu qui expliquent la libération du sel. Alors que la physiologie du consommateur et en particulier son efficacité masticatoire sont des éléments clés de ce processus, il est envisageable, sur la base de ce modèle, de développer de nouveaux produits pour des classes spécifiques d'individus, personnes âgées, bébés... En jouant sur la capacité du produit à se fragmenter par le biais du procédé et de la formulation, il devient possible de formuler des aliments avec des teneurs réduites en sel tout en gardant leur goût salé, par exemple pour des personnes âgées qui peuvent voir leur capacité masticatoire réduite.

L'ensemble de ces résultats constitue une approche originale de la question de la réduction du sel dans les aliments. Ils combinent plusieurs approches expérimentales, s'intéressent de façon novatrice à ce qui se produit en bouche et concernent des produits modèles dont les textures et structures vont

du liquide au solide. Ils démontrent que la perception du sel constitue un évènement multi factoriel qui implique des interactions physico-chimiques entre les constituants de la matrice du produit, des propriétés de structure et de texture, des processus physiologiques et de possibles interactions sensorielles.

Au final, ces résultats représentent une avancée majeure dans la compréhension de la perception du sel. Ils ouvrent ainsi la voie à de nouvelles perspectives de formulation de produits à teneur réduite en sel qui répondent à la fois à des critères organoleptiques et nutritionnels. Les chercheurs poursuivent ces travaux sur un modèle « pain ». Des recherches sont également menées sur les fromages, autour d'un modèle complet prenant en compte également les arômes du produit.



© UMR Génie et microbiologie des procédés alimentaires

En haut à gauche, microstructure d'un fromage sans matière grasse (le réseau protéique est coloré en vert).

En haut à droite, microstructure d'un fromage avec matière grasse (la matière grasse colorée en rouge est intimement liée au réseau protéique en vert).

En bas, après application d'une même force de compression (simulant la mastication), on note que le fromage avec matière grasse (à droite) est plus fragmenté que celui n'en comportant pas.

La présence de la matière grasse dans le réseau protéique fragilise la matrice et explique cette fragmentation plus grande.

L'INRA développe différentes approches pour appréhender la question de la réduction de la teneur en sel des aliments. Outre les travaux présentés ci-dessus, citons deux autres projets marquants :
- le projet **SEL** dont la stratégie consiste à utiliser certains arômes dits "salés" pour rehausser la perception de la saveur salée.

(projet conduit dans le cadre du Programme de Recherche en Alimentation (PRA) de l'Inra, avec le soutien de la région Bourgogne et de UNILEVER R&D Vlaardingen). [En savoir plus](#)

- le projet **ANR Na-** en cours, qui vise à accélérer et réduire le coût de développement de produits carnés salés crus ou cuits, à taux de sodium réduit.

(projet coordonné par l'IFIP avec la participation de l'Inra/Quapa - Alain Kondjoyan. 2010-2014).
[En savoir plus](#)

Références :

- Mechanistic model to understand in vivo salt release and perception during the consumption of dairy gels. Journal of Agricultural Food Chemistry, 2011, 59: 2534.
- de Loubens Ca, Saint-Eve Ab, Deleris Ia, Panouille Mb, Doyennette Ma, Trelea ICb, Souchon Ia.

- Mechanistic model of in vitro salt release from model dairy gels based on standardized breakdown test stimulation mastication. Journal of Food Engineering, 2011, 105: 161.
- de Loubens Ca, Panouille Mb, Saint-Eve Ab, Deleris Ia, Trelea ICb, Souchon Ia. Understanding of the influence of composition, structure and texture on salty perception in model dairy products. Food Hydrocolloids, 2011, 25: 716.
- Panouillé Mb, Saint-Eve A b, de Loubens Cb, Déléris Ia and Souchon Ia
a INRA, UMR 782 GMPA, F-78850 Thiverval-Grignon, France
b AgroParisTech, UMR 782 GMPA, F-78850 Thiverval-Grignon, France

Contacts :

Isabelle SOUCHON

isabelle.souchon@grignon.inra.fr

ou Maud PANOUILLE

maud.panouille@agroparistech.fr

tel. : 01 30 81 54 86

Inra - AgroParisTech

Unité mixte de recherche « Génie et microbiologie des procédés alimentaires »
centre INRA de Versailles-Grignon.

Collecto, un outil pour simuler la production d'huile de tournesol à l'échelle d'un bassin de collecte



(Inra - Cetiom - INP Ensaf)

L'Unité mixte technologique (UMT) Tournesol qui associe le CETIOM l'Inra et l'INP-ENSAT, a mis au point Collecto, un outil qui simule le rendement et la teneur en huile des graines de tournesol dans un bassin de collecte.

L'Unité mixte technologique (UMT) Tournesol, qui associe le CETIOM, l'Inra et l'INP-ENSAT, a mis au point Collecto, un outil qui simule le rendement et la teneur en huile des graines de tournesol dans un bassin de collecte.

Collecto résulte des travaux de recherche de l'UMT Tournesol, qui a étudié, dans une approche agronomique systémique, les interactions entre le choix des variétés, le milieu et les pratiques culturales. L'UMT a travaillé pendant trois ans sur deux bassins de collecte, unités de gestion du territoire des coopératives, une échelle rarement abordée mais essentielle.

Le diagnostic agronomique fait apparaître que la variabilité de la teneur en huile s'explique davantage par les interactions entre le milieu (sol, climat) et les pratiques culturales que par le choix des variétés. Il apparaît également qu'une sur-fertilisation azotée a un rôle important dans le développement du phoma du tournesol à l'origine du dessèchement précoce. Enfin, la densité de peuplement se révèle déterminante dans le rendement et la teneur en huile des parcelles.

Destiné aux organismes de collecte de graines, Collecto est un outil utilisant le logiciel Sunflo, logiciel de simulation de culture mis au point par le Cetiom et l'Inra.

Pour en savoir plus : consultez le [dossier de presse](#)

A propos du CETIOM

Le CETIOM est le centre de recherche et de développement des oléagineux (colza, tournesol, soja, lin oléagineux) et du chanvre industriel. Il emploie 120 collaborateurs répartis dans les régions de production.

Le CETIOM fait partie de Proléa, la filière française des huiles et des protéines végétales qui regroupe la FOP (Fédération française des producteurs d'oléagineux et de protéagineux), l'Onidol (Organisation nationale interprofessionnelle des oléagineux), l'Unip (Union nationale interprofessionnelle des plantes riches en protéines) et Sofiprotéol, entreprise industrielle et financière. La filière valorise les productions de 100 000 producteurs d'oléagineux.

A propos de l'Inra

Premier institut de recherche agronomique en Europe, deuxième dans le monde, l'Inra mène des recherches finalisées pour une alimentation saine et de qualité, pour une agriculture compétitive et durable, et pour un environnement préservé et valorisé. Avec près de 9000 collaborateurs permanents et plus de 1800 doctorants encadrés, organisé selon 14 départements scientifiques et 19 centres en région, l'Inra dispose de nombreuses unités de recherche, en propre ou en partenariat avec d'autres opérateurs de recherche et des unités expérimentales. Pour favoriser les travaux de recherche en partenariat avec les acteurs du développement, l'Inra a mis en place de nombreuses UMT (Unités Mixtes Technologiques) facilitant le transfert de connaissances, la production de résultats appliqués et la co-construction de questions de recherche. Une telle UMT a été créée sur le Tournesol à Toulouse où l'Inra concentre aujourd'hui l'essentiel de ses efforts de recherche sur cette espèce.

A propos de l'ENSAT

Composante de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, l'ENSAT est une Ecole publique

diplômant chaque année 150 ingénieurs dans les domaines de l'agronomie, de l'agro-alimentaire, des agro-industries et de l'environnement. Elle offre également une formation d'ingénieur par apprentissage. A travers ses 7 laboratoires de recherche associés à l'Inra ou au CNRS, l'ENSAT contribue à l'innovation dans les champs de l'agronomie, des biotechnologies végétales, des productions animales, de l'agroalimentaire, de l'écologie fonctionnelle et de l'environnement, de l'économie et de la sociologie rurale, et accueille plus de 100 doctorants et post-doctorants.

De nouveaux porte-greffes d'agrumes tolérants au stress salin



©Inra-C.Jacquemond

Dans le pourtour méditerranéen comme dans beaucoup de parties du monde, la production et la qualité des fruits sont fortement dépendantes de la tolérance des arbres à la salinité. L'agrumiculture mondiale se développe sur des aires géographiques où les problèmes causés par la salinité des sols deviennent de plus en plus importants. La compréhension des mécanismes associés à la tolérance au sel est la voie de recherche retenue par les équipes Cirad (TGU AGAP, équipe

« Amélioration des Plantes à Multiplication Végétative ») et Inra (Unité « Génétique et écophysologie de la qualité des agrumes » de San Giuliano). Ce travail, mené dans le cadre d'une thèse de l'Université de Corse, débouche sur des perspectives novatrices pour générer de nouveaux porte-greffes d'intérêt agronomique.

Des analyses génétiques et physiologiques pour déterminer les traits de résistance au stress salin.

Les agrumes sont classés parmi les arbres fruitiers les plus sensibles au stress salin. Cependant, une forte diversité existe pour ce caractère au sein de cette famille : *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. est connu pour être très sensible alors que *Citrus reshni* Hort. ex Tan. (Mandarinier Cléopâtre) est l'un des génotypes les plus tolérants. La stratégie habituelle pour améliorer la résistance des porte-greffes est basée sur l'hybridation entre des parents ayant des caractères intéressants complémentaires. Une autre façon d'acquérir une tolérance au stress salin de porte-greffe est liée à la tétraploïdie par le doublement du nombre de chromosomes. L'analyse génétique et physiologique de la tolérance au stress salin de tout nouveau génotype est donc requise pour les programmes de sélection de variétés plus adaptées. Des études combinant des approches génétiques (cartographie du génome) ainsi que des approches physiologiques liées à la diversité du groupe des agrumes ont été réalisées afin d'être en mesure de corrélérer dans le futur les phénotypes de tolérance au stress salin observés avec l'expression des génomes respectifs.

Protocole de recherche et paramètres de mesure

Une population F2 résultant de la pollinisation d'un hybride F1 (*Citrus reshni* x *Poncirus trifoliata*) a été réalisée. L'étude de la ségrégation de 135 marqueurs microsatellites et de 4 gènes candidats a permis l'établissement de 15 groupes de liaison. La majorité des marqueurs (57%) montre une ségrégation non mendélienne sans doute due à un dysfonctionnement lors de l'appariement des chromosomes inter-génériques au moment de la méiose chez le parent hybride. Parallèlement, 22 génotypes représentant la diversité des agrumes ont été soumis à un stress salin pour mesurer leur degré de tolérance. Plusieurs paramètres physiologiques tels que le taux de croissance, la teneur en chlorophylle, la teneur totale en composés phénoliques, le rendement du transport d'électrons du Photosystème, la conductance stomatique ainsi que le taux de photosynthèse ont été mesurés.

La tolérance au stress sous la dépendance de mécanismes complexes

Différents comportements physiologiques de tolérance au stress salin en fonction des espèces d'agrumes étudiées ont été observés suggérant l'existence de différents mécanismes à l'origine de la tolérance au stress salin. Les cédratiers se sont révélés être les plus sensibles alors que tous les mandariniers et pamplemoussiers étaient tolérants. De nombreux génotypes, en parenté avec les cédratiers, ont présenté des symptômes de chlorose, des accumulations d'ions chlorure et sodium dans les feuilles et des changements des paramètres physiologiques. Les profils spécifiques de tolérance étaient quant à eux associés à un maintien de la photosynthèse même si de plus faibles valeurs de conductance stomatique étaient relevées. Dans le même temps, la croissance des plantes était maintenue avec de faibles accumulations en ions chlorure et sodium. Les pommelos ont montré à la fin de l'essai une chute des feuilles suivie par une nouvelle pousse que nous avons interprétée comme une réponse d'adaptation (comportement original non précédemment décrit chez des agrumes).

Intérêt agronomique des porte-greffes zygotiques ou tétraploïdes

Des travaux réalisés par le CIRAD montrent que des porte-greffes tétraploïdes permettent d'augmenter les propriétés de tolérance au stress salin et au déficit hydrique chez les agrumes. Il était donc utile de caractériser l'impact de la présence de porte-greffes zygotiques ou tétraploïdes sur les rendements et la qualité des fruits du scion, en relation avec la physiologie des arbres. Les résultats obtenus suggèrent que les porte-greffes hybrides, probablement issus d'autofécondations de *Poncirus trifoliata*, affectent relativement peu les rendements moyens contrairement aux porte-greffes tétraploïdes, issus de doublements chromosomiques dans des embryons de *P. trifoliata*, qui diminuent de façon très importante les productions sans toutefois changer la qualité des fruits. L'analyse de la physiologie du clémentinier greffé sur deux porte-greffes diploïdes et sur leurs tétraploïdes suggère que la moindre croissance des associations porte-greffe tétraploïde/clémentinier est due notamment à une photosynthèse plus limitée. Cependant, ces porte-greffes confèreraient une meilleure capacité adaptative de la photosynthèse aux conditions environnementales. Les associations porte-greffe tétraploïde/clémentinier plantés à haute densité pourraient donc présenter une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau et une meilleure tolérance au sel permettant de limiter l'irrigation sans toutefois altérer les rendements et la qualité des fruits. A présent, les résultats de cette recherche vont être investis dans la sélection de nouveaux porte-greffes en condition de culture sur sol à forte salinité.

Contacts :

François LURO¹

Francois.Luro@corse.inra.fr

Raphaël MORILLON²

raphael.morillon@cirad.fr

Sajjad HUSSAIN

sajjad.h@yahoo.com

Tél : 04 95 59 59 46 Tél : 00 34 963424143

¹INRA

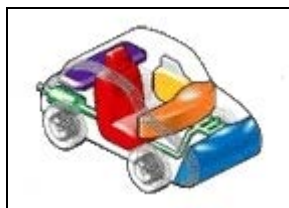
UR1103 GEQA - Génétique et Ecophysiologie de la Qualité des Agrumes
20230 SAN GIULIANO

²CIRAD- Equipe APMV - Amélioration des Plantes à Multiplication Végétative,
Très Grande Unité « Amélioration Génétique et Amélioration des Plantes ».
Centro de Genómica, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA),
46113 - Moncada – Valencia – España

Source :

- Sajjad HUSSAIN, *Caractérisation physiologique de génotypes d'agrumes : Etudes de tolérance au stress salin et impacts de la présence de porte-greffes zygotiques et auto-tétraploïdes*, Université de Corte – Pascal Paoli, Ecole doctorale Environnement et Société - INRA, Centre de Coopération internationale en recherche agronomique - CIRAD, UMR CNRS 6140 (SPE), Thèse soutenue le 16 février 2011

Des bio- plastiques d'origine 100 % végétale pour l'automobile



Recourir aux matériaux verts pour réduire sa dépendance au pétrole, telle est la stratégie adoptée par l'équipementier automobile FAURECIA depuis déjà plusieurs années. Avec le projet de recherche BIOMAT associant l'industriel à l'Inra et à 4 autres partenaires, un pas supplémentaire vient d'être franchi dans la mise au point d'un matériau composite à base de fibres végétales, aux propriétés équivalentes à celles d'un plastique classique. Des applications attendues sur le marché dès 2012...

Depuis quelques années, pour des raisons économiques (hausse du prix du baril), environnementales, stratégiques (diminution de la réserve de pétrole) et géopolitique (concentration des gisements en quelques endroits du globe), les matériaux issus de ressources renouvelables connaissent un réel regain d'intérêt. Leur développement se heurte néanmoins à deux freins importants : le coût et la faisabilité technique.

BIOMAT : un projet de recherches sur des bio-matériaux pour l'automobile

Ce projet de recherche collaboratif* porté par l'industriel FAURECIA, visait à substituer des matières issues de ressources fossiles par des matières issues de ressources renouvelables (végétaux), pour certaines pièces intérieures automobiles : médaillons, conduits d'air, bandeaux... Cette maximisation de la part de carbone biosourcé dans les matériaux de base passe, entre autres, par l'utilisation de fibres végétales comme le lin et le chanvre...

L'apport de l'Inra

La collaboration avec l'Inra s'est focalisée sur l'amélioration des performances mécaniques du matériau composite, via la maîtrise de la qualité des fibres. Un travail de thèse réalisé à l'Inra et complètement intégré au projet BIOMAT a notamment permis de développer des outils dédiés de caractérisation de la morphologie des fibres végétales et de mettre en évidence les morphologies les plus favorables. Ces travaux revisitent complètement les concepts de base connus jusqu'à présent dans le domaine des composites à base de fibres de verre.

**Ce projet labellisé par le pôle de compétitivité Industries et Agro Ressources (IAR), a bénéficié d'un co-financement FUI (Fond Unique Interministériel) et régions (Picardie et Champagne-Ardenne).*

Contact Inra :

Bernard Kurek
Bernard.Kurek@reims.inra.fr
 Inra - UMR FARE
 Fractionnement des AgroRessources et Environnement
 Centre de Recherche en Environnement et Agronomie
 2 esplanade Roland Garros
 51686 REIMS CEDEX 2

Aliments pour la truite : vers des formulations enrichies en produits végétaux



©Inra- S.KAUSHIK

Afin de permettre une plus grande utilisation de matières premières végétales et ainsi remplacer les farines de poissons dans l'alimentation des truites d'élevage, les chercheurs de l'Unité Nutrition, Métabolisme et Aquaculture (UR1067 NuMÉA, anciennement Unité Nutrition Aquaculture et Génomique - NuAGe) ont étudié le métabolisme énergétique de la truite. Ils ont montré qu'*in vitro*, les acides aminés modifient l'expression de gènes hépatiques du métabolisme intermédiaire. Cette étude réalisée

dans le cadre du projet européen AQUAMAX et du projet ANR Jeune Chercheur CHAAINS, ouvre de nouvelles perspectives dans la formulation d'aliments pour les truites.

La truite est un animal carnivore (piscivore) et son alimentation dans les élevages, se caractérise par des taux élevés de protéines animales (au minimum 45 % matière sèche), apportés par les farines de poissons. La production de ces farines exerce une forte pression sur le milieu halieutique (la pêche minotière qui les produit représente 19 % du tonnage de pêche mondiale) et leur remplacement par des produits d'origine végétale est un point important pour la durabilité de la filière piscicole.

Un des axes de recherche du projet européen Aquamax « Sustainable aquafeeds to maximise the health benefits of farmed fish for consumers » (FP7, lancé en 2006) a été de travailler à l'intégration d'une part plus importante de matières premières végétales dans le régime alimentaire des poissons d'élevage tout en veillant au maintien de la qualité de la production piscicole. Des chercheurs de l'Inra impliqués dans ce programme, ont travaillé à une meilleure utilisation des produits végétaux chez les truites.

Dans ce but, les scientifiques ont étudié les mécanismes de régulation du métabolisme nutritionnel chez les truites. Ils se sont plus particulièrement intéressés au rôle de certains nutriments apportés par les protéines de l'alimentation et présents en forte proportion dans les aliments des carnivores: les acides aminés. En effet, plusieurs études ont mis en évidence ces dernières années, notamment chez le rat, l'importance des acides aminés dans le contrôle de l'expression des gènes. Cette approche de la régulation du métabolisme chez la truite arc-en-ciel a été réalisée dans le cadre d'une thèse et du projet ANR Jeune Chercheur CHAAINS « Faible utilisation des glucides alimentaires chez la truite arc-en-ciel : rôle des interactions entre acides aminés, glucose et insuline? » (2009-2011).

Pour évaluer l'influence des acides aminés sur le métabolisme glucidique, lipidique et énergétique chez la truite, les chercheurs ont développé un système de culture cellulaire d'hépatocytes, le foie représentant le centre de la régulation du métabolisme.

Les chercheurs ont mis les cellules en culture en présence d'acides aminés seuls, ou en combinaison avec de l'insuline : hormone majeure de la régulation de la glycémie et du métabolisme. Ils ont ensuite mesuré l'expression de différents gènes du métabolisme glucidique comme les gènes de la néoglucogenèse (production endogène de glucose), de la glycolyse (utilisation du glucose) et du métabolisme des lipides (gènes de la lipogenèse) puis l'ont comparée à l'expression de ces mêmes gènes chez des hépatocytes maintenu dans un milieu sans acides aminés ni insuline (cellules témoins).

Les scientifiques ont observé que les acides aminés seuls augmentaient nettement le niveau d'expression des gènes de la néoglucogenèse. Cette augmentation pourrait expliquer le maintien de la production endogène de glucose chez la truite après un repas et contribuer au maintien de l'hyperglycémie observée *in vivo* chez cet animal. Lorsque l'insuline est combinée aux acides aminés, cette hormone inhibe l'effet positif des acides aminés sur l'expression des gènes de la néoglucogenèse. Ces résultats démontrent l'effet antagoniste des acides aminés et de l'insuline sur l'expression des gènes de la néoglucogenèse.

Les scientifiques ont également montré que les acides aminés pouvaient potentialiser l'effet de l'insuline sur l'expression de certains gènes alors qu'ils n'exercent aucun effet en absence d'insuline.

C'est le cas en particulier pour les gènes de la lipogenèse. Ces travaux indiquent que chez la truite, les acides aminés ne sont pas seulement un substrat préférentiel pour la synthèse des lipides mais représentent aussi des régulateurs clés de la lipogenèse.

Ces résultats montrent donc pour la première fois *in vitro* que les acides aminés ne sont plus seulement des éléments de structure des protéines mais participent également à la régulation du métabolisme au même titre que les hormones comme l'insuline. Ces deux facteurs peuvent d'ailleurs interagir dans la régulation de l'expression des gènes du métabolisme en présentant en fonction des gènes cibles des effets pouvant être antagonistes ou potentialisateurs. Des études complémentaires sont maintenant nécessaires pour vérifier que les acides aminés agissent de façon identique *in vivo*. Ces études devraient permettre de mieux comprendre les mécanismes de régulation du métabolisme chez les espèces carnivores et à terme d'optimiser les apports d'acides aminés en fonction des apports glucidiques dans l'alimentation des truites.

Contact scientifique :

Sandrine SKIBA
Unité Nutrition Métabolisme et Aquaculture
UR 1067
64310 Saint Pee-sur Nivelle
skiba@st-pee.inra.fr

Pour plus d'information :

- Lansard M, Panserat S, Plagnes-Juan E, Seilliez I, Skiba-Cassy S., 2010. Integration of insulin and amino acid signals that regulate hepatic metabolism-related gene expression in rainbow trout: role of TOR. *Amino Acids* 39:801-810. <http://dx.doi.org/10.1007/s00726-010-0533-3>
- Lansard M, Panserat S, Plagnes-Juan E, Dias K, Seilliez I, and Skiba-Cassy S. L-Leucine, L-Methionine, and L-Lysine Are Involved in the Regulation of Intermediary Metabolism-Related Gene Expression in Rainbow Trout Hepatocytes. *J Nutr, J. Nutr.* 141: 75–80. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21106925>
- Lansard M. Rôle des acides aminés dans la régulation de l'expression des gènes hépatiques du métabolisme intermédiaire chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*). 2010. Rapport de thèse. Disponible sur demande auprès de l'auteur
- <http://www.aquamaxip.eu/>

INRA Productions Animales. Dossier : "Élevage en régions chaudes". 2011, vol.24, n°1



Les contributions rassemblées dans ce numéro spécial ont pour ambition de faire une synthèse approfondie de l'état des connaissances et des expériences acquises en termes d'élevage en régions chaudes. Les productions animales sont analysées à différents niveaux d'organisation, tenant compte de leur spécificité et des interrelations entre les diverses échelles, permettant une visualisation à la fois circonstanciée et large de la situation de l'élevage dans le monde. Les auteurs fournissent ainsi un panel de résultats, d'illustrations, de solutions et d'alternatives innovantes, ainsi que de nouvelles pistes et priorités de recherche. Celles-ci peuvent réellement contribuer à mieux appréhender la multifonctionnalité de l'élevage, la durabilité de son développement et ses évolutions à venir.

Au sommaire

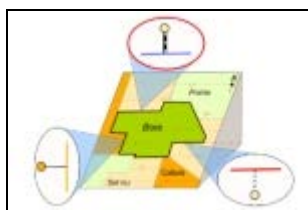
- Préface
P. HERPIN, P. CARON
- Introduction générale
J.-B. COULON, P. LECOMTE, M. BOVAL, J.-M. PEREZ
- Évolution des productions animales terrestres et aquacoles dans le monde : tendances globales et implications économiques, sociales et environnementales
P. GERBER, C. BRUGÈRE, P. ANKERS.
- Ressources tropicales : disponibilité et valeur alimentaire
H. ARCHIMÈDE et al
- Adaptation des animaux d'élevage aux multiples contraintes des régions chaudes
N. MANDONNET et al
- Spécificités de la santé animale en régions chaudes : le cas des maladies infectieuses majeures en Afrique.
R. LANCELOT, E. ZUNDEL, C. DUCROT
- Élevage et qualité des produits en régions chaudes
B. FAYE et al
- Impacts et services environnementaux de l'élevage en régions chaudes
V. BLANFORT et al
- Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes
B. DEDIEU et al
- Élevage, filières et territoires en régions chaudes
R. POCCARD-CHAPUIS et al
- Élevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux
V. ALARY, G. DUTEURTRE, B. FAYE
- Vient de paraître

Références :

Numéro Spécial de la revue INRA productions Animales vol. 24, n°1
Dossier : Elevage en régions chaudes
Coordonnateur : J.-B. COULON, P. LECOMTE, M. BOVAL, J.-M. PEREZ
Prix : 26 €
Nombre de pages : 160
Date de parution : 05 juillet 2011
En vente auprès des Editions Quae : <http://www.quae.com/>

Plus d'infos sur le site " Inra Productions Animales" : <http://www.inra.fr/productions-animales/>

CARTOLIS : un outil innovant de cartographie des lisières forestières



Les lisières forestières sont des éléments paysagers essentiels en milieu rural. Elles participent à des processus écologiques importants (biodiversité structurale, rétention d'eau, nidification, ressources alimentaires pour la faune...) et s'intègrent en tant que continuum biologique dans les trames vertes en jonction de territoires. Outre leurs enjeux pour la gestion et la conservation de la biodiversité, elles assurent également un rôle social, esthétique et récréatif. La préservation et la gestion des lisières forestières

nécessitent que les acteurs du territoire disposent au préalable d'outils pour les identifier et les cartographier, afin de les inscrire comme éléments tangibles dans leur plan d'aménagement et de gestion. L'unité mixte de recherche Inra DYNAFOR de Toulouse propose de développer un nouvel outil cartographique CARTOLIS qui permette justement l'identification et la caractérisation des segments de lisières.

La prise en compte des rôles fonctionnels des lisières forestières passe par la caractérisation de leur diversité, tenant compte de leur histoire, de leur physionomie, de leur orientation et de leur dynamique. Cela suppose de disposer de données spatialisées et d'outils de géomatique pour les caractériser. Dans cet objectif, l'équipe DYNAFOR s'est appuyée d'une part, sur l'utilisation de GUIDOS proposé par l'Union Européenne (Graphical User Interface for the Description of Image Objects and their Shapes) pour caractériser, quantifier et cartographier la diversité des éléments boisés d'un paysage forestier fragmenté (métriques de taches) et d'autre part, sur le concept de « segments de lisière » représentant les lisières par des lignes à partir desquelles des métriques sont calculées. Dans le cadre de cette recherche, les segments de lisières qui correspondent à des unités spatiales pertinentes pour les écologues, ont pu être caractérisés plus finement grâce à CARTOLIS, une chaîne de traitement innovante qui ouvre la voie à la construction d'un outil géomatique intégré de mesure des métriques paysagères.

Les logiciels SIG, ArcGis 9.3 de la société ESRI (enrichi de scripts libres) et GUIDOS du Joint Research Centre, sont les deux outils mobilisés par l'équipe de recherche pour enregistrer les données vectorielles (identifiant du segment, détection des sommets, coordonnées X et Y de chaque sommet) servant à la cartographie des lisières souvent rectilignes (en régions tempérées, la morphologie des lisières est souvent contrainte par la linéarité des opérations agricoles).

La chaîne de traitement cartographique s'élabore en trois phases chronologiques cohérentes. Le point de départ de la méthode CARTOLIS est initié à partir d'une carte d'occupation des sols sur large étendue, en mode raster, à partir de laquelle est obtenue une image binaire bois / non bois (ne sont conservées que les classes d'éléments boisés) qui est ensuite importée sous GUIDOS. Son traitement par le logiciel permet alors de faire ressortir sept classes, parmi lesquelles le cœur de bois, les lisières, les trouées ou les branches. Dans un second temps, ces données importées sous ArcGis, sont converties en vecteur : les segments de lisière sont ainsi créés et identifiés (simplification des contours de forêts et extraction des segments de lisières). Enfin, une dernière phase les caractérise par des variables définies par les écologues selon leurs besoins. Celle-ci tient compte des caractéristiques propres à chaque lisière (localisation, longueur, orientation, appartenance à un bois) et des données extraites par croisement avec d'autres données géographiques (Modèle Numérique de Terrain, carte d'occupation des sols). Les métriques paysagères sont calculées à partir de trois variables des lisières: l'Orientation Cardinale (OC), l'Orientation par rapport à la Pente (OP), l'Occupation du Sol voisine (OS).

Afin d'assurer une bonne transmission de l'information, une sémiologie graphique adaptée à la représentation des lisières a été définie. La grille sémiologique « CartolisSymbol » tient compte des contraintes de représentation : elle gère à la fois la pluralité des variables pour un même segment, qu'elles soient qualitatives (OP et OS) ou quantitatives (OC) et permet de différencier les segments par des signes visuels (forme géométrique simple, couleur, figuré du transect).

Le projet SIG ainsi construit permet à la fois de naviguer dans la base de données obtenues, d'interroger les caractéristiques des segments de lisières dans leurs dimensions spatiales et attributaires. Une cartographie synthétique, accompagnée d'un tableau de caractéristiques des

segments de lisières, rend compte de ces résultats.

Ce travail original, inséré dans le cadre d'une thèse, a reçu le soutien financier du département de recherches Sciences pour l'Action et le Développement (SAD) de l'Inra et du ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. En opérationnalisant le concept de lisière, il offre désormais la possibilité d'user de nouvelles métriques pour analyser les paysages, tout en révélant les fonctions d'interfaces entre milieux jouées par les lisières. La méthode cartographique CARTOLIS, innovante et éprouvée pour un diagnostic du paysage à grande échelle, est un outil dont vont pouvoir se saisir les gestionnaires des espaces ruraux pour mieux gérer le devenir et les usages de leur territoire.

Sources :

Audrey ALIGNIER, Philippe ESPY, Marc DECONCHAT, Sylvie LADET, « Cartolis : vers un outil géomatique pour identifier les segments de lisières forestières », Conférence internationale de Géomatique et Analyse Spatiale SAGEO'10, Outils Méthodes et Modèles en Géomatique pour la production de connaissances sur les territoires et le paysage, 2010/11/17-19, Toulouse. [en ligne : http://sageo10.univ-toulouse.fr/IMG/pdf/S1A1_LADET.pdf]

Contacts :

Marc DECONCHAT

Marc.Deconchat@toulouse.inra.fr

Tél : 05 61 28 54 92

Sylvie LADET

Sylvie.Ladet@toulouse.inra.fr

Tél : 05 61 28 52 55

Audrey ALIGNIER

Audrey.Alignier@dijon.inra.fr

Tél : 03 80 69 36 69

Inra - UMR1201 DYNAFOR Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers

Chemin de Borde-Rouge

31326 CASTANET-TOLOSAN CEDEX

De nouvelles connaissances et outils pour lutter contre l'anémie infectieuse du saumon



©Inra-D.Marie

L'anémie infectieuse du saumon (ISA) est une pathologie hautement contagieuse qui a déjà mis à mal l'industrie du saumon d'élevage dans de nombreux pays. Les chercheurs de l'unité Virologie et Immunologie Moléculaire (VIM) se sont attachés à compléter le séquençage du génome du virus responsable de cette maladie et à produire des outils de diagnostic (anticorps monoclonaux). Leurs travaux permettent d'envisager le développement de nouvelles stratégies vaccinales.

Localisé initialement dans l'Atlantique Nord (Norvège, Ecosse, Canada), le virus de l'anémie infectieuse se rencontre désormais dans tous les grands pays producteurs de saumon d'élevage. La dernière grande épidémie en date, touchant l'ensemble du Chili en 2007, illustre de façon éloquente les pertes considérables que le virus est susceptible d'occasionner. La production avait alors chuté de façon vertigineuse, passant de 400 000 à 250 000 tonnes en 2009. Propagé par des porteurs sains, ce virus est aussi une menace pour la truite d'élevage. Par infection expérimentale (injection du virus ou immersion dans un bain contaminé), certaines variétés de truite présentent jusqu'à 30 % de mortalité.

L'agent pathogène (ISAV pour Infectious Salmon Anemia Virus) responsable de l'anémie infectieuse appartient à la famille des *orthomyxoviridae*. Cette famille de virus (la même que celle des virus de la grippe) présente la particularité d'avoir son patrimoine génétique porté par huit molécules d'ARN en lieu et place d'une molécule d'ADN. Chez les organismes vivants, les molécules d'ARN servent de copie de l'ADN pour la synthèse de protéines. Cette inversion de situation constatée chez de nombreux virus a conduit à développer dans les années 1980, une technologie dite de « génétique inverse » qui consiste à synthétiser et cloner une copie ADN du génome viral. On parle d'ADN complémentaire ou ADNc. Cela permet ensuite de manipuler le génome de ces virus avec les outils de biologie moléculaire conventionnels. Il est alors possible d'identifier les différentes protéines codées par le génome viral et de déterminer celles impliquées dans la virulence. Des modifications précises du génome du virus permettraient d'en atténuer le pouvoir pathogène sans en diminuer le pouvoir antigénique. Gage de sécurité, ces modifications ciblées évitent tout retour accidentel à la virulence. On parle alors de virus atténués, virus dont l'efficacité vaccinale est optimale.

C'est avec l'objectif d'obtenir des souches de virus vivants atténués que les chercheurs de l'INRA ont porté leur effort sur l'obtention des séquences des extrémités des molécules d'ARN virales. Ces régions sont primordiales pour le bon fonctionnement du génome du virus, elles intègrent les signaux de transcription des gènes et de réplication du génome. Le génome du virus étant réparti sur huit molécules d'ARN autonomes, il faut donc obtenir les extrémités de chacun des fragments. Pour cela, une souche ISAV a été cultivée sur des cellules de saumon *in-vitro* puis l'ARN viral a été extrait. Par transcription inverse, des fragments d'ADNc de chaque ARN viral ont été amplifiés. Les chercheurs ont entièrement séquencés les copies obtenues. Ils ont caractérisé les extrémités des huit fragments par RACE (rapid amplification of cDNA ends). L'obtention de la séquence complète du génome de l'ISAV est un prérequis pour mieux comprendre le fonctionnement de ce virus et de ses interactions avec son hôte, le saumon. De nouvelles perspectives pour la création de virus atténués vivants, agents de vaccinations très efficaces sont maintenant envisageables.

En parallèle au séquençage du génome de l'ISAV, les scientifiques ont aussi développé et caractérisé quatre anticorps monoclonaux dirigés contre trois protéines du virus (l'hémagglutinine estérase, HE ; la nucléoprotéine, N ; la protéine de la matrice M associée ou non à de l'actine). Ces anticorps représentent des outils indispensables pour le diagnostic de cette maladie virale et a permis le développement de différents tests: test d'immunofluorescence indirecte, test de séroneutralisation, Western blot, Immunoprécipitation.

Contact scientifique :

Stéphane BIACCHESSI
UR0892 VIM Unité de recherche Virologie et Immunologie Moléculaires
INRA Domaine de Vilvert
78352 JOUY-EN-JOSAS CEDEX
Tél: 01 34 65 26 38
Fax: 01 34 65 26 21
E-mail stephane.biacchesi@jouy.inra.fr

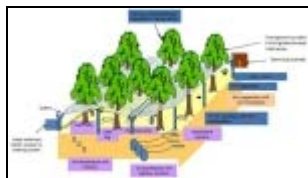
Michel BREMONT
UR0892 VIM Unité de recherche Virologie et Immunologie Moléculaires
INRA Domaine de Vilvert
78352 JOUY-EN-JOSAS CEDEX
Tél: 01 34 65 26 15
Fax: 01 34 65 26 21
E-mail michel.bremont@jouy.inra.fr

Pour plus d'information :

- The reverse genetics applied to fish RNA viruses. Biacchesi S., Vet Res. 2011; 42(1): 12. 2011
- Completion of the full-length genome sequence of the infectious salmon anemia virus, an aquatic orthomyxovirus-like, and characterization of mAbs. Merour Emilie; LeBerre Monique; Lamoureux Annie; et al. J Gen Vir 2011 Volume: 92, 528-533
- Les vecteurs viraux: outils modernes de vaccination. Bertagnoli S.; Pignolet B.; Biacchesi S.; et al. INRA Productions Animales **2008**. Vol 21,127-135
- Fish genotype significantly influences susceptibility of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), to waterborne infection with infectious salmon anaemia virus. Biacchesi S.; Le Berre M.; Le Guillou S.; et al. J Fish Dis. **2007**. Volume: 30 Issue: 10 Pages: 631-636

Equipement unique au monde :

Un laboratoire intégré à la forêt pour mesurer l'impact des changements climatiques sur l'écosystème forestier



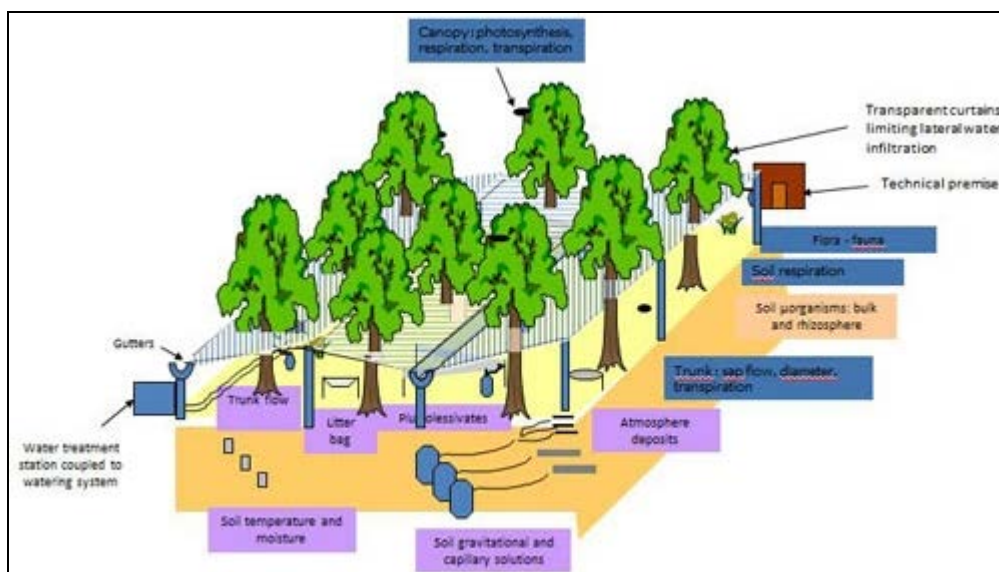
Les chercheurs de l'unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers de l'Inra de Nancy ont conçu un équipement exceptionnel au niveau mondial - EQUIFOR - pour déterminer l'impact des changements futurs sur l'écosystème forestier, tels que le climat et l'intensification de la récolte des petits bois alimentant la filière bioénergie. A présent, les scientifiques recherchent des partenaires, organismes interprofessionnels et / ou industriels, susceptibles d'être intéressés par ce projet d'équipement d'Excellence.

Contexte et enjeux

Les changements climatiques (variation des précipitations) et l'intensification des prélèvements de petits bois en forêt sont susceptibles d'entraîner des risques écologiques qu'il est important de mesurer, notamment, leurs impacts sur la durabilité de l'écosystème forestier, sur la biodiversité, sur la qualité de l'eau et des sols. La prévisibilité des risques inhérents à ces changements et sur la production de bois nécessite de disposer d'un équipement de très haute technologie.

Objectif de recherche

EQUIFOR propose d'installer un toit transparent situé à 2-3 m de hauteur et amovible dans une hêtraie de Lorraine (forêt de Montiers en Meuse) afin de manipuler l'eau arrivant au niveau du sol de la forêt. Pour la première fois, l'estimation couplée de l'impact de facteurs tels que les niveaux de la précipitation, le retour de la matière organique au sol et le type de sol sera effectuée. De plus, le fonctionnement de l'écosystème forestier sera suivi de manière multi-disciplinaire en étudiant simultanément les flux et les interactions entre tous les compartiments de l'écosystème à l'aide de ce véritable laboratoire d'écologie fonctionnelle intégrée en forêt. Le but est également de définir à l'échelle locale et régionale les implications et les risques sur la production, les services environnementaux (stockage C, qualité et quantité d'eau, qualité des sols, biodiversité,...), la valeur économique des produits et des services.



Instrumentation de suivi du fonctionnement biologique et biogéochimique

Recherche de partenaires et/ou d'utilisateurs du dispositif ou des résultats

Ce projet multi-disciplinaire est supporté par un consortium original qui inclut des équipes de la recherche du secteur public (Institut National de la Recherche Agronomique ; Université de Lorraine, Agro-Paris-Tech, Agence Nationale pour la Gestion des déchets Radioactifs, Office Nationale des Forêt et Centre Régional de Propriété de Forestière) et des équipes du secteur industriel de l'énergie et de l'environnement (COFELY du groupe de GDF-Suez et MEAC). De plus, différents organismes nationaux et internationaux ont déjà annoncé leur désir d'utiliser cet équipement. Les chercheurs lancent un appel à tout autre partenaire (organismes interprofessionnels, industriels, gestionnaires du territoire) intéressés par cet équipement d'excellence.

Contacts scientifiques :

Marie-Pierre Turpault - turpault@nancy.inra.fr
Christophe Calvaruso - chriscalva@hotmail.com
INRA - UR1138 BEF Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers
54280 CHAMPENOUX
Tél. : 03 83 39 40 75

Adjointe Partenariat :

Anne Jambois
INRA-EFPA
54280 CHAMPENOUX
Tél. : 03 83 39 41 03

Les "plantes à traire" récompensées par un trophée du transfert de technologies



Le Laboratoire Agronomie et Environnement, LAE, (Inra, INPL-Ensaia) de Nancy a été distingué le 6 juin 2011 par CURIE, réseau de valorisation de la recherche publique, pour avoir été à l'origine de l'une des "dix plus belles histoires de transfert de technologies". Ce trophée distingue une belle réussite, née d'une innovation du LAE : "traire les plantes" pour en extraire des molécules végétales pour la pharmacie ou la cosmétique. Cette technologie brevetée par l'Inra et l'INPL au niveau mondial a conduit, en 2005, à la création d'une entreprise, Plant Advanced Technologies SA, qui est aujourd'hui chef de file d'une filière industrielle de conception et production de principes actifs en Lorraine.

Le trophée du transfert de technologies a été remis au LAE, unité mixte du département Environnement et Agronomie de l'Inra, à l'occasion du vingtième congrès annuel du réseau CURIE à Tours. La cérémonie a aussi été l'occasion de saluer le professionnalisme des services de valorisation de l'Inra et de l'INPL-Ensaia qui ont travaillé avec une remarquable synergie depuis l'origine de ce projet.

Au commencement de ce beau succès, la mise au point, en 1997, de la technologie des "plantes à traire", qui permet d'extraire en continu, sans détruire les végétaux, des molécules d'intérêt pharmaceutique et cosmétique à partir de racines de plantes cultivées dans un liquide nutritif. De nombreuses molécules d'origine végétale sont en effet utilisées dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique. Et les principes actifs, comme les substances anticancéreuses, sont parfois difficiles à synthétiser chimiquement, et leur production naturelle reste faible. Cette innovation offre donc une solution technologique au problème d'approvisionnement de l'industrie en molécules bioactives d'origine végétale.

La société Plant Advanced Technologies (PAT) SA, qui développe cette technologie sous licence exclusive, est aujourd'hui entrée en phase de production à grande échelle des molécules d'intérêt (3 000 m² de serres) pour des industriels du secteur de la cosmétique. Le secteur pharmaceutique devrait suivre également avec la commande de plusieurs actifs végétaux. PAT SA emploie 20 personnes dont 13 chercheurs, ingénieurs et techniciens.

Serres de production exploitant la technologie des "plantes à traire" (PAT)



© PAT
système racinaire d'if, un arbre dont les racines produisent une molécule à action anti-cancéreuse



collecte des extraits racinaires suivant la technologie PAT

Quelques dates

1999 : demande de brevet français sur le procédé d'extraction innovant développé par quatre inventeurs du LAE

2002 : phases d'extension du brevet au niveau mondial, maturation de l'invention avec l'appui d'un ingénieur transfert financé grâce à une aide Oséo

2003 : un porteur de projet s'associe à deux des inventeurs en vue d'une création d'entreprise

2005 : la start-up Plant Advanced Technologies SAS est fondée

2009 : PAT SAS entre en bourse (Euronext) et devient PAT SA

2010 : PAT SA devient le chef de file d'une filière industrielle de conception et production de principes actifs en Lorraine (Bioprolor)

Bioprolor regroupe six entreprises et sept laboratoires lorrains de recherche académique (CNRS, Inra, Inserm, Inria et trois universités). Ce projet de recherche au budget de 6,5 M€ avec 3,2 M€ de subventions du Conseil régional de Lorraine a vocation à développer une nouvelle filière innovante.

Contact scientifique :

Frédéric Bourgaud

frederic.bourgaud@ensaia.inpl-nancy.fr

Directeur du Laboratoire Agronomie et Environnement, UMR Inra et INPL-Ensaia, Nancy
Département Environnement et Agronomie

Voir aussi :

- [Des plantes à traire](#). Communiqué de presse 2005
- [Plant Advanced Technologies SAS](#). En direct des labos 2007

Améliorer le blé pour la sécurité alimentaire mondiale



©Inra-H.Cochard

Dans la perspective de contribuer à la sécurité alimentaire mondiale, une initiative internationale de coordination des recherches pour l'amélioration du blé (IRIWI, International Research Initiative for Wheat Improvement), soutenue par des organismes de recherche et des agences de financement d'une dizaine de pays, a été adoptée par les ministres de l'agriculture du G20. L'Inra, avec le BBSCR (Biotechnology and Biological Sciences Research Council, Grande-Bretagne) et le Centre International pour l'Amélioration du Maïs et du Blé (CIMMYT) basé

au Mexique, s'est engagé à contribuer aux activités de coordination de l'IRIWI durant les quatre premières années du projet.

L'accord entre les ministres de l'agriculture du G20 le 23 juin 2011 à Paris souligne l'importance d'augmenter la production agricole mondiale, en particulier celle du blé, pour résoudre les défis de la faim et de la volatilité des prix des denrées alimentaires. Déjà mobilisé sur cette question, l'Inra, avec des organismes nationaux et internationaux de recherche et de financement d'une dizaine de pays, lancera dès cette année une initiative internationale de coordination des recherches pour l'amélioration du blé tendre et du blé dur (IRIWI, International Research Initiative for Wheat Improvement). L'objectif de cette initiative est de renforcer la synergie entre les programmes de recherche conduits sur le blé à l'échelle internationale pour contribuer à la sécurité alimentaire mondiale, en augmentant la productivité, la valeur nutritionnelle et l'état sanitaire des cultures de blé dans le cadre de pratiques et systèmes de production agricole durables.

Le blé est un des aliments de base de la population mondiale. Les niveaux de production agricole actuels ne permettront pas de satisfaire la demande. Avec une population de 9 milliards en 2050, la FAO estime qu'il faudrait accroître la production agricole mondiale de 70 % à cet horizon. Il faudrait à cette fin que les gains annuels de rendement dépassent 1,7 % alors qu'ils atteignent à peine 1 % aujourd'hui.

Les aléas climatiques répétés dans un contexte de changements globaux, la hausse du prix du pétrole, la spéculation sur les marchés agricoles sont autant de facteurs renforçant la volatilité des prix agricoles et menaçant la sécurité alimentaire dans de nombreux pays.

Renforcer la coordination des recherches mondiales sur le blé

L'IRIWI assurera un rôle de coordination des efforts de recherche mondiaux sur le blé dans les domaines de la génétique, de la génomique et de l'agronomie. Les pays du Nord et du Sud partagent le besoin d'améliorer le rendement, la tolérance aux stress et aux maladies, la qualité et l'efficacité d'utilisation des ressources. Le développement de meilleures pratiques agronomiques et de systèmes de culture innovants est également une priorité. Plusieurs programmes de recherche nationaux d'envergure ont été lancés récemment sur le blé dans les pays du Nord. Le Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) et le Centre International de recherche agricole dans les régions sèches (ICARDA) ont également soumis au Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale le programme de recherche WHEAT qui vise à améliorer les variétés et les systèmes de production du blé dans les pays en développement.

Dans l'ensemble des actions prévues, l'initiative prévoit la création d'un forum pour favoriser la communication entre les chercheurs, identifier les synergies potentielles et encourager les collaborations entre les principaux programmes existants ou émergents sur le blé, publics ou privés, régionaux, nationaux ou internationaux. Elle appuiera également la mise en place de bases de données publiques et de plateformes intégrées et accessibles à l'ensemble de la communauté scientifique. Elle définira et actualisera régulièrement les priorités de recherche sur le blé à l'échelle internationale.

Partager ressources, méthodes et savoir-faire pour améliorer et stabiliser les rendements

Le déchiffrement en cours de la séquence du génome du blé et le développement d'outils de génotypage et de phénotypage vont permettre de proposer de nouvelles méthodes de sélection pour

mieux exploiter les ressources génétiques disponibles et créer de nouvelles variétés de blé répondant aux enjeux mondiaux, tant dans le secteur public que dans le secteur privé. L'adoption d'outils pour une agriculture de précision à l'échelle mondiale est également nécessaire pour améliorer les méthodes de production. Le comité de coordination de l'IRIWI aura pour objectif de faciliter l'échange rapide d'informations et de savoir-faire entre chercheurs et de favoriser le transfert des résultats de recherche aux sélectionneurs et aux agriculteurs pour créer des variétés de blé améliorées et adopter de nouvelles pratiques agronomiques.

Les actions coordonnées par l'IRIWI permettront de créer de nouvelles variétés de blé et de mettre en place des pratiques agronomiques innovantes, adaptées à des environnements différents. Elles seront mises à la disposition des agriculteurs afin d'assurer une production mondiale plus importante, de meilleure qualité et plus stable.

- [Présentation de l'Initiative internationale de coordination des recherches pour l'amélioration du blé \(en anglais\)](#) (pdf)

L'Iriwi vient renforcer l'implication de longue date de l'Inra dans la recherche sur l'amélioration du blé. Récemment, le projet [Breedwheat](#) a été sélectionné par le programme français "[Investissements d'avenir](#)". Ce programme est mené parallèlement et/ou conjointement à d'autres initiatives internationales, telles que le projet "WHEAT-Global Alliance" pour la sécurité alimentaire dans les pays du sud, coordonné par le [CIMMYT](#) et l'ICARDA ou le programme de séquençage du génome du blé réalisé dans le cadre d'un consortium international ([International Wheat Genome Sequencing Consortium, l'IWGSC](#)).

Lancement de « Biotechnologies Vertes » : au service des plantes de demain



©Inra-P.Saulas

Les plantes de demain devront répondre aux besoins d'une agriculture productive et écologique, pour l'alimentation humaine et animale, et les nouvelles filières du carbone renouvelable. Le groupement d'intérêt scientifique (GIS) « Biotechnologies Vertes » a ainsi pour but de créer les technologies et compétences, et de produire les connaissances nécessaires pour le développement de variétés innovantes. Il s'appuie sur un très large partenariat public-privé*, réunissant organismes de recherche, sociétés semencières,

représentants de filières, instituts techniques et pôles de compétitivité. Le GIS « Biotechnologies Vertes » a tenu le 29 juin 2011 sa première réunion et a élu comme président François Houllier, Directeur général délégué sciences de l'Inra et comme vice-président, Pierre PAGESSE, Président du groupe Limagrain.

Le secteur scientifique international en matière de connaissances du végétal est en pleine évolution et l'agriculture mondiale doit relever plusieurs défis qui supposent des avancées majeures dans l'amélioration des plantes, pour lesquelles les biotechnologies vertes joueront un rôle essentiel. Le groupement d'intérêt scientifique (GIS) « Biotechnologies Vertes » encouragera le dynamisme de la communauté scientifique française dans le domaine des biotechnologies végétales, en favorisant une vision globale des travaux menés en France et une mutualisation de moyens entre de nombreux acteurs publics et privés. Il permettra de produire des connaissances et des outils, et de développer des compétences pour améliorer les espèces majeures d'intérêt agronomique.

Le GIS se mobilise sur quatre objectifs stratégiques pour les futures variétés végétales :

- l'adaptation de l'agriculture aux changements globaux : produire plus et mieux grâce à la réduction des intrants et des traitements phytosanitaires, la résistance aux maladies et aux ravageurs, la lutte contre les adventices,
- la meilleure utilisation de l'eau et des ressources minérales : efficacité de l'utilisation de l'azote, la tolérance à la sécheresse,
- l'amélioration des rendements et de la qualité des récoltes dans des conditions de hautes performances économique et environnementale,
- l'adaptation des plantes à de nouveaux usages, l'amélioration de leur aptitude à une utilisation comme source de carbone renouvelable ou de macromolécules complexes en tenant compte des exigences environnementales et de l'interaction avec les processus de transformation.

Le GIS « Biotechnologies Vertes » s'appuiera sur des plateformes technologiques d'envergure internationale (séquençage, phénotypage, bioinformatique, ingénierie cellulaire, ressources génétiques et génomiques), existantes ou à créer, et mutualisant les moyens technologiques de pointe nécessaires aux recherches menées.

Il construira des projets de recherche précompétitifs, ayant une finalité de mise en accès public rapide des données générées, et des projets de recherche appliqués, ayant pour objectif de générer des résultats directement exploitables par les partenaires privés engagés dans ces projets. Différents régimes de partenariat sont prévus selon le poids relatif des investissements des membres publics et privés, visant à associer diffusion large des connaissances et avantages pour les acteurs qui ont investi dans la recherche. Pour la protection des variétés qui seront issues des travaux du GIS, tous les membres privilégieront le certificat d'obtention végétale, qui permet à un sélectionneur d'utiliser une variété existante pour en créer une nouvelle.

Enfin, en liaison avec les établissements d'enseignement supérieur, le GIS Biotechnologies végétales s'impliquera dans des actions de formation pour répondre aux besoins des partenaires publics et privés.

Une des premières actions menées par le GIS est la labellisation et la mise en œuvre des deux projets sélectionnés dans le cadre des Investissements d'Avenir : Breedwheat et Amaizing. Projets de recherche à long terme, ils ont pour objectif d'améliorer la compétitivité de l'agriculture française en créant de nouvelles variétés de blé et de maïs pour une production durable, en s'appuyant sur des connaissances approfondies et des technologies de pointe en génomique, génétique, physiologie

et biotechnologie végétale.

« Biotechnologies Vertes » fait suite au réseau Génoplante

Créé en 1999, le réseau Génoplante a permis en 10 ans à la recherche française de se placer au plus haut niveau européen et international. Le GIS « Biotechnologies Vertes » poursuit cette ambition en donnant les moyens de développer des programmes d'envergure, à la hauteur des initiatives internationales en biotechnologies végétales. Il prolonge l'esprit de coopération public-privé en l'élargissant en termes de partenariat et de thématiques, et permettra de renforcer la compétitivité du secteur agricole et celle des activités de création et production de semences.

* Liste des membres :

Instituts de recherche publics : CEA, CNRS, CIRAD, INRA, IRD

Filières : Sofiprotéol, Arvalis, CETIOM, Invivo, Roquette Frères

Semenciers : Agri-Obtentions, Biogemma, Caussade semences, Euralis, Florimond Desprez, GNIS, Maïsadour, Momont, RAGT, Syngenta, Vilmorin

Pôles de compétitivité : Végépolys, Céréales Vallée, Agrimip Innovation

Autres : AELRED, Génoplante Valor

Pour en savoir plus sur le GIS « Biotechnologies Vertes » :

1) GOUVERNANCE

Un comité stratégique composé paritairement de membres publics et de membres privés, présidé par François Houllier est l'instance décisionnaire, relayé par un Directoire Opérationnel, aussi composé à parts égales de membres privés et publics. Ces deux instances sont appuyées par un Comité Scientifique International ainsi qu'un comité d'Ethique et de Développement Durable.

2) LES CATEGORIES DE PROJETS

- Les projets de plateformes technologiques

Infrastructures au sens du programme Investissement d'avenir ou projets constitutifs de plateformes, ceci incluant des opérations de recherche sur les méthodologies nouvelles pour mettre en place/updater ces plateformes, point de passage privilégié des projets collaboratifs des partenaires du GIS .

- Les projets de recherche précompétitifs
Projets ayant pour objet de générer des résultats de base accessibles à l'ensemble des membres du GIS.
- Les projets de recherche appliqués
Projets conduits à la demande des privés ou co-construits en partenariat publics-privés et ayant pour objet principal de générer des résultats appliqués directement exploitables par une entreprise.

3) LES PROJETS LABELLISES « BREEDWHEAT » et « AMAIZING »

Breedwheat : Développer des outils de séquençage et de phénotypage afin de sélectionner de nouvelles variétés de blé répondant aux attentes des sélectionneurs, agriculteurs et consommateurs tout en garantissant une production de blé française durable et compétitive, 26 partenaires, durée de 9 ans, coût total 34M€, subvention 9M€.

Amaizing : améliorer l'efficacité des programmes de sélection de maïs en France, caractériser finement les variétés en mettant en oeuvre les avancées dans le domaine des biotechnologies et en développant de nouveaux outils, savoir, données de référence et savoir-faire clés, 24 partenaires, durée 8 ans, coût total 30M€, subvention 9M€.

Voir aussi le communiqué de presse :

<http://www.inra.fr/presse/>

4) Projets en cours de préparation pour la seconde vague d'appels à projet investissements d'avenir – 2011 :

- a. Appel à projet « Infrastructure » : Projet Phenome, Centre Français de Phénomique
- b. Appel à projet « Biotechnologies et Bioressources », sur des thématiques telles « espèces » que le colza, le tournesol, la vigne, le pois, etc. ou des thématiques transversales comme le développement de nouveaux outils de génomique végétale.