

les dossiers
d'AGROPOLIS
INTERNATIONAL

*Compétences de la communauté scientifique
en région Languedoc-Roussillon*



**Alimentation,
Nutrition,
Santé**

AGROPOLIS INTERNATIONAL

agriculture • alimentation • biodiversité • environnement

Agropolis International associe les institutions de recherche et d'enseignement supérieur de Montpellier et du Languedoc-Roussillon, les collectivités territoriales, des sociétés et entreprises régionales, en liaison avec des institutions internationales.

Agropolis International constitue un espace international ouvert à tous les acteurs du développement économique et social dans les domaines liés à l'agriculture, à l'alimentation, à la biodiversité, à l'environnement et aux sociétés rurales.

Agropolis International est un campus dédié aux sciences « vertes ». Il représente un potentiel de compétences scientifiques et techniques exceptionnel : plus de 2 200 cadres scientifiques répartis dans 80 unités de recherche à Montpellier et en Languedoc-Roussillon, dont 300 scientifiques travaillant dans 60 pays.

La communauté scientifique Agropolis International est structurée en grands domaines thématiques correspondant aux grands enjeux scientifiques, technologiques et économiques du développement :

- Biodiversité et écosystèmes terrestres ;
- Biodiversité et écosystèmes aquatiques ;
- Interaction hôte-parasites et maladies infectieuses ;
- Ressources génétiques et biologie intégrative des plantes ;
- Agronomie, plantes cultivées et systèmes de cultures, agro-écosystèmes ;
- Une filière emblématique : vigne et vin ;
- Production et santé animales ;
- Alimentation, nutrition, santé ;
- Économie, sociétés et développement durable ;
- Modélisation, information géographique, biostatistiques ;
- Eau, ressources et gestion ;
- Écotechnologies.

Lieu de capitalisation et de valorisation des savoirs, espace de formation et de transfert technologique, plateforme d'accueil et d'échanges internationaux, la communauté scientifique Agropolis International développe des actions d'expertise collective et contribue à fournir des éléments scientifiques et techniques qui permettent d'élaborer et de mettre en place des politiques de développement.

Compétences de recherche du Languedoc-Roussillon et d'Avignon en alimentation, nutrition, santé

Huit ans après le premier dossier d'Agropolis International consacré à la thématique « *Alimentation, Nutrition, Santé* », une mise à jour est nécessaire afin de témoigner de l'évolution des recherches menées par la communauté scientifique régionale et fournir une information actualisée aux personnes intéressées par cette thématique.

Ce dossier présente 15 unités de recherche et unités mixtes de recherche de la région Languedoc-Roussillon et d'Avignon, regroupant plus de 700 scientifiques et près de 500 doctorants, qui tentent, à travers tout ou partie de leurs activités, de faire face aux grands enjeux actuels de l'alimentation, de la nutrition et de la santé. Les recherches mises en œuvre par ces équipes sont riches et variées afin de répondre à la multiplicité de ces enjeux, qu'ils soient sociétaux, économiques, de santé, environnementaux, etc., comme en témoignent le sommaire ci-contre ainsi que les nombreux exemples illustratifs qui sont décrits ici.

Ce dossier donne également la parole aux acteurs de l'innovation qui évoquent leurs activités dans le domaine. Il recense enfin les plateformes technologiques régionales au service de la recherche dans les domaines de l'alimentation et de la nutrition-santé, ainsi que les formations supérieures en lien avec la thématique (42 formations diplômantes entièrement centrées sur la thématique ou dont des composantes significatives portent sur la thématique et 27 formations courtes non diplômantes).

Alimentation, Nutrition, Santé

<i>Avant-propos - Les grands enjeux liés à l'alimentation, à la nutrition et à la santé</i>	4
<i>Les thématiques couvertes par les équipes de recherche et les partenaires</i>	6
<i>Sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations</i>	8
<i>Organisations, filières et marchés</i>	18
<i>Aspects épidémiologiques et impacts des comportements alimentaires sur la santé</i>	28
<i>Métabolisme et risques pathologiques</i>	36
<i>Qualité sanitaire, sensorielle, nutritionnelle, environnementale et technologique des aliments</i>	44
<i>Perspectives de recherche - Savoirs locaux, créativité et innovations pour des systèmes alimentaires durables et responsables</i>	56
<i>La Chaire UNESCO « Alimentations du monde » Pour des systèmes alimentaires durables</i>	58
<i>Les acteurs de l'innovation</i>	60
<i>Les plateformes technologiques, outils de partenariat</i>	62
<i>Les formations à Agropolis International</i>	66
<i>Liste des acronymes et des abréviations</i>	70

Avant-propos

Les grands enjeux liés à l'alimentation, à la nutrition et à la santé

La production alimentaire moyenne par habitant n'a jamais été aussi élevée dans l'histoire de l'humanité et son rythme de croissance ne faiblit pas. La qualité sanitaire des aliments n'a cessé de s'améliorer et l'offre alimentaire s'est diversifiée à la fois grâce à l'industrialisation de la transformation et aux échanges. Les citoyens ont à leur disposition une multitude d'informations nutritionnelles et leur pouvoir d'achat moyen augmente. Pourtant, les questions alimentaires occupent une place importante aussi bien dans les débats publics que dans les préoccupations des citoyens et l'on parle même, à l'aube du XXI^e siècle, de crises alimentaires. Ce paradoxe tient largement à l'accroissement des inégalités. Les pays industrialisés produisent environ deux fois plus d'aliments qu'ils n'en ingèrent et en gaspillent autant, accaparant et épuisant les ressources fossiles qui servent à les produire. Environ un milliard de personnes mangent trop alors qu'environ un autre milliard est en insécurité alimentaire. Les normes sanitaires continuent de se durcir pour faire face aux nouveaux risques générés par l'intensification de la production et ne peuvent plus être appliquées par tous. L'informel se développe là où le pouvoir d'achat

des consommateurs et les capacités des investissements des petits producteurs ne permettent pas de faire face aux coûts de ces normes. La distanciation géographique, économique et cognitive entre les citoyens et leur alimentation génère suspicion et anxiété malgré une abondance des informations, ou du fait de leurs contradictions. Le sentiment d'une perte de contrôle du système alimentaire se généralise et induit, en réaction, des initiatives alternatives de relocalisation, de nouvelles proximités.

Les conséquences sur la santé de l'augmentation de l'offre en produits à forte densité énergétique, à faible densité nutritionnelle et pauvres en micronutriments, sont importantes. Ainsi, on considère aujourd'hui que les mauvaises habitudes alimentaires constituent aux côtés du manque d'activité physique, du tabac et de la consommation excessive d'alcool, l'un des quatre principaux facteurs de risque vis-à-vis des principales maladies chroniques non transmissibles — maladies cardiovasculaires, cancers, maladies pulmonaires chroniques et diabète. Ces dernières représentent un défi sur le plan médico-économique pour le siècle en cours.

Tous ces constats conduisent à poser de nouvelles questions à la recherche. De risques qui étaient autrefois plutôt naturels — climatiques et sanitaires —, il faut gérer désormais des risques liés à l'activité humaine : les pathologies nutritionnelles liées aux modes de vie, les externalités environnementales de l'industrialisation, l'exclusion sociale, les crispations identitaires. Pour autant, la recherche n'est pas confrontée au passage d'un problème à un autre. Ce qui caractérise ces défis est qu'il faut désormais gérer les deux types de problèmes simultanément : les pathologies de carences côtoient celles des excès.

Au carrefour de deux communautés, celle de l'agriculture et de l'alimentation d'un côté et celle de la santé et de la nutrition de l'autre, ce dossier présente les équipes de recherche des institutions d'Agropolis International qui tentent aujourd'hui de relever le défi d'une alimentation durable du point de vue à la fois de la santé des êtres humains, de leurs sociétés et de leur planète.

**Nicolas Bricas (UMR Moisa),
Jacques Berger (UMR Nutripass),
Antoine Avignon (UR « Physiologie
& médecine expérimentale du Cœur
et des Muscles »).**



Surproduction et gaspillage vs. insécurité alimentaire – Vers une réduction des inégalités ?



Thématiques couvertes par les équipes de recherche et les partenaires

(Novembre 2013)

Les différentes unités et équipes de recherche, ainsi que les acteurs de l'innovation, apparaissant dans le texte de ce dossier, sont consignés dans le tableau ci-dessous.

1. Sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations
2. Organisations, filières et marchés
3. Aspects épidémiologiques et impacts des comportements alimentaires sur la santé
4. Métabolisme et risques pathologiques
5. Qualité sanitaire, sensorielle, nutritionnelle, environnementale et technologique des aliments

La colonne « page » indique l'emplacement où figure le texte de présentation de l'unité ou du partenaire. Le point rouge (●) indique la thématique dans laquelle l'unité ou le partenaire développe principalement ses activités, les points noirs (●) les thématiques dans lesquelles elle/il est également impliqué(e).

Unités et équipes de recherche	Page	1	2	3	4	5
UMR ART-Dev - Acteurs, ressources et territoires dans le développement (CNRS/UM3/Cirad/UPVD/UM1) Directrice : Geneviève Cortes, artdev@univ-montp3.fr http://art-dev.cnrs.fr	14	●	●			
UMR Moisa - Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs (Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/Ciheam-IAM.M) Directeur : Étienne Montagne, sd-moisa@supagro.inra.fr http://umr-moisa.cirad.fr	12	●	●	●		●
UMR NutriPass - Prévention des Malnutritions et des Pathologies Associées (IRD/UM2/UM1) Directeur : Jean-Pierre Guyot, jean-pierre.guyot@ird.fr www.nutripass.ird.fr	10	●		●	●	●
UMR Innovation - Innovation et Développement dans l'Agriculture et l'Agro-alimentaire (Montpellier SupAgro/Inra/Cirad) Directeur : Christophe Soulard, soulard@supagro.inra.fr http://umr-innovation.cirad.fr/fr/	20	●	●			
EA MRM - Montpellier Research in Management (UM1/UM2/UM3) Directeur : Gérald Naro, gerald.naro@univ-montp1.fr www.mrm.univ-montp2.fr	23		●			
EA « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé » - Laboratoire Epsilon (UM1/UM3) Directeur : Grégory Ninot, secretariat-epsilon@univ-montp3.fr www.lab-epsilon.fr	32			●		
UMR et LEA « Neuropsychiatrie : recherche épidémiologique et clinique » (Inserm/UM1/Institute of Psychiatry) Directrice : Karen Ritchie, karen.ritchie@inserm.fr www.inserm-neuropsychiatrie.fr	30			●		
UMR DMEM - Dynamique Musculaire et Métabolisme (Inra/UM1) Directrice : Anne Bonnieu, bonnieu@supagro.inra.fr www6.montpellier.inra.fr/dmem	38				●	
UMR IBMM - Institut des Biomolécules Max Mousseron (CNRS/UM1/UM2) Directeur : Jean Martinez, martinez@univ-montp1.fr Contact pour la thématique : Gérard Cros, gerard.cros@univ-montp1.fr www.ibmm.univ-montp1.fr	42				●	
UR « Physiologie & médecine expérimentale du Cœur et des Muscles » (Inserm/UM1/UM2) Directeur : Jacques Mercier, jacques.mercier@univ-montp1.fr www.univ-montp1.fr/recherche/unites_de_recherche/physiologie_medecine_experimentale_du_coeur_et_des_muscles_inserm_u1046	40				●	



Mylisa © Shutterstock

Unités et équipes de recherche	Page	1	2	3	4	5
UMR IATE - Ingénierie des Agropolymères et Technologies Émergentes (Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/UM2) Directeur : Hugo de Vries, devries@supagro.inra.fr http://umr-iate.cirad.fr	50					•
UMR IEM - Institut Européen des Membranes (ENSCM/CNRS/UM2) Directeur : Philippe Miele, Philippe.Miele@iemm.univ-montp2.fr www.iemm.univ-montp2.fr	52					•
UMR QualiSud - Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Cirad/Montpellier SupAgro/UM1/UM2) Directeur : Antoine Collignan, collignan@cirad.fr http://umr-qualisud.cirad.fr	46					•
UMR SPO - Sciences pour l'œnologie (Inra/Montpellier Supagro/UM1) Directeur : Jean-Marie Sablayrolles, sablayro@supagro.inra.fr www5.montpellier.inra.fr/spo/Presentation	53					•
UMR SQPOV - Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale (Inra/UAPV) Directrice : Catherine Renard, catherine.renard@paca.inra.fr www7.paca.inra.fr/les_recherches/pole_production_horticole_integree_phi__l/securete_et_qualite_des_produits_d_origine_vegetale	48					•

Acteurs de l'innovation	Page	1	2	3	4	5
Pôle de compétitivité Qualiméditerranée Président : Guillaume Duboin Directrice : Isabelle Guichard, info@qualimediterranee.fr www.qualimediterranee.fr	66	•			•	•
Transferts LR Président : Christophe Carniel Directrice : Anne Lichtenberger, direction@transferts-lr.org www.transferts-lr.org	66		•		•	•



▲ Produits de la mer, marché Can Tho, delta du Mékong, Vietnam.

Sécurité alimentaire et *nutritionnelle des populations*

Alimentation et nutrition sont d'inséparables besoins humains fondamentaux, cependant loin d'être assurés pour une grande partie de la population mondiale, dans les pays du Sud comme du Nord. Tandis que les disponibilités caloriques restent insuffisantes pour environ 850 millions de personnes, selon l'indicateur de sous-alimentation de la FAO (période 2011-2013), on estime qu'actuellement un individu sur deux dans le monde souffre d'une forme ou d'une autre de malnutrition, par carence et/ou par excès. C'est dire la dimension du problème et combien il est illusoire d'espérer un développement optimal des individus et des nations sans assurer *a minima* la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations.

Une définition consensuelle de la sécurité alimentaire a été adoptée par le Sommet Mondial de l'Alimentation en 1996 et est peu remise en cause depuis. Elle met l'accent sur l'accès aux aliments plutôt que sur les seules disponibilités alimentaires ; elle précise l'importance de la satisfaction de l'ensemble des besoins nutritionnels, et donc de la qualité des aliments et des régimes alimentaires ; elle mentionne enfin la question des préférences culturelles, ouvrant ainsi le concept vers les dimensions hédoniste, identitaire, ou encore sociale de l'alimentation. Pour autant, assurer la sécurité alimentaire des populations, même en prenant en compte l'entièreté de la définition, ne suffit pas à garantir aux individus un état nutritionnel convenable. À la satisfaction des besoins alimentaires il faut en effet ajouter des conditions *ad hoc* d'environnement de santé, limitant la morbidité (hygiène et assainissement, système de santé accessible et fonctionnel), des pratiques de soins adéquates, réclamant un niveau suffisant de connaissances, de temps disponible et de droits sociaux, et encore la notion de modération pour prévenir les malnutritions par excès. Ainsi le concept de sécurité alimentaire tend à s'élargir à celui de « sécurité alimentaire et nutritionnelle » permettant de traiter pleinement des pathologies nutritionnelles de carences comme de surconsommation.

Du point de vue de l'action, une telle définition rend compte de l'intrication des déterminants et de la nécessité d'une approche globale et multisectorielle des problèmes d'alimentation et de nutrition. Si le système agro-alimentaire et le système de santé sont à l'évidence en première ligne, aucune politique ne peut aujourd'hui faire l'impasse sur les exigences de développement économique, les menaces environnementales (changement climatique, sauvegarde de la biodiversité) ou encore les phénomènes populationnels (urbanisation, migrations).

Dans ce chapitre, on trouvera ainsi, aux côtés de la présentation des équipes de recherche de la communauté Agropolis impliquées dans les questions de sécurité alimentaire et nutritionnelle, quelques exemples de programmes rendant compte de cette préoccupation multisectorielle, à travers les questions d'indicateurs de la sécurité alimentaire durable en Méditerranée, les questions économiques et sociales (gestion de l'instabilité des prix alimentaires, impact des transferts sociaux en Afrique de l'Ouest, agriculture urbaine à Bobo Dioulasso, circuits d'approvisionnement en Languedoc-Roussillon), les enjeux sanitaires pour les aliments issus de l'agriculture urbaine à Madagascar, ou encore le défi des stratégies alimentaires pour lutter contre les carences en micronutriments en Asie du Sud-Est.

**Yves Martin-Prével (UMR NutriPass)
& Nicolas Bricas (UMR Moisa)**



◀ Des écoliers portent un bol de riz dans une salle de classe. Projet « Introduction of Fortified Rice in School meals in Cambodia » (FORISCA). Kompong Speu, Cambodge.

Frank Wieringa © IRD

Prévention des malnutritions et des pathologies associées

L'unité mixte de recherche « Prévention des Malnutritions et Pathologies Associées » (UMR NutriPass, IRD/UM2/UM1) développe des recherches sur les états de nutrition, leurs déterminants et leurs conséquences. Elle s'intéresse également aux stratégies et politiques d'intervention en réponse aux problèmes alimentaires et nutritionnels, dans un contexte de transition nutritionnelle et de double charge des malnutritions (carences et excès) observé au niveau des pays, des ménages et des individus,

notamment dans les pays du Sud, et les groupes les plus vulnérables (femmes en âge de procréer, avant et pendant la grossesse, en période d'allaitement, nourrissons et jeunes enfants). Les relations entre, d'une part, les conditions de malnutrition au cours de la vie fœtale et les premières années de vie et, d'autre part, une croissance ultérieure dans des conditions environnementales difficiles ou particulières et le développement de maladies chroniques à l'âge adulte, soutiennent ces axes de recherche. Cette thématique sera poursuivie et diversifiée au cours du prochain quinquennal de l'UMR avec une modification anticipée de la configuration actuelle :

- L'équipe « Nutrition publique » s'intéresse aux problèmes de santé publique liés à l'alimentation avec deux objets d'analyse : les facteurs qui influencent ces problèmes au niveau des populations et les réponses et les conditions pour les améliorer. Les recherches se focalisent sur l'épidémiologie de l'insécurité alimentaire, la prévention des carences en micronutriments chez les populations à risque, la transition alimentaire, nutritionnelle et l'épidémiologie des maladies chroniques associées.

- Les recherches de l'équipe « Nutrition & aliments » portent sur l'alimentation des jeunes enfants des pays du Sud, en particulier sur les facteurs qui conditionnent la biodisponibilité en macro et

micronutriments des aliments (étude des relations existantes entre agro-biodiversité, procédés de transformation, matrices alimentaires, microbiotes et hôte). L'essentiel du régime alimentaire des populations des pays du Sud, notamment africaines, bien que monotone, est basé sur des produits d'origine végétale variés. L'accessibilité à ces ressources agricoles selon les conditions agro-écologiques conditionne les apports alimentaires en macro et micronutriments. Les procédés traditionnels de transformation influencent leur teneur et leur biodisponibilité ainsi que des facteurs biologiques (microbiotes des aliments fermentés, état de santé du consommateur, etc.).

- Les recherches de l'équipe « Nutrition & métabolisme » sont regroupées sous deux thématiques :

- « Mécanismes du stress oxydant et sa modulation par l'alimentation » : parmi les facteurs de déséquilibre oxydant/antioxydant, deux aspects sont privilégiés : (i) la surproduction d'oxydants stimulée par l'inflammation et/ou les facteurs métaboliques et (ii) la carence en antioxydant potentiellement amplifiée par une baisse de la biodisponibilité digestive.
- « Aspects physiopathologiques » : syndrome plurimétabolique avec ou sans hyperglycémie et syndrome de malnutrition-inflammation-athérogenèse. ●●

Les équipes principales

UMR ART-Dev

Acteurs, ressources et territoires dans le développement
(CNRS/UM3/Cirad/UPVD/UM1)
60 scientifiques

UMR Moisa

Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs
(Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/Ciheam-IAM.M)
Une soixantaine de scientifiques

UMR NutriPass

Prévention des Malnutritions et des Pathologies Associées
(IRD/UM2/UM1)
30 scientifiques

Épidémiologie des carences en micronutriments et prévention par des approches alimentaires en Asie du Sud-Est

Actuellement, la plupart des pays du Sud affrontent une situation de « double charge des malnutritions » qui se caractérise par la présence simultanée de carences, en particulier en micronutriments, qui touchent plus de deux milliards de jeunes enfants, et d'excès avec une progression rapide de la prévalence du surpoids et de l'obésité et des maladies chroniques associées. Cette double charge se retrouve au niveau des pays, des ménages et, plus complexe, des individus. Les recherches de l'UMR NutriPass visent à mettre en place, dans un contexte de pauvreté et de ressources limitées des pays du Sud, des stratégies nutritionnelles permettant de prévenir les carences nutritionnelles tout en tenant compte de leur impact potentiel sur une surconsommation calorique et de graisses saturées. Ces recherches s'intéressent particulièrement aux groupes les plus vulnérables (femmes en âge fertile, pendant la grossesse et l'allaitement, enfants dans leurs premières années de vie).

Les recherches menées au Vietnam et Cambodge se focalisent en priorité sur les solutions alimentaires :

- ❶ enrichissement d'aliments de base en micronutriments (enrichissement en fer du nuoc mam, enrichissement multi-micronutriments du riz) ;
- ❷ définition de nouveaux produits alimentaires conçus à partir des disponibilités locales pour des usages spécifiques : aliments de complément à l'allaitement maternel (Vietnam et Cambodge), compléments alimentaires prêts à l'emploi pour la prévention des carences avant et durant la grossesse pour les femmes et pour des populations à risque particulier de malnutrition ;
- ❸ diversification alimentaire par association d'aliments d'origine végétale et animale visant à l'amélioration des régimes.



J. Berger © IRD

▲ Produits de la mer, marché Can Tho, delta du Mékong, Vietnam.

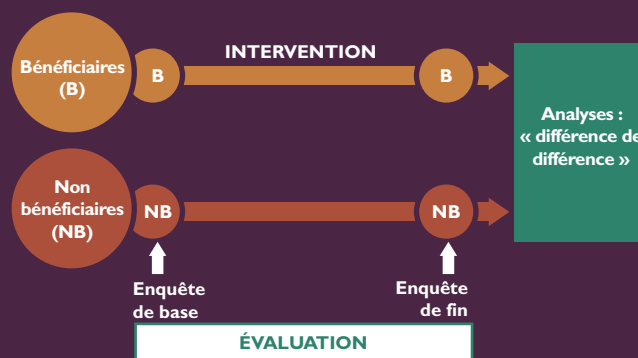
Les recherches sont menées en partenariat avec l'Institut National de Nutrition de Hanoï au Vietnam, le ministère de l'Agriculture au Cambodge et le soutien d'organisations internationales comme le Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF) et le PAM.

Contacts : Jacques Berger, Jacques.Berger@ird.fr & Frank Wieringa, Franck.Wieringa@ird.fr

Rôle des programmes de transferts sociaux pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique de l'Ouest

Les programmes de transferts sociaux (PTS) font partie des stratégies prometteuses pour réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire et nutritionnelle dans les pays à faibles et moyens revenus. Si de telles stratégies ont été largement étudiées et évaluées en Amérique du Sud, elles sont encore embryonnaires, ponctuelles et très largement dépendantes des bailleurs internationaux en Afrique de l'Ouest, et très peu documentées sur le plan scientifique. De plus, malgré le fort potentiel d'impact des PTS sur la réduction de la malnutrition, peu de programmes présentent des objectifs nutritionnels précis, encore moins comportent des interventions nutritionnelles spécifiques, et leur évaluation est souvent trop faible. Ces lacunes empêchent d'identifier les atouts et les limites de ces programmes et de permettre leur amélioration et leur adaptation à différents contextes.

L'axe « Insécurité alimentaire et nutritionnelle » de l'UMR NutriPass a lancé un programme de recherche évaluative visant à étudier les modalités et caractéristiques des PTS qui maximisent leur impact sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables en Afrique de l'Ouest. Le programme inclut des évaluations d'impact de divers PTS dans différents contextes en utilisant, dans la mesure du possible, des méthodes expérimentales ou pseudo-expérimentales, incluant des schémas avec randomisation et comparaison entre groupes d'intervention et contrôles, avant et après programme.



▲ Schéma pseudo-expérimental d'une évaluation d'impact.

Des méthodes quantitatives et qualitatives sont également combinées afin de documenter l'impact des programmes sur les variables d'intérêt et de comprendre pourquoi et comment l'impact est atteint (ou non). À terme, ce programme fournira des données utiles à la communauté internationale pour concevoir des PTS adaptés à la situation de sécurité alimentaire et nutritionnelle dans chaque contexte, afin de convaincre les gouvernements à intégrer de telles stratégies dans une politique globale de protection sociale au niveau national.

Contacts : Yves Martin-Prével, yves.martin-prevel@ird.fr & Mathilde Savy, mathilde.savy@ird.fr

Gérer la volatilité des prix alimentaires

© G. Cortes



▲ Marché alimentaire, Buenos Aires, Argentine.

Après plusieurs siècles de vives controverses, le débat sur la manière de gérer l'instabilité des prix alimentaires s'est clos dans les années 1980, lorsqu'une doctrine — d'inspiration libérale — s'est imposée à la fois dans le champ académique et sur le terrain politique (ce qui s'est traduit par un abandon à peu près complet des recherches sur le sujet). Le débat s'est néanmoins rouvert suite aux crises des années 2000 (au Sahel, dans la Corne de l'Afrique et sur les marchés internationaux), et les recherches menées par l'UMR Moisa s'inscrivent dans cette ouverture. Ces recherches se sont développées sur plusieurs fronts :

- celui de l'interprétation de l'évolution récente des prix qui peut être lue comme la résultante de chocs de court terme, de l'évolution cyclique de l'investissement agricole ou encore d'un début d'épuisement des ressources de la planète, et appelle, selon le cas, des réponses différentes ;
- celui de l'élaboration d'une taxinomie des différentes stratégies mobilisables pour gérer l'instabilité ;
- celui de l'évaluation critique de la doctrine dominante ;
- celui de l'évaluation des coûts et bénéfices des stratégies alternatives à celle proposée par la doctrine ;
- ou encore celui de l'analyse de modes de gouvernance

permettant de renforcer l'efficacité des politiques de stabilisation de prix, notamment la mise en place de forum de concertation entre les décideurs publics et des représentants des différentes catégories d'opérateurs du marché.

Contacts : Franck Galtier, franck.galtier@cirad.fr
 Hélène David-Benz, helene.david-benz@cirad.fr
 Benoit Daviron, benoit.daviron@cirad.fr
 & Élodie Maitre d'Hotel, elodie.maitredhotel@cirad.fr

■ L'équipe « Nutrition et génomes » mène des recherches sur l'interaction gène/environnement comme un des facteurs potentiels d'explication de l'augmentation globale de la prévalence de l'obésité et du diabète dans les populations humaines, notamment de la variabilité Nord-Sud. L'hypothèse est que la résistance à l'insuline représente un dénominateur commun entre les troubles du comportement alimentaire, la pathologie fœtale, le rôle du tissu adipeux et de l'inflammation qui, ensemble, contribuent à l'altération de l'équilibre glycémique et au déterminisme génétique de la fertilité ou de la longévité dans les populations.

L'UMR est impliquée dans de nombreux partenariats en France (universités, associations, organisations non gouvernementales [ONG], centres de recherche, etc.) et à l'étranger, au Nord (universités de Copenhague, Amsterdam, Wageningen, etc.) comme au Sud

(centres de recherches et universités : Institut National de Nutrition au Vietnam, *Institute of Nutrition, Mahidol University* en Thaïlande, etc.) ainsi qu'à l'international (*Bioversity International*, Programme alimentaire mondial [PAM], Organisation Mondiale de la Santé, etc.).

Marchés, organisations, institutions et stratégies des acteurs dans les systèmes agricoles et agro-alimentaires

L'UMR « *Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs* » (UMR Moisa, Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/Ciheam-IAM.M), créée en 2001, rassemble des chercheurs et enseignants-chercheurs en économie, sciences de gestion et sciences sociales (socio-anthropologie et sciences politiques).

L'UMR Moisa étudie les stratégies d'acteurs appliquées aux systèmes agricoles et agro-alimentaires en zones méditerranéennes et tropicales, que ces acteurs soient privés ou publics, individuels ou collectifs (consommateurs, firmes, États, organisations internationales). Elle étudie également leur mode d'organisation interne (ménages, entreprises) ou externe (coordinations verticales et horizontales) et le

fonctionnement des institutions (marchés, régulations).

Depuis 2007, un accent est mis sur :

- les stratégies, les modes de coordination et les institutions liés à la mise en œuvre du projet de développement durable (engagements des consommateurs, responsabilité sociale des entreprises, standards volontaires) ;
- les enjeux de sécurité alimentaire (stratégies des ménages ruraux et urbains, gestion des hausses des prix, gouvernance globale, politiques nationales et initiatives locales) et sanitaire (gestion dans les chaînes de valeur, co-régulation public-privé) ;
- les reconfigurations des filières et des formes de production agricole (agriculture familiale, industrielle, sous contrats, etc.) et agro-alimentaire.

Cette approche est guidée par une triple finalité :

- Scientifique : progression des connaissances dans les champs théoriques des disciplines mobilisées.
- Opérationnelle : compréhension des mécanismes pour déboucher sur l'aide à la décision et les méthodes d'évaluation. De nombreux scientifiques de l'UMR réalisent des expertises pour les pouvoirs publics, les organisations internationales, les organisations professionnelles et les collectivités locales.

Autre équipe concernée par ce thème

UMR Innovation
 Innovation et Développement dans
 l'Agriculture et l'Agro-alimentaire
 (Montpellier SupAgro/Inra/Cirad)
 45 scientifiques

■ Pédagogique (formation par la recherche) : l'UMR participe activement au Master « Agriculture, Alimentation et Développement Durable » (A2D2) co-habilité par l'université Montpellier 1 (UM1) et Montpellier SupAgro. Elle accueille également de nombreux doctorants inscrits à l'école doctorale « Économie Gestion » de Montpellier dont l'UMR est équipe d'accueil, ou encore dans d'autres universités du monde en co-encadrement.

L'UMR est installée sur trois sites à Montpellier : le campus de la Gaillarde (Institut National de la Recherche Agronomique [Inra] et Montpellier SupAgro) où elle dispose d'une bibliothèque spécialisée en sciences économiques et sociales appliquée à l'agriculture

et l'agro-alimentaire, le centre de documentation Pierre Bartoli, le campus de la Valette (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Cirad) et celui de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (IAM.M). L'UMR collabore régulièrement avec des centres de recherche ou des universités de nombreux pays des zones méditerranéennes et tropicales, mais aussi de France, Europe, Amérique du Nord et d'Australie. Six agents sont expatriés et mis à disposition de partenaires au Burkina Faso, à Madagascar, en Malaisie, au Laos, au Brésil et en Colombie.

Le financement des recherches est essentiellement assuré par des contrats de projets compétitifs

de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), de la Commission européenne, d'Agropolis Fondation et par diverses expertises publiques ou privées, nationales et internationales.

L'UMR coordonne d'importants projets associant de nombreux partenaires montpelliérains, nationaux et internationaux, tels que l'Observatoire des Agricultures du Monde, le Réseau international des observatoires de l'alimentation ou encore le programme fédérateur *Sustainable Urban Food Systems* (Surfood, cf. p. 59). L'UMR est membre fondateur et co-animatrice de la Chaire de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) « Alimentations du monde » (cf. p. 58). ●●●

Comment intégrer les préoccupations environnementales, sociales et économiques dans les indicateurs de sécurité alimentaire et nutritionnelle ?

P. Aragon © IAMM



▲ Le marché primeur de Fkih Ben Salah, Maroc.

Les crises alimentaires répétées, le changement climatique, la dégradation de l'environnement et la croissance des maladies d'origine alimentaire font émerger de nombreuses questions sur la conception classique de la sécurité alimentaire et les indicateurs qui permettent de la mesurer. Le projet « Indicateurs de l'alimentation durable », développé conjointement par l'IAM.M, *Bioversity International* (cf. encadré) et l'université de Catania (Italie), vise à identifier un nouveau cadre conceptuel de la vulnérabilité multidimensionnelle, intégrant la durabilité des systèmes alimentaires.

Cette approche permet d'étudier la dynamique séquentielle des facteurs de causalité, et pas uniquement les résultats, en prenant en compte l'intensité de l'exposition et la sensibilité aux facteurs de changement, ainsi que les capacités d'adaptation. Ce projet concerne la région méditerranéenne, avec des applications qui pourront être au niveau national ou sous-national. Une première application est envisagée pour la France et l'Espagne. Il vise à élaborer une batterie d'indicateurs cohérents de la sécurité alimentaire durable, quantifiables, qui pourront être intégrés dans l'Observatoire des pays méditerranéens du Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM).

Contacts : Martine Padilla, padilla@iamm.fr
Paolo Prosperi, prosperi@iamm.fr
Thomas Allen, t.allen@cgiar.org
& Bruce Cogill, b.cogill@cgiar.org

BIOVERSITY INTERNATIONAL

Bioversity International est un des 15 centres membres du CGIAR (partenariat mondial de recherche agricole pour un futur sans faim). Dédié à la conservation et à l'utilisation de la biodiversité, *Bioversity International* travaille également au développement durable de l'agriculture, à la résilience des écosystèmes et à l'amélioration de la nutrition et des moyens de subsistance. Le programme « Nutrition » s'intéresse au rôle de l'agrobiodiversité dans la qualité de l'alimentation et la nutrition. L'équipe de Montpellier travaille sur le thème de l'alimentation durable et de sa mesure.



▲ Marché, Indonésie.

© R. Bourgeois

Dynamiques territoriales, alimentation et gestion des ressources

Les tensions autour des ressources naturelles sont croissantes ; les acteurs doivent positionner leurs stratégies dans une « concurrence » exacerbée des économies afin de mieux valoriser leurs ressources territoriales. L'espace, ses attributs (infrastructures, etc.), les composantes sociales, humaines et culturelles, deviennent des « ressources » mobilisées dans les dynamiques de développement. Les transformations liées à la globalisation induisent des tensions sociales et politiques entre les niveaux global — source de contraintes et d'impulsions — et local avec ses capacités d'action et d'adaptation au changement.

En même temps que s'accroissent et se multiplient partout les disparités spatiales, sociales et économiques, émergent des opportunités de reconfiguration des rapports des sociétés à leurs ressources et à leurs espaces. Ces opportunités se manifestent lorsque les acteurs, individuels ou collectifs, saisissent localement les différentes dimensions de processus globaux pour assurer le développement de leur territoire, et inversement, construisent et mobilisent leurs ressources locales pour se connecter aux dynamiques globales.

Dans ce contexte, l'UMR « *Acteurs, ressources et territoires dans le développement* »

(UMR ART-Dev, CNRS/UM3/ Cirad/UPVD/UM1) développe des recherches en sciences humaines et sociales où les préoccupations territoriales dominent, sur des champs aussi variés que l'alimentation, le développement rural, les questions de politique publique, de ressources et de mobilité. Son objectif est de décrypter les reconfigurations des espaces économiques, politiques et sociaux, en mettant en relation les dynamiques de globalisation et celles locales. L'analyse de ces reconfigurations porte sur les dynamiques d'organisation des espaces et des sociétés liées à la construction et à la mobilisation par la diversité des acteurs d'un ensemble de ressources à la fois matérielles et immatérielles. Ses axes de recherche sont les suivants :

- Trajectoires, différenciations et inégalités dans les sociétés et les espaces ruraux ;
- Ressources naturelles, gouvernabilité et organisation de l'espace ;
- Circulation, réseaux et interfaces ;
- Dynamiques territoriales, développement et complexification de l'action publique.

L'UMR favorise les recherches pluridisciplinaires — géographie, aménagement, économie, sciences politiques, sociologie — avec une perspective d'analyse croisée des trajectoires de développement, au Nord comme au Sud, dans des contextes géographiques et sectoriels diversifiés (dynamiques rurales

et environnementales, urbaines, etc.). L'unité développe ses travaux sur l'Europe occidentale, centrale et orientale, et plus au Sud — Afrique, Moyen-Orient, Méditerranée, Amérique latine, Asie, etc. Aux échelles internationale, nationale et régionale, l'UMR ART-Dev produit et diffuse des connaissances auprès de la communauté scientifique. Elle développe également ses compétences au regard d'une forte demande sociale autour des questions de l'aménagement territorial et du développement (expertise, études, recherche-action, coopération).

Des partenariats et programmes sont représentatifs des relations entre alimentations, territoires et sociétés :

- Populations, agrobiodiversité et connaissances traditionnelles associées (PACTA II, 2009-2013) ;
- Émergence du quinoa dans le commerce mondial : quelles conséquences sur la durabilité sociale et agricole dans l'Altiplano Bolivien ? (projet de l'ANR « Agriculture et développement durable » EQUICO, 2006-2010) ;
- Gouvernance départementale de l'eau destinée à la consommation humaine (programme « Eaux et territoires » AQUADEP, 2008-2011) ;
- Analyse de la durabilité de l'agriculture dans l'agglomération d'Antananarivo (ADURAA, 2002-2007) ;
- Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo (QUALISANN, 2007-2011, cf. ci-contre). ■

Agriculture urbaine et risque alimentaire à Madagascar

Plusieurs institutions du Nord (Cirad, Inra, IRD) et de Madagascar (université d'Antananarivo : département de Géographie, faculté des Sciences, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural, Institut Pasteur de Madagascar) se sont associées pour étudier le développement territorial de l'agriculture urbaine à Antananarivo. Ces travaux ont été menés dans le cadre de deux projets de recherche consécutifs financés par le ministère des Affaires étrangères (MAE) : « Analyse de la durabilité de l'agriculture dans l'agglomération d'Antananarivo » (ADURAA, 2002-2007), « Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo » (QUALISANN, 2007-2011).

Le projet QUALISANN, coordonné par l'UMR ART-Dev, a étudié les relations entre les spécificités du territoire urbain, les pratiques humaines et les modes de gestion des externalités associées. L'analyse a porté sur les formes de production agricole dans les bas-fonds de la ville, la qualité sanitaire de l'eau d'irrigation et du produit, les filières de commercialisation, les perceptions des consommateurs et la gestion de la qualité du cresson. Cette ressource a été choisie en raison de l'importance locale de sa production

(en 2008 : 68 hectares sur 37 sites, 40 000 tonnes environ, revenus pour près de 300 familles) et de sa consommation (30,2 % des ménages de la capitale en consomment au moins une fois par semaine) et des multiples risques sanitaires auxquels elle est associée. Ces risques sont liés à la localisation des parcelles et aux comportements des acteurs de la filière, pouvant compromettre l'aptitude du cresson à être consommé et porter atteinte à la santé des urbains (culture dans des eaux usées, surdosage en intrants, entassement dans des véhicules mal lavés, etc.).

Les chercheurs ont montré un cas original d'adaptation de la gestion du risque alimentaire aux conditions des pays du Sud (institutions publiques défaillantes, acteurs privés et marché peu réactifs, faible pouvoir d'achat, absence d'action collective des consommateurs). Cette gestion ne relève pas ici uniquement de la responsabilité de l'État ou de certaines institutions macro-sociales comme au Nord, mais implique surtout les consommateurs individuels dont les pratiques ont fortement évolué pour faire face à la situation (lavage et cuisson du produit).

Contact : Marie-Hélène Dabat, marie-helene.dabat@cirad.fr

▼ *Cohabitation à risques entre la ville et l'agriculture.*

© M.-H. Dabat



Le rôle vivrier de l'agriculture urbaine en Afrique L'exemple de Bobo-Dioulasso

L'UMR Innovation travaille sur les interactions ville-agriculture au Nord et au Sud. Alors que plus de la moitié de la population mondiale réside dans les villes, l'agriculture urbaine connaît un regain d'intérêt de la part des chercheurs et du public. En Afrique sub-saharienne, l'urbanisation s'accélère, alors que le secteur industriel ne se développe qu'assez peu. Les opportunités d'emploi dans le secteur formel sont rares et la pratique de l'agriculture dans la ville permet de générer des revenus pour les familles qui la pratiquent comme activité principale ou secondaire. Bobo-Dioulasso, deuxième ville du Burkina Faso, est souvent qualifiée de « ville agricole » de par le nombre d'activités agricoles qu'elle abrite et le fait que ses industries fonctionnent à partir de produits agricoles (usines de traitement du coton, huileries et savonneries, brasseries). Cette ville compte plus de 150 hectares de jardins maraîchers (plus de 1 000 maraîchers), des centaines d'élevages de porcs et d'embouche bovine, des milliers de petits élevages de poules et petits ruminants ainsi que des centaines d'hectares de cultures pluviales produites en saison des pluies. L'ensemble de ces productions agricoles participent à l'approvisionnement de la ville, qui est, par ailleurs, un carrefour commercial régional pour les produits agricoles.

À Bobo-Dioulasso, l'agriculture urbaine est clairement en expansion. Alors que l'urbanisation grignote les terres agricoles, les urbains développent des formes agricoles de plus en plus intensives. Les organisations internationales voient l'agriculture

© O. Robineau



▲ Jardin maraîcher dans le centre de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

comme un moyen de lutter contre la pauvreté et d'assurer l'approvisionnement des villes en produits agricoles, mais les autorités urbaines restent peu sensibles à ce phénomène et aucune mesure n'est prise pour soutenir les activités existantes. Les agriculteurs urbains font face à des pressions foncières et réglementaires et doivent trouver des moyens de s'adapter à ce milieu urbain contraignant, notamment en développant des arrangements avec d'autres acteurs pour avoir accès aux ressources productives, spatiales et sociales dont ils ont besoin pour maintenir et développer leurs activités.

Contact : Ophélie Robineau, ophelie.robineau@cirad.fr

Approvisionnement en fruits et légumes du Languedoc-Roussillon pour l'association départementale des Restaurants du Cœur de l'Hérault

© Qualiméditerranée



▲ Fruits de la région Languedoc-Roussillon.

Dans le cadre du Programme Régional d'Offre Alimentaire en Languedoc-Roussillon, l'UMR Innovation a travaillé sur l'introduction des circuits courts dans le dispositif d'aide alimentaire, aujourd'hui essentiellement organisé en circuit long. En effet, il s'avère que :

- Les productions locales peinent parfois à trouver des débouchés et le travail des producteurs n'est pas toujours rémunéré correctement.

- Les produits distribués dans le cadre de l'aide alimentaire sont issus de circuits longs. Il est donc difficile de prendre en compte les conditions sociales et environnementales de production dans le choix du fournisseur.
- L'impact environnemental lié au transport et au mode de production peut être amélioré grâce à un approvisionnement local.
- Dans la démarche d'amélioration de la qualité nutritionnelle, la présence de produits frais comme des légumes et des fruits est une piste intéressante.

Ce projet s'inscrit dans la suite d'une première étude (2010-2011) démontrant la faisabilité d'un approvisionnement local. Cependant, le circuit court tel que défini par le ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Forêt (0 à 1 intermédiaire) n'est pas réalisable compte tenu des conditions tant du marché des Restos du Cœur (rupture de l'approvisionnement impossible) que de l'organisation des producteurs locaux. Un dispositif d'approvisionnement en Languedoc-Roussillon a alors été construit en gardant un double objectif :

- améliorer la fraîcheur des fruits et légumes pour les personnes accueillies aux Restos du Cœur de l'Hérault ;
- soutenir la production locale par l'orientation du marché des Restos du Cœur de l'Hérault vers les producteurs et intermédiaires locaux.

Pour sécuriser l'approvisionnement, le Marché d'Intérêt National (MIN) de Montpellier a été le support et le garant technique de ce dispositif.

Les résultats montrent à la fois une relocalisation de l'approvisionnement (une moyenne de 46 km), la participation de 19 producteurs, une coopération entre les grossistes qui ont sécurisé l'approvisionnement et des retombées économiques plus larges : une demande de duplication par la Fédération française des MIN, la légitimité des acteurs économiques locaux (producteurs, grossistes, MIN) investis dans ce dispositif à répondre à d'autres appels d'offres similaires (p. ex. demande d'un groupement d'achat de lycées).

Contact : Dominique Paturel, dpaturel@supagro.inra.fr



▲ *Vendeuses dans leur barque au marché flottant de Danmoen Saduak, Thaïlande.*

S. Perret © Cirad



Organisations, *filières et marchés*

Les nouveaux enjeux de sécurité alimentaire et de nutrition à l'échelle internationale réinterrogent les recherches sur les filières et les marchés agro-alimentaires. Ces recherches ont pris une place importante dans la communauté scientifique d'Agropolis depuis les travaux fondateurs de Louis Malassis. Elles visent aujourd'hui à mieux prendre en compte les comportements et les attentes des consommateurs et à analyser les différents leviers qui, depuis la production agricole jusqu'à la consommation, peuvent améliorer la durabilité de l'alimentation.

Les décisions d'achat et d'utilisation des denrées sont en effet déterminantes pour développer une alimentation saine et équilibrée, mais aussi pour réorienter l'impact des activités agricoles et agro-alimentaires sur l'environnement et dans la société. Ainsi, les responsabilités dans la durabilité globale de l'agriculture et de l'alimentation sont partagées par l'ensemble des acteurs des chaînes alimentaires. C'est bien sûr le cas lorsque se mettent en place des normes environnementales ou sociales, visant par exemple la protection des forêts ou le commerce équitable. Cette responsabilité partagée est aussi en jeu dans des questions comme la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou celle du gaspillage alimentaire, où des recherches sont en cours pour améliorer l'information du consommateur et orienter l'évolution du packaging ou des promotions commerciales. Les consommateurs subissent de fait de multiples influences et sont tiraillés entre leur désir de contribuer à la durabilité et leurs aspirations plus classiques à accéder à une alimentation abondante, diversifiée, saine et la moins chère possible...

L'analyse des comportements des consommateurs du Nord comme du Sud pousse alors à reconsidérer les interactions plus en amont dans chaque filière alimentaire et à examiner leur contributions à l'amélioration de l'alimentation.

Les chercheurs d'Agropolis étudient ainsi les innovations de produit, de procédé ou commerciales au sein d'une grande diversité de filières, en tenant compte des enjeux de durabilité et de sécurité alimentaires. Ces innovations concernent différents modèles agro-alimentaires depuis la production alimentaire domestique, jusqu'aux chaînes agro-industrielles, en passant par les circuits de proximité et les filières de qualité liée à l'origine ou valorisant l'agriculture biologique. La confrontation de ces modèles est maintenant présente dans tous les pays. Elle devient un trait de la globalisation et elle apparaît finalement indispensable pour améliorer la durabilité de l'alimentation.

Ce chapitre présente des exemples de recherches qui montrent comment la durabilité de l'alimentation se construit à partir de différentes formes d'interactions dans les filières et les marchés alimentaires. Ces travaux sont menés par les UMR Innovation, Moisa, ArtDev et MRM en associant souvent l'économie, les sciences de gestion et la sociologie. Les comportements des consommateurs sont par exemple décryptés en fonction des stratégies commerciales des firmes, jouant sur le gaspillage alimentaire ou l'obésité. D'autres travaux remontent plus en amont des filières en étudiant les processus de construction de la qualité des produits dans les pays du Nord et du Sud. C'est le cas des recherches sur les indications géographiques ou les systèmes agro-alimentaires localisés. Les questions plus globales de gouvernance de ces filières sont illustrées par des travaux qui rendent compte des négociations autour des normes sociales et environnementales, qui explorent l'adaptation des vignobles au changement climatique, ou qui analysent les stratégies permettant d'améliorer le fonctionnement des filières du riz en Afrique de l'Ouest.

**Jean-Marc Touzard (UMR Innovation)
& Paule Moustier (UMR Moisa)**



▲ Réunion de paysannes, Madagascar.
É. Penot © Cirad

Développement et processus d'innovations agricoles et alimentaires

L'UMR « *Innovation et Développement dans l'Agriculture et l'Agro-alimentaire* » (UMR Innovation, Montpellier SupAgro/Inra/Cirad) travaille sur les innovations agricoles et alimentaires considérées comme des processus d'actions individuelles et collectives aux niveaux technique et organisationnel. Elle s'intéresse à l'ensemble du processus : depuis les objectifs des acteurs (agriculteurs, organisations, entreprises, administrations, élus, recherche, etc.) jusqu'aux effets de développement induits par ces innovations. Elle associe pour cela des compétences en agronomie et sciences sociales (économie, sociologie, anthropologie, géographie, sciences de gestion, droit). Ses recherches, en France et à l'international, privilégient des analyses combinant approches compréhensives, diagnostic,

modélisation et conception d'outils d'accompagnement des acteurs dans l'innovation. L'UMR est organisée en trois équipes dont deux s'intéressent à la thématique « alimentation » :

- À l'échelle des exploitations agricoles, l'équipe « Systèmes de production agricole et changements techniques et organisationnels » analyse les dynamiques de changement impliquant agriculteurs et ménages ruraux.
- À l'échelle des systèmes agro-alimentaires, l'équipe « Construction sociale des marchés, qualités et développement territorial » (MarQualTer) analyse les dynamiques des produits et des marchés agro-alimentaires.
- À l'échelle des territoires de projet, l'équipe « Innovations territoriales » (IT) analyse les dynamiques et la gouvernance territoriale des relations villes-agricultures.

L'équipe MarQualTer s'intéresse à quatre processus d'innovation qui permettent aux agricultures familiales du Nord et du Sud de faire face à la mondialisation : la qualification des produits et l'internationalisation des signes de qualité ; le renouvellement des organisations de producteurs et des coopératives ; la recherche d'équité dans la construction sociale des marchés et le développement des systèmes agro-alimentaires localisés (SYAL). Ces innovations interrogent (i) l'évolution des relations entre alimentation et territoire, (ii) la nature de l'action collective et publique, (iii) les enjeux d'équité dans l'agro-alimentaire.

L'équipe IT analyse les dynamiques et la gouvernance territoriale des relations villes-agricultures. Ses recherches se focalisent sur les processus d'innovation à l'œuvre pour faire émerger des formes territoriales multifonctionnelles conjuguant agriculture et développement urbain. Les recherches portent sur l'analyse de la place de l'agriculture et de l'alimentation dans les modes d'habiter urbains et dans les politiques de la ville. Les concepts de publicisation, territorialisation, gouvernance, permettent d'analyser des situations d'innovation territoriale articulant politiques publiques, jeux d'acteurs et dynamiques spatiales.

L'UMR développe de nombreux partenariats en France (unités du département « Sciences pour l'Action et le Développement » de l'Inra, Cirad et universités, Réseau de Recherche sur l'Innovation, etc.), et à l'international avec des universités (Lisbonne, Wageningen, Cardiff, Pretoria, Antananarivo, Mexico, etc.) ainsi que des centres de recherche : Institut de Recherches Agricoles pour le Développement (Cameroun), Institut d'Économie Rurale (Mali), Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement supérieur (Costa Rica), Académie des Sciences Agricoles (Vietnam), etc. L'UMR fait également partie de réseaux scientifiques internationaux parmi lesquels l'*European research group* (SYAL) et *Agriculture, food and human values*. ●●●

Les équipes principales

UMR Innovation
Innovation et Développement dans
l'Agriculture et l'Agro-alimentaire
(Montpellier SupAgro/Inra/Cirad)
45 scientifiques

EA MRM
Montpellier Research in Management
(UM1/UM2/UM3)
140 scientifiques

Indications géographiques : valoriser des produits locaux pour une alimentation de qualité

Dans une démarche de recherche-action, l'équipe MarQualTer de l'UMR Innovation accompagne depuis plus de 10 ans le développement d'indications géographiques (IG) dans différents pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine. L'IG est un droit de propriété intellectuelle sur un signe identifiant un produit dont la réputation ou les qualités sont dues à son origine géographique. L'IG peut servir d'outil de qualification des produits et d'outil de communication, et, par conséquent, construire ou renforcer la réputation de ces produits.

Différentes formes d'appui sont apportées : appui juridique dans la rédaction des lois et décrets concernant les IG, études préliminaires pour la construction des cahiers des charges, sensibilisation et formation d'acteurs publics et privés, marketing et suivi-évaluation des IG enregistrées, etc. Ces actions ont toujours été menées en coopération avec des institutions locales : gouvernements nationaux et/ou provinciaux, universités, centres de recherche, groupements de producteurs, etc.

Initiées en Asie au début des années 2000, elles connaissent actuellement une croissance importante (178 IG enregistrées en Inde, 31 au Vietnam, 14 en Indonésie, 46 en Thaïlande, une forte dynamique au Cambodge et Laos). Les États asiatiques les utilisent afin de développer des filières, et sont très actifs dans l'accompagnement des dynamiques d'enregistrement.

Des projets d'appui sont également en cours en Afrique : auprès de l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (16 pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre) et du ministère de l'Agriculture tunisien*.

Les IG peuvent jouer un rôle important dans les processus de sécurisation alimentaire en améliorant l'information disponible pour des produits spécifiques répondant ainsi à une demande croissante en termes de traçabilité et de qualité, mais aussi, au niveau des producteurs en renforçant leur capacité d'action collective et en améliorant leur revenu. Avec le développement rapide des IG, il importe de poursuivre les recherches pour mieux comprendre les mécanismes permettant aux IG de jouer ce rôle. Après une thèse comparée sur la protection des IG en Inde/France/Europe, une autre thèse analyse les processus de construction des IG. Deux autres thèses démarrent fin 2013 et seront consacrées à une comparaison entre les IG, signe officiel de qualité, et un système plus informel de reconnaissance de la qualité liée au lieu : les Sentinelles *Slow Food*.

**Contacts : Didier Chabrol, didier.chabrol@cirad.fr
Delphine Marie-Vivien, delphine.marie-vivien@cirad.fr
Claire Cerdan, claire.cerdan@cirad.fr
Claire Durand, claire.durand@cirad.fr
Stéphane Fournier, stephane.fournier@supagro.inra.fr**

* Voir « Des Indications géographiques pour valoriser des produits locaux » www.cirad.fr/content/download/7626/80734/.../2013-F05-Chabrol.pdf



◀ Récolté en altitude, reflet d'une biodiversité remarquable et résultat de pratiques complexes, le miel d'Oku est blanc, crémeux, avec des arômes de fleurs, caractéristiques très originales en Afrique. C'est la première indication géographique africaine enregistrée par l'OAPI.

© D. Chabrol

Indications géographiques en Méditerranée : des signes pour quel développement ?

L'équipe REGAAL* (UMR Moisa) conduit des programmes de recherche, de coopération et de formation sur les indications géographiques (IG) en Méditerranée depuis 2000. Les analyses portent sur les conditions d'émergence, d'efficacité et de gouvernance des IG du local à l'international : instruments de différenciation, d'abord européens, puis turcs ou marocains, les IG interagissant avec les normes commerciales et environnementales globales. Masters, thèses, études, bases de données, conférences, séminaires, formations, publications, sont conduits par le CIHEAM-IAM.M, membre de Moisa en partenariat international pour structurer un réseau méditerranéen soucieux de la qualité agro-alimentaire et des dynamiques territoriales.

**Contacts : Hélène Ilbert, ilbert@iamm.fr
Selma Tozanli, tozanli@iamm.fr, Fatima Fort, fort@supagro.fr
& Fatima Elhadad, elhadad@iamm.fr**

* Recherches sur les gouvernances consommateurs, entreprises, et filières agro-alimentaires et rurales



F. Boucher © Cirad

Système agro-alimentaire localisé (SYAL) et développement de territoires marginaux

▲ Maison d'une famille de la coopérative Esposel produisant du café, Mexique.

Un projet de développement de micro-entreprises rurales (2007 – 2008) a été impulsé par l'UMR Innovation dans plusieurs communautés indiennes de la Selva Lacandona du Chiapas (Mexique), une région très isolée, marginalisée et pauvre. Ce projet visait à la fois la réduction de la pauvreté dans cette région, la diminution de la pression sur les ressources naturelles et le ralentissement des processus de dégradation environnementale, l'intégration des politiques de développement social dans un cadre de développement territorial, participatif et soutenable. Il s'agissait d'aider l'organisation et la mise en route de 16 agro-industries rurales (AIR) (transformation agro-alimentaire, artisanat, micro-usine de potabilisation d'eau, coopératives de vente, etc.) et de renforcer les capacités de gestion et d'innovation des acteurs impliqués.

Des ateliers participatifs ont été organisés sur l'innovation technologique, l'organisation et la gestion d'une entreprise, l'amélioration des procédés de production, l'analyse de marché et la commercialisation. Cette première étape a permis d'induire une dynamique territoriale collective autour de la consolidation de ces AIR, de la diffusion des savoir-faire et

de l'innovation. « L'Alliance des AIR de la Selva Lacandona » et la marque collective « Agro-industries rurales de la Selva Lacandona » furent également créées.

Ce projet a permis d'identifier les conditions de viabilité des AIR :

- la rentabilité économique des micro-entreprises ;
- la nécessité d'investir dans un environnement préalable favorable (éducation, santé, nutrition, infrastructures, services de base) indispensable à la création et à la pérennisation de petites entreprises en milieu rural ;
- la résolution des problèmes d'organisation, d'action collective et de *leadership* au sein des groupes qui sont le fait d'une méfiance entre les membres et d'une définition des rôles mal comprise.

Des activités liées à ce projet — appuis techniques et formations aux différents groupes, organisation d'un marché chaque année à San Cristobal et ventes de produits à Mexico avant les fêtes de fin d'année — ont perduré jusqu'en 2012.

Contact : François Boucher, fymboucher@yahoo.com

Le groupement d'intérêt scientifique « Systèmes agro-alimentaires localisés » GIS-SYAL

Le concept de système agro-alimentaire localisé (SYAL) s'est affirmé à partir de la rencontre de travaux sur la valorisation des produits des agricultures familiales et des recherches sur les formes de coopération au sein des territoires (*districts, clusters, systèmes productifs localisés*). Il se définit comme (i) un objet concret (un ensemble d'activités agro-alimentaires dans un territoire donné), (ii) une démarche (une manière de penser et d'aborder l'étude en situation des activités agricoles et alimentaires dans leurs interactions systémiques), (iii) une catégorie organisationnelle susceptible d'appuis financiers dans le cadre des politiques publiques et des projets de développement.

Depuis sa création en 2000, le GIS SYAL s'attache à un effort de clarification pour préciser les différentes acceptions des SYAL et leurs limites. Ce groupement d'intérêt scientifique a pour objectif de comprendre les dynamiques de territorialisation et des processus d'ancrage territorial des activités agro-alimentaires par la coordination et la conduite d'actions de recherche, de développement et de formation. Il s'agit de représenter la diversité des formes possibles de cet ancrage et de rendre intelligibles les moteurs de leur évolution temporelle. Le GIS entend ainsi contribuer à l'analyse du développement rural en accordant une place centrale aux ressources et cultures alimentaires locales, aux agricultures familiales et leur coopération possible au sein d'un territoire. La création du GIS SYAL France a été suivie par la création en 2008 de l'*European Research Group (ERG) SYAL*, contribuant ainsi à structurer l'espace de recherche européen.

Contacts : Claire Cerdan, claire.cerdan@cirad.fr
François Casabianca, fca@corse.inra.fr
& Nadine Kelemen, nadine.kelemen@cirad.fr

Pour plus d'informations : <http://syal.agropolis.fr>

Dissonance cognitive et comportement alimentaire des consommateurs

Dans le domaine de la consommation, la situation actuelle à laquelle sont confrontés les consommateurs peut sembler paradoxale. D'une part, la consommation est un élément structurant de nos sociétés industrielles et retient toute l'attention tant des pouvoirs publics que des entreprises industrielles, de par son rôle moteur dans la croissance économique. D'autre part, l'actualité, les discours ambiants relayés par les médias et les associations de consommateurs alertent ces derniers sur les crises alimentaires, les problèmes de santé (obésité, cancers, allergies, etc.), les désastres écologiques, etc. Les consommateurs prennent ainsi progressivement conscience des multiples enjeux sociétaux de la consommation, des incertitudes et des dangers économiques, environnementaux, sociaux et sociétaux d'une course mondiale à la croissance par la consommation. En réponse, « moins consommer, mieux consommer » devient une préoccupation de plus en plus partagée par les individus. Or, cette attitude se trouve en contradiction avec les besoins et envies des consommateurs.

L'écart entre les attitudes critiques que les consommateurs développent à l'égard de la consommation et les comportements de forte consommation toujours adoptés crée un inconfort psychologique qui pousse à agir : c'est la « dissonance cognitive ». Les stratégies pour la réduire ont été identifiées : l'évitement de l'information consonante, l'interprétation, la décredibilisation, la recherche d'information, la trivialisatoin, l'hypocrisie, la dilution comparative, le changement conatif (décidé ou effectif). Ainsi, le changement de comportement apparaît comme une réponse marginale et consécutive à d'autres réactions. Les stratégies les plus courantes se situent au niveau du traitement de l'information : les consommateurs évitent certaines sources d'information ou n'intègrent pas certaines informations. Ils justifient également leur comportement en niant les effets directs de leur propre consommation face à la totalité des comportements.

AlphaSpirit © Shutterstock



▲ *Choix de produit par le consommateur.*

Cette recherche entreprise par l'EA MRM tente d'identifier les stratégies de réduction de ces écarts et les profils des consommateurs face à ces stratégies. Elles pourraient ainsi permettre d'approfondir les phases de transition et de changement ainsi que proposer des pistes pour adopter de nouveaux comportements alimentaires.

Contacts :

Gilles Séré de Lanauze, gilles.sere-de-lanauze@univ-montp2.fr
& **Béatrice Siadou-Martin**, beatrice.siadou-martin@univ-montp2.fr

Sciences de gestion appliquées à l'agro-alimentaire

Montpellier Research in Management (EA MRM, UM1/UM2/UM3) est une équipe d'accueil (EA) fondée en janvier 2011, issue du regroupement de quatre unités de recherche : le Centre de Recherche en Gestion des Organisations, le Centre de Recherche sur le Management et les Marchés, le Centre de Recherche du Groupe Sup de Co Montpellier *Business School* et l'Équipe de Recherche sur la Firme et l'Industrie. Elle associe des tutelles de natures différentes (universitaires et consulaires) et accueille les enseignants-chercheurs en gestion des trois universités montpellieraines, de Sup de Co Montpellier *Business School* et de l'Université de Perpignan *Via Domitia* (UPVD).

À ce jour, MRM est un laboratoire en gestion de taille importante avec 140 enseignants-chercheurs statutaires et 70 doctorants.

MRM produit des savoirs dans les domaines fondamentaux des sciences de gestion : comptabilité/contrôle de gestion ; entrepreneuriat ; finance ; gestion des ressources humaines ; marketing ; stratégie ; systèmes d'information. MRM investit des champs d'application particuliers liés à l'historique des composantes du laboratoire et de l'environnement régional tant au plan de la recherche académique qu'au niveau socio-économique : agro-alimentaire, développement durable, innovation, santé.

Les chercheurs de MRM impliqués dans le champ agro-alimentaire s'intéressent aux stratégies et outils de gestion développés par les entreprises agro-alimentaires,

activité économique très présente en Languedoc-Roussillon. Il s'agit d'étudier les leviers d'actions de la performance des entreprises agro-alimentaires considérées comme des acteurs individuels ou collectifs et à travers le regard de plusieurs acteurs (investisseurs, partenaires commerciaux, consommateurs, etc.). ●●●

Autres équipes concernées par ce thème

UMR ART-Dev
Acteurs, ressources et territoires dans le développement
(CNRS/UM3/Cirad/UPVD/UMI)
60 scientifiques

UMR Moisa
Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs
(Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/CiTEAM-IAM.M)
Une soixantaine de scientifiques

Le *packaging* alimentaire standardisé Un outil de prévention de l'obésité ?

Face aux chiffres alarmants du surpoids et de l'obésité en France (32 % des français sont en surpoids et 14,5 % d'entre eux souffrent d'obésité) cette recherche vise à étudier les effets du *packaging* sur l'attitude envers les friandises et leur consommation. Bien que plusieurs recherches se soient interrogées sur la responsabilité du *marketing* alimentaire dans la progression de l'obésité et pointent du doigt la taille des portions proposées, seulement quelques-unes se sont intéressées aux effets exclusivement visuels du *packaging* sur la consommation alimentaire. La fonction du *packaging* est de protéger le produit, mais, surtout, d'informer sur le produit, d'attirer l'attention, de faciliter la reconnaissance de la marque et d'influencer le choix en linéaire.

Dans ce contexte, quels pourraient être les effets d'un *packaging* alimentaire dépourvu de ses fonctions esthétiques ? Le *packaging* alimentaire standardisé peut-il être utilisé comme un élément de prévention de l'obésité ?

Dans le cadre de recherches sur la prévention anti-tabac, Gallopel-Morvan *et al.* (2011) proposent comme stratégie préventive l'utilisation d'un *packaging* standardisé, c'est-à-dire, un *packaging* duquel on retire tout signe distinctif de la marque (slogan, logo ou couleur). Le *packaging* standardisé est reconnu comme une stratégie de prévention anti-tabac efficace : il diminue l'appréciation des cigarettes et l'envie de fumer. Sur la base de ces travaux, l'objectif de cette recherche menée en collaboration par des chercheurs de différents laboratoires (dont l'EA MRM) est d'étudier l'effet du *packaging* standardisé sur l'appréciation et la consommation de friandises, permettant ainsi d'évaluer son efficacité potentielle dans le cadre de la prévention de l'obésité.

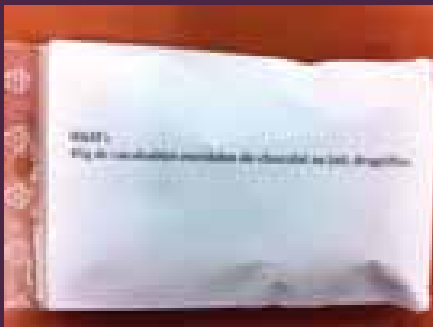
Contacts : Carolina Werle, c.werle@grenoble-em.com
Laurie Balbo, l.balbo@supco-montpellier.fr
& Cindy Caldara, cindy.caldara@upmf-grenoble.fr

Condition « *packaging normal* »



◀ Exemples de stimuli utilisés dans les études.

Condition « *packaging standardisé* »



Le *packaging* alimentaire standardisé peut-il être un outil de prévention de l'obésité ? Une étude exploratoire appliquée aux produits de *snacking*, 8^e Journée du marketing agro-alimentaire, Montpellier, 24 septembre 2012.

Les stratégies (financières, gestion du risque, gouvernance, *marketing*, entrepreneuriales, d'innovation, de systèmes d'informations, etc.) ainsi que les formes de gouvernance et d'organisation (travail en réseau des petites entreprises, coopération et proximité, etc.) sont étudiées. Les recherches tentent de déterminer dans quelle mesure ces différents éléments contribuent à la création de valeur. De même, est examinée la capacité des petites et moyennes entreprises (PME) agro-alimentaires à organiser des chaînes de valeur « alternatives »

et à les rendre durables. Cette problématique concerne toutes les parties prenantes (investisseurs, clients, fournisseurs, etc.). Face au développement des problématiques de responsabilité sociale de l'entreprise, le comportement du consommateur dans le domaine des marques alimentaires ainsi que les sources de valorisation pour ce dernier sont également un axe important de ces travaux, notamment l'étude des relations entre consommateurs et produits, marques, appellations et terroirs.

L'axe agro-alimentaire du laboratoire MRM souhaite rassembler et mobiliser les acteurs montpellierains qui travaillent sur cette question en apportant une transversalité et une pluralité des regards. MRM est ainsi partenaire de l'UMR Moisa (*via* une convention de partenariat pour la recherche entre MRM et Moisa), de la Chaire UNESCO « Aliments du monde » et du Labex Entreprendre dans le cadre duquel sont menées plusieurs recherches intéressantes le champ agro-alimentaire. ■

Filière rizicole et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest

© F. Lançon



▲ Collecte du riz décortiqué, Nigéria.

Le riz est un des produits emblématiques de la dépendance alimentaire des pays d'Afrique sub-saharienne et d'Afrique de l'Ouest en particulier. Les importations représentent environ la moitié de la consommation totale et la zone est un des principaux marchés pour les pays asiatiques exportateurs de riz dont elle absorbe plus du quart des volumes exportés. Cette dépendance au marché mondial a été provoquée par une mutation rapide des habitudes alimentaires dans les grandes villes où le riz est mieux adapté aux contingences de la vie urbaine que les céréales et autres tubercules produits localement (facilité de conservation, facilité de préparation). Elle a également été soutenue par la croissance et la permanence de surplus exportables induits par les politiques agricoles des pays asiatiques exportateurs (Thaïlande, Vietnam, Inde) qui ont pesé à la baisse sur le prix international du riz au cours des années 1990 jusqu'à la hausse du prix en 2008.

Les travaux conduits par les chercheurs de l'UMR ART-Dev, en collaboration avec des partenaires africains, ont caractérisé les mécanismes qui expliquent la permanence de ce déficit rizicole. Ils mettent en exergue la forte segmentation entre les dynamiques observées au niveau international et celles au niveau des marchés domestiques. La hausse des prix de 2008 s'est ainsi transmise de façon temporaire et inégale dans les différents pays de la sous-région. Cette segmentation entre marché du riz importé et du riz produit localement est aussi le produit de l'incapacité des filières de riz local à offrir un riz de qualité comparable (propreté, homogénéité) à celui du riz importé et de façon permanente. Cette segmentation des marchés rizicoles réduit les effets des incitations publiques à l'intensification de la production rizicole dans la région.

Contact : Frédéric Lançon, frederic.lancon@cirad.fr

Des initiatives transnationales et multi-parties prenantes pour définir des normes sociales et environnementales dans les filières agricoles

Dans un contexte de critique écologique croissante, des initiatives d'élaboration de standards durables pour les commodités agricoles sensibles (café, cacao, palmier à huile, soja, biocarburants, canne à sucre, coton, etc.) se sont développées à travers un processus de « tables rondes ». Ces initiatives multi-parties prenantes ont pour caractéristique de proposer des dispositifs ouverts de négociation réunissant à l'échelle mondiale des opérateurs économiques des filières agro-alimentaires (producteurs, grossistes, banques, distributeurs, etc.) mais aussi des ONG dites « sociales » et « environnementales », internationales et locales, pour définir, promouvoir et contrôler une agriculture durable.

Présentées comme privées et volontaires, ces initiatives étayent leur légitimité sur une proposition de faire participer et représenter toutes les catégories de *stakeholders*, de façon équilibrée au sein de processus participatifs et inclusifs, par le dialogue et la recherche de consensus. Bien que présentées comme de nouveaux espaces favorisant l'apprentissage des acteurs pour la recherche de solutions « soutenables », ces initiatives ont aussi été critiquées pour leur difficulté d'inclusion réelle de toutes les voix et leur faible capacité à proposer des solutions innovantes.

Contacts : Emmanuelle Cheyns, emmanuelle.cheyns@cirad.fr
Benoit Daviron, benoit.daviron@cirad.fr
Marcel Djama, marcel.djama@cirad.fr
Eve Fouilleux, eve.fouilleux@cirad.fr
Sylvaine Lemeilleur, sylvaine.lemeilleur@cirad.fr
& Isabelle Vagneron, isabelle.vagneron@cirad.fr

© E. Cheyns



▲ Conférence annuelle de la Table ronde sur le palmier à huile durable.

▶ 'World café' (groupes de discussion) à la Table ronde sur le soja responsable.



© L. Silva Castaneda

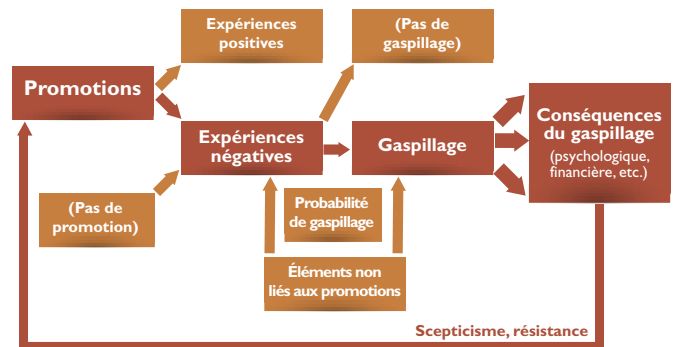
Déterminants du comportement de gaspillage alimentaire des consommateurs

Dans la lignée des travaux conduits sur la consommation durable, l'UMR Moisa a engagé des recherches sur le comportement de gaspillage alimentaire. En effet, la réduction du gaspillage alimentaire est aujourd'hui un objectif de l'action publique française et européenne. 2014 sera ainsi « l'année européenne de lutte contre le gaspillage alimentaire ». Les travaux entamés portent d'une part sur l'impact des promotions sur le gaspillage alimentaire. Si des recherches ont déjà montré l'effet des promotions sur l'achat, l'impact des promotions sur le gaspillage n'a pas encore été analysé. Dans le cadre d'une thèse qui a débuté en septembre 2012, les relations entre promotions et gaspillage sont analysées. Celles-ci peuvent être de différentes natures. L'achat en promotion peut générer des expériences négatives (par exemple, achat d'essai d'un produit qui s'avère décevant) qui peuvent conduire au gaspillage. Réciproquement, après avoir gaspillé un produit acheté en promotion, un consommateur peut être davantage sceptique vis-à-vis des promotions et, plus largement, des marques et/ou des distributeurs.

D'autre part, l'UMR Moisa s'intéresse à l'aversion au gaspillage des consommateurs. En effet, des travaux de psychologie sociale montrent que l'aversion au gaspillage des consommateurs influence leur comportement d'achat. Néanmoins, ces travaux se placent dans des contextes où tous les choix proposés aux consommateurs satisfont leurs besoins.

Les recherches s'intéressent plus précisément à l'arbitrage entre le manque et le gaspillage : l'aversion au gaspillage est-elle toujours présente quand le consommateur est face à un tel arbitrage ? Enfin, un dernier axe de travail concerne la restauration hors foyer, pour laquelle est étudiée l'efficacité de différents types de messages pour les quantités gaspillées.

Contacts : Sandrine Costa, Sandrine.costa@supagro.inra.fr
Guillaume Le Borgne, leborgng@supagro.inra.fr
& Lucie Sirieix, sirieix@supagro.inra.fr



▲ *Modèle conceptuel des relations entre promotions et gaspillage alimentaire.*

Les vignes et les vins français face au changement climatique Quels scénarios d'adaptation ?

© J.-M. Touzard



▼ *Banuyls en automne, France.*

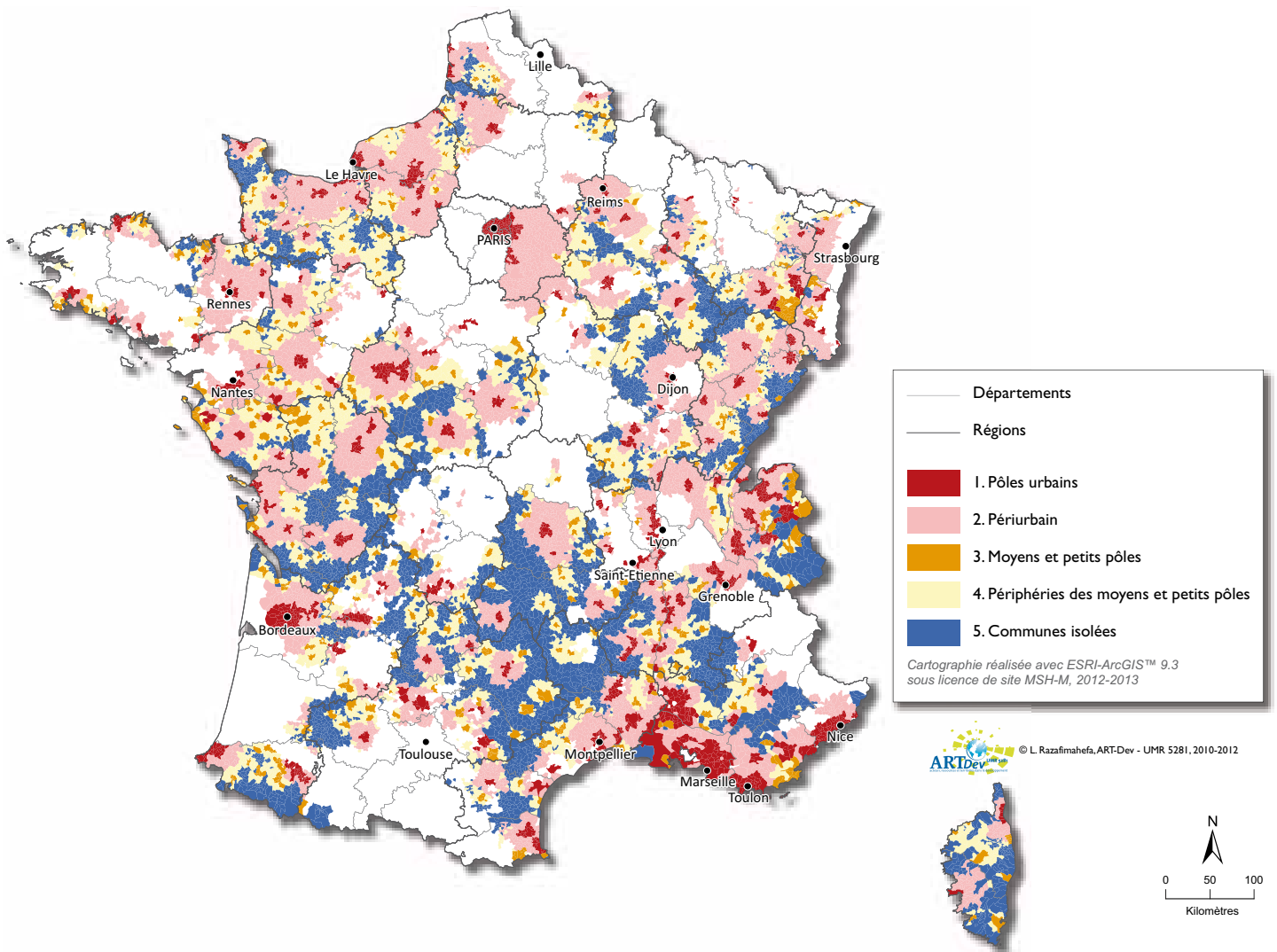
La viticulture dépend étroitement du climat, qui influence le développement de la vigne et la qualité du vin. Les changements déjà intervenus impactent les produits et leurs profils sensoriels ; l'élévation du degré alcoolique induit des conséquences sur la consommation et potentiellement sur la santé des consommateurs. Des stratégies d'acteurs apparaissent dans la filière, depuis les producteurs qui utilisent des technologies nouvelles, jusqu'aux consommateurs. La viticulture devient ainsi une référence pour étudier les effets du changement climatique et un véritable laboratoire pour analyser les stratégies d'adaptation, combinant innovations techniques, changements institutionnels et choix de localisation.

Au sein du métaprogramme « Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt » de l'Inra, le projet « Long term impacts and Adaptation to Climate Change in Viticulture and Enology » construit depuis 2012 un réseau scientifique sur ces questions. Pilotés par deux chercheurs de Montpellier et Bordeaux, sept groupes de travail rassemblent 22 équipes de l'Inra, dont la moitié sur Montpellier*, ainsi que plusieurs laboratoires associés du CNRS et d'universités (Dijon, Bordeaux, Angers, Limoges, etc.).

Le volet « prospective stratégique », conduit par l'Institut des hautes études de la vigne et du vin, l'UMR Moisa et l'UMR Innovation, doit formuler des recommandations en construisant avant 2015 différents scénarios d'adaptation à évaluer aux plans économique, sociologique et environnemental. Il s'appuie sur les travaux prospectifs déjà réalisés avec FranceAgrimer dans le secteur, et mobilise dans chaque région viticole des groupes de travail associant chercheurs et acteurs de la filière. Sont attendues des questions clés pour la programmation de la recherche et des recommandations pour les politiques économiques d'un secteur qui conserve en France une place spécifique au sein de l'agro-alimentaire...

Contacts : Jean-Marc Touzard, touzard@supagro.inra.fr
& Hervé Hannin, hannin@supagro.inra.fr

* UMRs Innovation, Lepse, SPO, AGAR, Lisah, System, Mistea, Moisa, IATE, UE Pech Rouge et Vassal.



▲ Le zonage en aires urbaines pour les communes ayant des appellations d'origine (France, 2010).

Territoires des appellations d'origine et espaces métropolisés (France)

La localisation des appellations d'origine contrôlée dans les communes françaises suivant un contexte de métropolisation est originale du fait de la diversité des modèles de qualification et d'interaction avec les aires urbaines. Les appellations d'origine produisent des territoires à travers une double tension, celle des aires sous influence urbaine, mais également celle des territoires agricoles capables de projets sur des périodes relativement longues. Ces modèles de qualification (AOC*, AOP**) peuvent être caractérisés par la relation avec le foncier ; c'est le cas du Massif Central où les acteurs vont utiliser des superficies importantes pour développer leurs modèles de qualification. Ils peuvent également être mobilisés en termes de développement, comme en Corse où les traditions agricoles, forestières mais également alimentaires, ont permis le maintien d'un certain nombre d'exploitants dans les territoires notamment de faible densité.

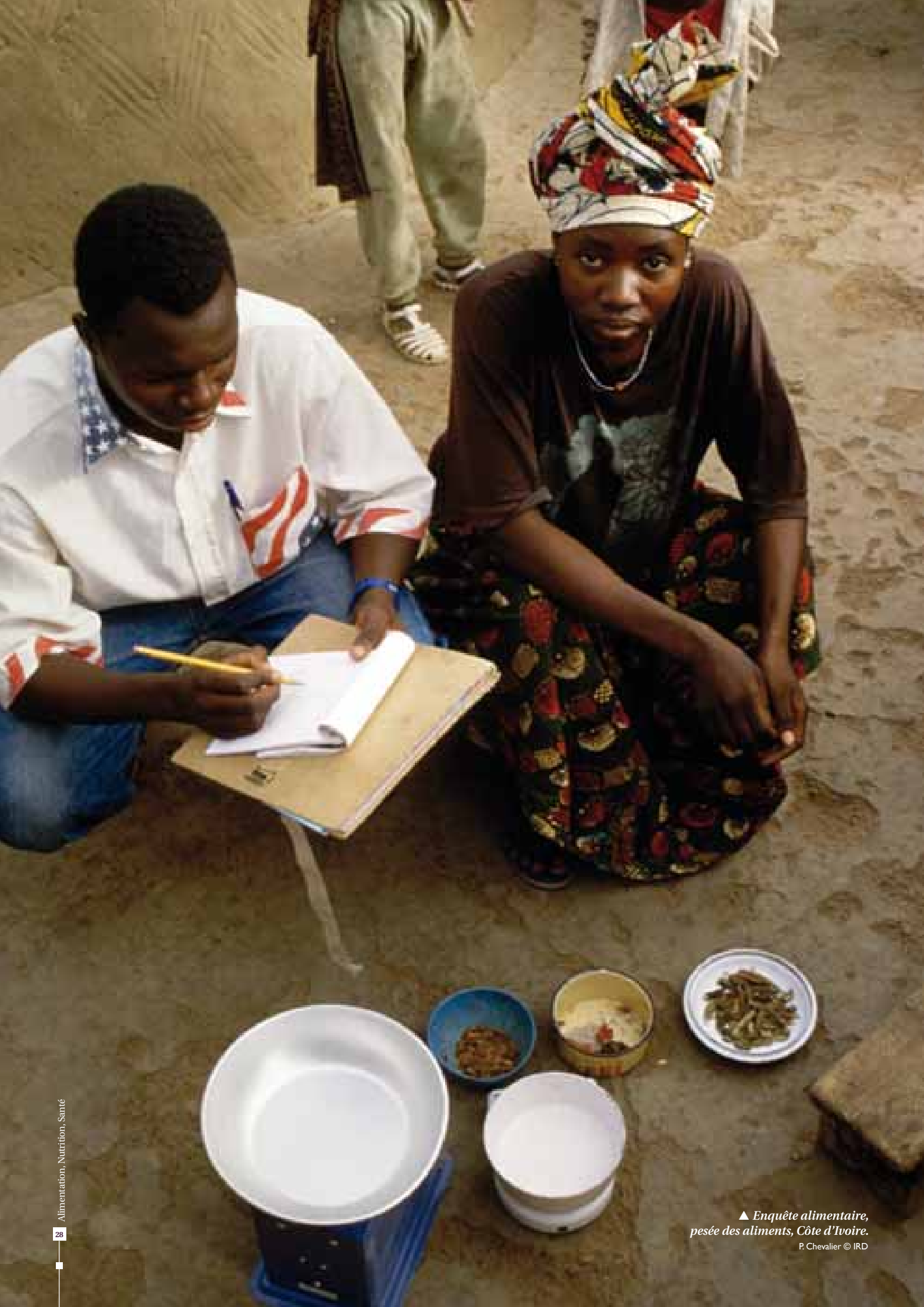
La présence d'appellations viticoles dynamiques dans des territoires fortement urbanisés illustre une forme d'occupation de l'espace avec des zonages dans ce cas beaucoup plus atomisés. Des espaces de résistance à la pression urbaine se

forment, montrant ainsi l'intérêt du système d'appellation à protéger des territoires agricoles, en adéquation avec sa fonction première qui avait été imaginée dans les années 1930. La place des armatures urbaines, le rôle des processus de couloir et les questions d'étalement montrent l'intérêt d'une gestion du foncier agricole dans les espaces urbanisés. De même, les phénomènes de protection et d'interrelations entre les espaces urbains et les espaces ruraux méritent une attention particulière. Une tentative de renfort du caractère territorial des indications géographiques est en marche. Un double enjeu s'engage, celui de continuer à renforcer les agricultures d'appellation dans un souci de protection des produits, et celui de maintenir une agriculture de qualité dans des territoires qui n'auraient pas d'autres alternatives, devenant un outil de la planification territoriale et de gouvernance alimentaire.

Contacts : Marc Dedeire, marc.dedeire@univ-montp3.fr & Lala Razafimahefa, lala.razafimahefa@univ-montp3.fr

*Appellation d'Origine Contrôlée

**Appellation d'Origine Protégée



Aspects épidémiologiques *et impacts des comportements* alimentaires sur la santé

Les preuves scientifiques s'accumulent aujourd'hui en ce qui concerne la mise en évidence du rôle des comportements alimentaires dans l'origine de maladies et dans l'atténuation des conséquences d'une maladie chronique. Les exemples de recherche présentés dans ce chapitre visent à mieux identifier les comportements délétères et leurs impacts à court et à long terme sur la santé et la qualité de vie. Quelles sont les raisons de l'installation de ces comportements alimentaires préjudiciables à la santé ? Quels en sont les facteurs déclencheurs ? Et pour quelles motivations ? Qu'est-ce qui engendre une dépendance alimentaire ?

Si l'obésité, le diabète de type 2, l'hypertension et les cancers sont les maladies comportementales en lien avec l'alimentation les plus connues, d'autres émergent aujourd'hui du fait de carences ou, au contraire, de surconsommation. Ainsi, ces recherches ont également pour objectif de repérer des comportements nutritionnels aggravant des maladies déjà installées ou provoquant de nouvelles pathologies appelées « comorbidités ». Enfin, ces études permettent aussi d'identifier des comportements alimentaires protecteurs de santé et favorables au vieillissement réussi.

Elles amènent alors à isoler un nutriment, un aliment, un complément alimentaire ou un comportement nutritionnel à travers des trajectoires de vie ou des groupes de sujets. Des études de suivi longitudinal sont ainsi réalisées en population générale ou sur des groupes isolés de personnes.

Ces travaux font collaborer des chercheurs en épidémiologie, en médecine, en nutrition, en psychiatrie, en psychologie, en sciences du sport et en sociologie. De ces recherches mécanistiques découlent des recherches interventionnelles non médicamenteuses visant à tester l'efficacité et les coûts/efficacité d'une innovation nutritionnelle dans l'optique de prévenir une maladie ou de mieux vieillir.

Ces recherches sont menées en collaboration avec des centres hospitaliers, des cliniques, la médecine de ville et les associations de patients. Elles conduisent à des collaborations avec des entreprises, et, dans certains cas, favorisent l'éclosion de *startups* innovantes.

Pr. Grégory Ninot
(Laboratoire Epsilon)



▲ *Aliments du régime méditerranéen.*

Facteurs métaboliques et nutritionnels dans les maladies neuropsychiatriques

L'UMR et laboratoire européen associé (LEA) « *Neuropsychiatrie : recherche épidémiologique et clinique* » (Inserm/UM1/*Institute of Psychiatry*) a pour objectif de mieux comprendre les processus à l'origine des pathologies neuropsychiatriques et d'améliorer les modes de prise en charge des personnes touchées par ces maladies. Les études menées dans le laboratoire combinent des méthodes utilisées en épidémiologie (études en population) et en recherche clinique (en milieu hospitalier). Ces recherches portent sur les démences, les troubles du sommeil, la dépression, les conduites suicidaires, les troubles

anxieux, le stress post-traumatique et l'évaluation des services de soins. Installée au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Montpellier (Hôpital La Colombière), l'unité regroupe des chercheurs de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) et des cliniciens des services universitaires de Psychiatrie, Neurologie, Neuroradiologie et Biochimie. Au niveau régional, l'unité travaille en collaboration avec l'Institut de Neurosciences de Montpellier et le département universitaire de Santé publique.

Une des quatre équipes structurant l'unité s'intéresse au vieillissement cognitif et a développé des projets axés sur l'identification de facteurs de risque et la détection de marqueurs biologiques et cérébraux dans les troubles cognitifs liés à l'âge. Ils permettront de cibler les populations à risque afin d'élaborer des stratégies de prévention et de traitement innovantes à des stades précoces de détérioration cognitive et d'étudier l'hétérogénéité des déterminants du vieillissement cérébral. Cette approche des troubles cognitifs repose sur des données de neuropsychologie, des échelles neuropsychiatriques, des données cliniques ainsi que sur l'imagerie cérébrale morphologique et fonctionnelle.

Ces projets permettent d'étudier notamment l'impact des facteurs métaboliques et nutritionnels dans la survenue des troubles neuropsychiatriques. Ainsi, depuis 1999, une étude longitudinale menée par l'unité s'intéresse, entre autres, au lien entre nutrition et santé, spécifiquement le vieillissement cérébral en population générale. Cette étude (*cf. ci-contre*) fait partie d'un programme de recherche multicentrique — l'étude des 3 cités — dont l'objectif principal est d'analyser la relation entre facteurs de risque vasculaires et vieillissement cérébral (démence et maladie d'Alzheimer, accidents vasculaires cérébraux). La complémentarité des résultats obtenus dans des populations et contextes différents étant très importante en épidémiologie, les travaux sont aussi menés en collaboration avec d'autres équipes nationales ou internationales pour permettre l'accès à des données issues de différentes cohortes (projets EVA « Épidémiologie du vieillissement artériel », GAZEL, E3N « Étude Épidémiologique auprès de femmes de la Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale », *Whitehall II*, WHICAP-*Washington Heights Inwood Columbia Aging Project*). ●●●

Les équipes principales

EA « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé »
Laboratoire Epsilon
(UM1/UM3)
52 scientifiques

UMR et LEA « Neuropsychiatrie : recherche épidémiologique et clinique »
(Inserm/UM1/*Institute of Psychiatry*)
40 scientifiques dont 3 sur la thématique

Étude COGINUT

Rôle de la nutrition dans le vieillissement du cerveau

Avec le vieillissement de la population, le nombre de personnes âgées souffrant de maladie d'Alzheimer augmente. Cette maladie se caractérise par des troubles de la mémoire retentissant sur l'autonomie dans la vie quotidienne. Parmi les pistes de recherche actuelles pour la prévention, la nutrition suscite un intérêt croissant. En effet, l'alimentation apporte des nutriments indispensables au développement et au fonctionnement du cerveau comme les acides gras de la famille oméga-3 trouvés dans les poissons gras, des antioxydants comme les vitamines C et E, et les caroténoïdes apportés par les fruits et légumes. L'objectif général de COGINUT était d'analyser l'association entre la consommation de ces nutriments et le fonctionnement cérébral chez des personnes âgées, et d'en élucider les mécanismes sous-jacents : diminution de l'inflammation à bas bruit du cerveau et régulation de gènes qui interviennent dans la plasticité du cerveau.

Le projet COGINUT a été développé au sein de l'étude des 3 cités*, qui a inclus en 1999 plus de 9 000 personnes âgées de 65 ans et plus, volontaires, habitant à Bordeaux, Dijon et Montpellier. L'objectif général de l'étude des 3 cités, mise en place à Montpellier par l'UMR « Neuropsychiatrie : recherche

épidémiologique et clinique », est d'identifier des facteurs de risque de vieillissement cérébral, en particulier cardiovasculaires, sur lesquels il est possible d'agir. Les participants ont été interrogés sur leurs habitudes alimentaires et suivis environ tous les deux ans pendant sept ans avec une évaluation de leurs performances intellectuelles. Grâce aux prélèvements sanguins effectués au début de l'étude, des mesures des acides gras et des caroténoïdes ont été réalisées ainsi que des marqueurs de l'inflammation et de l'oxydation des lipides.

Cette étude a montré que les personnes âgées qui consomment du poisson au moins une fois par semaine, en association avec une consommation quotidienne de fruits et légumes, ont un risque diminué de 30 % de développer une détérioration intellectuelle sévère. La consommation régulière d'huile d'olive est également associée à un moindre risque de déclin intellectuel et d'accident vasculaire cérébral. Ces aliments sont à la base du régime méditerranéen, associé à de meilleures performances intellectuelles.

Contact : Claudine Berr, claudine.berr@inserm.fr

* www.three-city-study.com

Rôle de l'alimentation dans les trajectoires de symptomatologie dépressive et de performances cognitives

Parmi les facteurs exogènes et modifiables impliqués dans le vieillissement cérébral, l'alimentation suscite un intérêt croissant. L'effet potentiellement bénéfique de certains nutriments sur les processus physiopathologiques impliqués dans la dépression et le déclin des performances cognitives, combiné au fait que l'alimentation est un comportement modifiable, a entraîné l'émergence de nombreux travaux sur les associations entre aliments/nutriments et maladies neuropsychiatriques. Ces travaux n'ont pas pour autant déterminé la place de l'alimentation dans ces relations (causes ou conséquences), la période de vie durant laquelle l'alimentation aurait un impact prédominant (vie adulte, vie âgée) ni même le type de régime alimentaire potentiellement bénéfique.

Des travaux de recherche menés par l'UMR « Neuropsychiatrie : recherche épidémiologique et clinique » visent à apporter des réponses à ces interrogations afin de mieux appréhender la complexité des relations entre alimentation et dépression/déclin cognitif et, à terme, élaborer des campagnes de prévention ciblées sur l'alimentation permettant de réduire efficacement l'incidence des maladies neuropsychiatriques. Ces travaux reposent sur l'exploitation de données épidémiologiques recueillies dans plusieurs cohortes françaises, mais également britanniques. Dans celles-ci, sont appliquées des méthodes permettant de considérer l'alimentation dans sa globalité et d'étudier, en appliquant des méthodes statistiques adaptées, la séquence temporelle des associations « alimentation-maladies neuropsychiatriques » au sein de populations hétérogènes (origine culturelle, niveau socioéconomique, état de santé, mode de vie).



▲ Relations entre alimentation et dépression.

Il a été récemment mis en évidence chez les femmes de la cohorte britannique Whitehall que l'amélioration ou le maintien d'une bonne alimentation (évaluée par un score*) au cours des 10 ans de suivi diminuait de 65 % leur risque de développer des symptômes dépressifs récurrents par rapport aux femmes avec un faible score. Cette relation n'a pas été retrouvée chez les hommes.

Contact : Tasnime Akbaraly, tasnime.akbaraly@inserm.fr

Pour plus d'informations : <http://presse-insERM.fr/qualite-de-l'alimentation-et-recurrence-des-episodes-depressifs/6461/>

* Le score du *Alternative Healthy Eating Index (AHEI)* est basé sur les apports alimentaires en fruits, légumes, noix, soja, fibres, acides gras trans, sur le ratio de viande blanche par rapport à la viande rouge, le ratio d'acides gras polyinsaturés par rapport aux acides gras saturés, la prise d'alcool et la consommation à long terme de multivitamines.

Mieux comprendre les déterminants psychologiques du changement et du maintien d'un comportement favorable à la santé

Le laboratoire *interdisciplinaire Epsilon* (EA « Dynamique des Capacités Humaines et des Conduites de Santé », UM1/UM3) étudie les mécanismes neuropsychologiques et psychosociologiques en jeu dans le renforcement des capacités humaines et dans l'amélioration des conduites de santé. Les méthodologies utilisées s'appuient sur des analyses longitudinales, les recommandations de l'*Evidence Based Medicine* et de l'*Evidence Based Psychology* ainsi que les méthodologies de la recherche interventionnelle non médicamenteuse. Le laboratoire rassemble des chercheurs et des étudiants en sciences humaines, en sciences du sport et en sciences de la santé.

Ses compétences vont des études qualitatives (entretien clinique de recherche, analyses de contenu, catégorisation, récits de vie, études de cas) aux expérimentations humaines en laboratoire (protocole

expérimental basé sur des mesures comportementales et/ou psychophysiologiques), en passant par les enquêtes (questionnaires en passation répétée, modélisation, analyses de séries temporelles), les essais cliniques non médicamenteux (étude pilote, essai randomisé contrôlé, comparaison de groupes), les suivis de cohorte (modèles de croissance, développement latent, analyse de trajectoire individuelle), la validation psychométrique d'outils (de la conception à la vérification de la fiabilité et de la sensibilité) et l'analyse de données issues d'essais non médicamenteux (revue systématique, méta-analyse).

Le laboratoire collabore avec des entreprises et des organismes locaux, régionaux, nationaux et internationaux dans les secteurs de la santé, de la prévention santé, de l'éducation et de l'organisation du travail. Ses travaux conduisent à des applications dans les domaines du diagnostic précoce, de l'éducation thérapeutique, de l'éducation pour la santé, de la prise en charge psychologique, des programmes d'activité physique, du conseil nutritionnel, de l'interface pour les technologies de l'information et de la communication.

Le laboratoire Epsilon s'est doté de deux plateformes spécialisées, l'une dans les mesures

multimodales en psychologie^{*} et l'autre dans l'évaluation de l'efficacité des interventions non médicamenteuses (conseils diététiques, compléments alimentaires, activités physiques, etc.)^{**}.

Le laboratoire organise tous les deux ans au Corum de Montpellier un congrès international sur la détermination de l'efficacité, des bénéfices/risques et du ratio coûts/efficacité des interventions non médicamenteuses, le CongrEpsilon^{***}. ■

* Epsylab localisé à Montpellier St-Charles : www.epsylab.fr

** Centre d'évaluation de l'efficacité des programmes de prévention santé : www.iceps.fr

*** www.congrepsilon.fr

Autres équipes concernées par ce thème

UMR Moisa
Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs
(Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/ Ciheam-IAMM)
Une soixantaine de scientifiques

UMR NutriPass
Prévention des Malnutritions et des Pathologies Associées
(IRD/UM2/UM1)
30 scientifiques



Activité physique et conseil nutritionnel Quels bénéfices durant le traitement du cancer du sein ?

La fatigue est l'effet secondaire des traitements du cancer du sein dont les patientes se plaignent le plus. Des études exploratoires indiquent que ce niveau de fatigue serait atténué chez les patientes pratiquant un exercice physique régulier et suivant un régime alimentaire adapté durant les traitements. Ces interventions non médicamenteuses pourraient limiter la prise de poids qui est un facteur de mauvais pronostic du cancer du sein. L'effet possible de l'activité physique sur la diminution de la fatigue a été avancé par une méta-analyse dont les études recensées présentent des limites méthodologiques et ne s'intéressent, pour la grande majorité, qu'à la fatigue subjective. Par conséquent, les auteurs n'aboutissent pas à une preuve d'efficacité et ne sont pas en mesure de faire de recommandations.

Ce résultat justifie la mise en place d'un essai randomisé contrôlé, l'étude APAD soutenue par la Ligue contre le Cancer. Cette étude, réalisée à l'Institut Régional du Cancer de Montpellier, teste l'efficacité d'un programme de 27 semaines d'activité physique adaptée couplé à un conseil diététique, sur la réduction de la fatigue subjective de patientes porteuses d'un cancer du sein non métastatique traitées par chimiothérapie adjuvante suivie de radiothérapie. Les objectifs secondaires sont

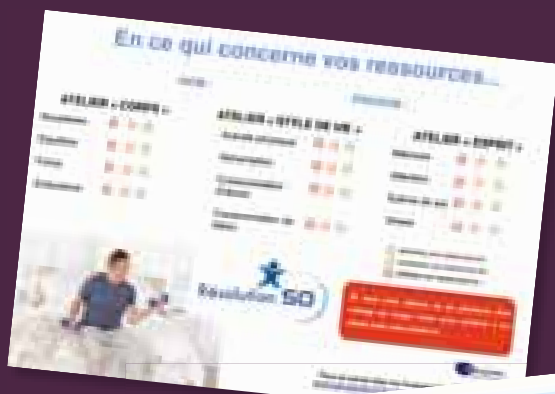


◀ Étude de l'effet de l'activité physique sur des patientes porteuses d'un cancer du sein.

de tester l'amélioration de la fatigue cognitive, de la fatigue musculaire, de la fatigue biologique, de la qualité de vie spécifique au cancer et de la symptomatologie anxieuse et dépressive. Les premiers résultats seront connus en 2014.

Contact : Gregory Ninot, gregory.ninot@univ-montpl.fr

Résolution 50[®], un programme innovant de prévention santé



L'espérance de vie sans incapacité des français de 50 ans est au 10^e rang européen, soit 68,6 ans. Ce mauvais chiffre s'explique en particulier par la sédentarité. L'inactivité physique est, après le tabac et l'alcool, le troisième facteur non génétique de décès prématuré. Elle favorise la survenue de maladies, majore les gênes de la vie quotidienne et accélère le vieillissement.

50 ans, c'est l'âge préparatoire à une « seconde vie », l'âge où les idées reçues sur la santé sont les plus importantes et sont encore modifiables, l'âge où l'on peut agir avant que bien des problèmes de santé et des pertes d'autonomie ne surviennent. La preuve des bénéfices sur la santé des activités physiques est désormais établie. Mais, pas n'importe lesquelles, pas dans n'importe quelles conditions et pas à n'importe quelle fréquence. Prendre des résolutions à 50 ans sur l'activité physique et les suivre, c'est le cœur de ce programme de prévention santé destiné aux cinquantenaires.

Le programme « Résolution 50[®] » a été retenu par la Délégation aux Affaires Européennes et Internationales du ministère des Affaires sociales et de la Santé et du ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social pour une labellisation dans le cadre de l'Année Européenne 2012 du vieillissement actif et de la solidarité intergénérationnelle. Conçu par le laboratoire universitaire Epsylon en collaboration avec le service prévention de la Mutualité Française Languedoc-Roussillon, ce programme s'adresse aux personnes âgées de 45 à 65 ans. Il propose gratuitement aux participants de réaliser des tests ludiques et validés scientifiquement évaluant les ressources physiques et psychologiques pour la pratique d'activité physique dans un espace sécurisé. Un bilan individuel est fourni. Une orientation personnalisée vers des structures locales labellisées est proposée. Un encouragement à consulter un médecin peut être suggéré selon les résultats obtenus. Une conférence sur les bénéfices des activités physiques sur la santé est proposée. Un guide sur la prévention santé des cinquantenaires est offert.

Contact : Julie Boiché, julie.boiche@univ-montpl.fr

Pour plus d'informations : www.resolution50.fr

© Laboratoire Epsylon

▲ Fiche bilan utilisée dans le programme Résolution 50[®].

Déterminants socio-économiques et comportementaux de la consommation de fruits et légumes chez les femmes marocaines



▲ Scène de marché, Taroudant, Maroc.

J. Richards © Shutterstock

Dans un contexte de transition nutritionnelle caractérisée par une forte prévalence d'obésité et de maladies chroniques telles que diabète de type 2, hypertension et certains cancers, il semble pertinent de s'intéresser à la consommation de fruits et légumes. En effet, ces derniers ont une bonne densité nutritionnelle pour une densité énergétique faible et pourraient donc jouer un rôle dans la prévention de ces maladies.

Une étude transversale réalisée par l'UMR NutriPass portant sur 895 femmes en âge de procréer (20-49 ans) et menée dans la région de Rabat-Salé (Maroc) en 2009-2010, rapporte que l'ingéré quotidien moyen de fruits et légumes parmi ces femmes étaient de 331 g (155 g pour les fruits et 176 g pour les légumes). Seulement un tiers de ces femmes atteignaient les recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé en matière de consommation journalière de fruits et légumes (400 g/jour) et environ la moitié étaient considérées comme petites consommatrices, *i.e.* consommaient moins de 280 g/jour. Alors que la consommation de fruits était positivement et significativement associée au niveau économique (les femmes de niveau économique élevé consommant plus de fruits), la consommation de légumes n'était quant à elle associée à aucun déterminant socio-économique. En revanche, cette dernière était associée négativement à des déterminants comportementaux tels que manger hors de son domicile, sauter des repas ou encore consommer des aliments dits « industriels », comportements caractéristiques d'une alimentation « moderne ». En effet, les femmes ayant ces types de comportements consommaient significativement moins de légumes.

La consommation de fruits et celle de légumes étant déterminées par différents facteurs (économiques pour les fruits et comportementaux pour les légumes), les programmes visant à promouvoir la consommation de fruits et de légumes, dans ce contexte, devraient prendre en compte ces spécificités.

Contact : Edwige Landais, edwige.landais@ird.fr

Prévention des carences en micronutriments et performances cognitives chez des enfants scolarisés au Vietnam et au Cambodge

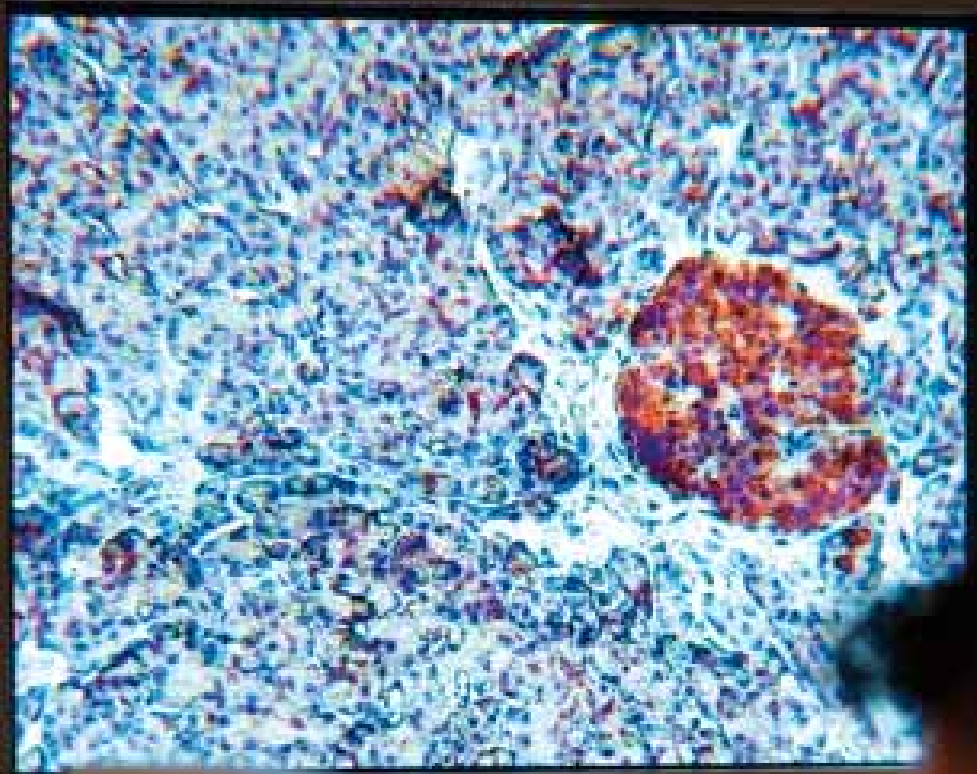
Dans les pays du Sud, les carences en micronutriments touchent de nombreux enfants d'âge scolaire et affectent leur développement physique et leurs performances cognitives. Il est donc essentiel d'identifier des stratégies préventives durables visant à améliorer leur statut en micronutriments et assurer leur développement optimal. Deux stratégies basées sur la consommation d'aliments produits localement et enrichis en micronutriments ont été testées au Vietnam et au Cambodge. Au Vietnam, où l'étude a été réalisée avec l'Institut National de Nutrition de Hanoï, la consommation en milieu scolaire d'une collation à base de biscuits enrichis en micronutriments a permis d'améliorer le statut en fer de l'ensemble des enfants et le statut en vitamine A des enfants qui étaient carencés avec une réduction significative du taux d'anémie. Le couplage d'un déparasitage à l'intervention nutritionnelle contribue à un meilleur statut en micronutriments et se traduit par une amélioration significative des performances cognitives. Cette amélioration a été plus forte chez les enfants souffrant initialement d'anémie.

Au Cambodge, la fourniture d'un petit déjeuner à base de riz enrichi en micronutriments avec l'appui du PAM et en partenariat avec le ministère de l'Agriculture, montre l'importance de la nutrition sur la cognition. Les enfants anémiques présentent des résultats aux tests inférieurs de 10 % et les scores des enfants en retard de croissance sont 10 % inférieurs à ceux des enfants de taille normale. L'enrichissement en micronutriments du repas scolaire ne coûte que 0,60 € par an et par enfant et en fait donc une intervention à intégrer dans les stratégies alimentaires visant à améliorer la santé et le développement des jeunes générations, en fonction du contexte spécifique des pays concernés, et doit être couplée à des actions de promotion d'une alimentation locale de qualité, diversifiée et durable.

Contacts : Frank Wieringa, franck.wieringa@ird.fr
& Jacques Berger, jacques.berger@ird.fr



▲ *Consommation de riz enrichi en micronutriments. Projet « Introduction of FORTIFIED RICE in School meals in Cambodia » (FORISCA). Kompong Speu, Cambodge.*



Métabolisme et *risques pathologiques*

Le siècle dernier a vu s'opérer un changement de paradigme radical dans le domaine de la santé, les maladies aiguës cédant du terrain (grâce à l'antibiothérapie et à l'amélioration des conditions d'hygiène) et laissant la place aux maladies chroniques non transmissibles (MCNT) – maladies cardiovasculaires, diabète, cancers et maladies respiratoires chroniques. Ces dernières, responsables en France de 85 % de la mortalité et de plus de 70 % des dépenses de santé, se sont ainsi imposées comme priorité de santé au cours des dernières années.

Les MCNT sont le résultat d'interactions réciproques entre, d'une part, le terrain génétique et, d'autre part, l'environnement et le mode de vie – tabac, nutrition, sédentarité, pollution atmosphérique, etc. Elles sont aussi fortement liées au vieillissement ; leur fréquence et leur gravité sont en augmentation constante. Les effets de l'alimentation et du mode de vie sur leur incidence et leur évolution ont été mis en évidence dans les études de suivi prospectif de cohortes et dans des essais randomisés contrôlés. L'association entre aliments, nutriments ou profils alimentaires donnés et le risque de MCNT est ainsi bien établie. Cela passe souvent par un effet sur des facteurs intermédiaires (prise de poids, augmentation de la pression artérielle, hypercholestérolémie, insulino-résistance et hyperglycémie).

Les grands principes de base de « l'alimentation santé » sont également bien établis. On connaît aujourd'hui les bienfaits sur la santé de la diminution des apports en sel et en graisses saturées, de l'augmentation de la proportion de fruits, de légumes, de graines et noix diverses, de poisson, d'huile d'olive, mais aussi d'une activité physique régulière. Beaucoup de ces éléments font partie de l'alimentation dite « méditerranéenne » dont les bénéfices pour la santé sont connus de longue date. Paradoxalement, dans les sociétés occidentales, les apports en fruits et légumes tendent à s'amoinrir et l'activité physique à chuter alors que la consommation de sel, de sucres et de graisses saturées augmente fortement. Ce modèle d'alimentation occidentale, ou « *Western diet* », tend à s'étendre à l'ensemble de la planète, constituant le phénomène de « transition nutritionnelle ».

Ces changements dans notre alimentation, couplés à une sédentarité grandissante, jouent un rôle central dans l'épidémie d'obésité et, plus largement, de maladies chroniques, qui touche notre planète. Nos organismes se trouvent soumis à des apports énergétiques qui dépassent leurs besoins. Une partie de l'excédent énergétique va être mise en réserve dans le tissu adipeux alors qu'une autre partie est oxydée dans la mitochondrie, particulièrement au niveau du muscle squelettique. La sollicitation excessive des capacités oxydatives de cette dernière amène à des perturbations métaboliques et de la fonction de la cellule musculaire ; perturbations qui jouent un rôle essentiel dans la physiopathologie des MCNT.

L'alimentation est donc un déterminant majeur de la santé et du bien-être. C'est pourquoi les recherches sur les liens — complexes — entre l'alimentation et la santé sont nécessaires pour permettre une approche intégrative de la santé allant de la prévention à la prise en charge des MCNT mais aussi des maladies du vieillissement qui y sont associées (sarcopénie, ostéoporose). De nombreuses compétences doivent alors être réunies — génétique, biochimie, biologie cellulaire et moléculaire, physiologie. Il est également nécessaire de développer une recherche translationnelle permettant d'aller de l'analyse de l'effet de nutriments au niveau moléculaire, cellulaire, chez l'animal, à leurs effets chez l'homme à travers des essais cliniques.

Les études menées par les équipes de la région sont au cœur de ces enjeux de santé. Elles visent, entre autres, à décrypter les réseaux de voies de signalisation contrôlant le développement, la plasticité et le métabolisme du muscle, à étudier le rôle d'aliments fonctionnels (polyphénols, acides gras oméga-3) sur le stress oxydant et l'insulino-résistance ou encore à l'identification et à la caractérisation de biomolécule pouvant jouer un rôle thérapeutique. Elles ont pour objectif de prévenir les MCNT et d'en améliorer leur thérapeutique. De telles connaissances sont essentielles à l'établissement des recommandations nutritionnelles préventives, un autre défi étant de faire passer ces dernières dans les pratiques quotidiennes des populations.

**Jacques Mercier & Antoine Avignon
(UR « Physiologie & médecine
expérimentale du Cœur et des Muscles »)**

Alimentation, activité physique, mitochondries et muscle

Le tissu musculaire squelettique s'adapte constamment à la demande fonctionnelle et intègre un nombre important de signaux qui l'informent sur l'état physiologique de l'organisme. Chez un homme en bonne santé, il contient la plus grande quantité de protéines (environ 50 % des protéines totales) et d'acides aminés libres du corps, soit une réserve importante d'énergie et de nutriments utilisables par les tissus non musculaires en cas de besoin. Ainsi, les muscles squelettiques remplissent un rôle métabolique prépondérant et sont perpétuellement soumis à un gain et perte de masse se traduisant, au niveau moléculaire, par une fluctuation contrôlée de la synthèse et de la dégradation des protéines musculaires.

L'UMR « *Dynamique Musculaire et Métabolisme* » (UMR DMEM, Inra/UMI) mène des recherches fondamentales sur le développement et le maintien de la fonctionnalité de la masse musculaire chez les mammifères. Elles s'inscrivent dans une démarche cognitive de biologie intégrative. L'objectif général de ses recherches vise à identifier les réseaux de voies de signalisation et de gènes contrôlant le développement, la plasticité et le métabolisme du muscle. Leurs principales finalités s'inscrivent dans le domaine de l'agronomie pour la production de viande et produits carnés, mais aussi de la santé pour le traitement de pathologies et du sport pour la maîtrise de la performance physique.

L'UMR DMEM est constituée de deux équipes de recherche :

- Endocrinologie mitochondriale et nutrition (EMN) ;
- Remodelage musculaire et signalisation (RMS).

La mitochondrie est un senseur nutritionnel important dans la fonction cellulaire. Des modifications de la composition du régime alimentaire altèrent l'activité mitochondriale. Les recherches visent à comprendre comment l'activité mitochondriale s'adapte à l'alimentation et avec quelles conséquences sur la cellule, un tissu ou l'organisme. Ainsi, l'équipe EMN étudie l'impact de modifications de l'activité mitochondriale sur le développement et la physiologie du muscle à travers trois axes de recherche :

- ① Influence respective de la voie d'action mitochondriale et nucléaire des hormones thyroïdiennes sur le développement et dans la capacité de récupération de la masse musculaire.

- ② Rôle de la sirtuine mitochondriale Sirt3 — un senseur du métabolisme énergétique — dans le développement et le métabolisme du tissu musculaire, et dans la plasticité de ce tissu en fonction de différents statuts énergétiques.
- ③ Implication des mitochondries dans les pathologies liées à des déséquilibres nutritionnels : rôle sur le stress oxydant et effet protecteur des antioxydants, rôle des interactions mitochondries/méthylation de l'ADN, impact des nutriments sur la structure et la fonctionnalité des membranes mitochondriales.

L'équipe RMS étudie la régulation de l'homéostasie musculaire avec une attention particulière portée aux mécanismes intervenant dans le contrôle de la masse musculaire (atrophie *versus* hypertrophie) et leurs conséquences métaboliques et fonctionnelles. Les objectifs spécifiques de l'équipe sont de :

- caractériser les mécanismes cellulaires, intracellulaires (voies signalétiques) et les acteurs moléculaires qui contrôlent les synthèses et dégradations protéiques ;
- étudier les relations entre l'activité physique, la masse et la fonction musculaire.

L'unité possède une animalerie conventionnelle (rats et souris) qui fait partie de la plateforme RAM (Réseau des Animaleries Montpellieraines), un atelier transgène et plusieurs plateaux techniques : le plateau METAMUS rattaché au réseau RAM, le plateau d'histologie rattaché au réseau d'Histologie Expérimentale de Montpellier et le plateau de microscopie MRI-La Gaillarde rattaché à la plateforme Montpellier RIO imaging (MRI). ●●●

Les équipes principales

UMR DMEM
Dynamique Musculaire et Métabolisme
(Inra/UMI)
18 scientifiques

UMR IBMM
Institut des Biomolécules Max Mousseron
(CNRS/UMI/UM2)
260 scientifiques dont 4 sur la thématique

UR « Physiologie & médecine expérimentale du Cœur et des Muscles »
(Inserm/UMI/UM2)
52 scientifiques

Autre équipe concernée par ce thème

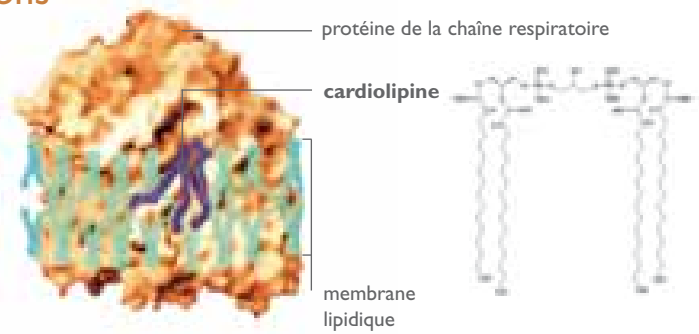
UMR NutriPass
Prévention des Malnutritions et des Pathologies Associées
(IRD/UM2/UMI)
30 scientifiques

La cardiolipine, un lipide majeur de la mitochondrie

Son rôle dans l'obésité et ses complications

La cardiolipine est un lipide spécifique de la mitochondrie. Elle est localisée dans la membrane interne de la mitochondrie et présente des caractéristiques structurales et chimiques intéressantes. Il s'agit d'un phospholipide dimérique dans lequel deux acides phosphatidiques sont unis par un pont commun, le glycérol. La quantité de cardiolipine au niveau de la membrane mitochondriale et sa composition en acides gras ne sont pas constantes et peuvent être modulées par différents facteurs.

Les résultats d'une étude menée par le laboratoire DMEM montrent qu'un régime enrichi en graisse, responsable d'une stéatose hépatique* et d'une insulino-résistance chez le rat, modifie la fluidité de la membrane mitochondriale, la teneur en cardiolipine et sa composition en acide gras. Ces changements de fluidité membranaire sont associés à un stress oxydant et corrélés avec des altérations des activités des complexes de la chaîne respiratoire mitochondriale.



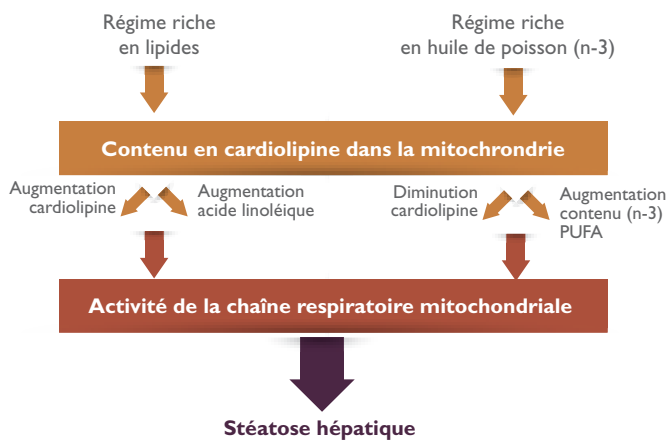
Le laboratoire mène ainsi des recherches pour déterminer si des altérations de la composition des membranes mitochondriales sont responsables du dysfonctionnement mitochondrial associé à l'insulino-résistance et à la stéatose hépatique.

Contact : Christine Feillet-Coudray, cfeillet@supagro.inra.fr

* Accumulation de graisse dans les cellules hépatiques.

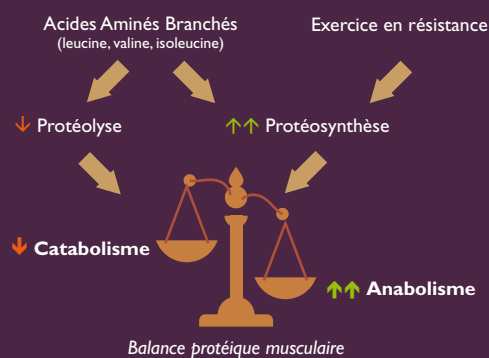
▲ *Structure de la membrane mitochondriale.*

◀ *Modulation de la teneur et de la composition en acide gras de la cardiolipine par les lipides du régime — impact sur l'activité de la mitochondrie.*



La supplémentation en acides aminés branchés couplée à l'exercice en résistance

Une contre-mesure de la perte de masse musculaire



Le vieillissement physiologique et certaines pathologies s'accompagnent d'une fonte musculaire, parfois exacerbée dans certains cas, pouvant engager le pronostic vital. La perte de force associée à cette fonte musculaire est un paramètre déterminant de la qualité de vie quotidienne des sujets. Les mécanismes à l'origine de cette fonte musculaire accélérée sont peu à peu élucidés. Les composantes principales sont la stimulation de la synthèse protéique et de la protéolyse au sein des muscles

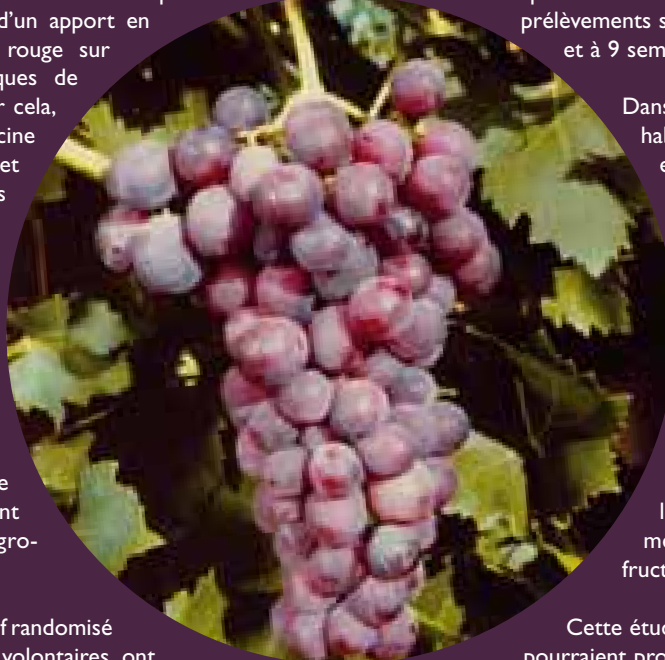
squelettiques. Or il a été récemment montré que d'une part, les acides aminés branchés — la L-leucine en particulier — sont des activateurs de la machinerie de synthèse protéique musculaire et que, d'autre part, à doses plus élevées, la leucine seule a des propriétés anti-cataboliques réprimant l'action de certaines composantes des systèmes protéolytiques. À côté de cet effet des acides aminés branchés, l'exercice en résistance est connu depuis longtemps pour mener à la croissance musculaire (hypertrophie). Cette croissance musculaire en réponse à l'exercice passe notamment par la stimulation de la synthèse protéique.

L'UMR DMEM s'efforce de vérifier, dans des contextes de fonte musculaire (cachexie cancéreuse, traitement au long court aux glucocorticoïdes, etc.), si la supplémentation en acides aminés branchés couplée à l'exercice en résistance peut limiter cette fonte, voire restaurer la masse musculaire. Les mécanismes cellulaires sous-jacents sont recherchés, à savoir dans quelles mesures ces deux stimuli sont capables d'activer la synthèse protéique et inhiber la protéolyse, en essayant d'identifier les différents acteurs.

Contact : Guillaume Py, guillaume.py@univ-montp1.fr

Projet PolyOxResist Suralimentation, stress oxydant et insulino-résistance : effet préventif des polyphénols de raisin

Ce projet (2007-2010), financé par l'ANR et labellisé par le pôle Qualiméditerranée, a été réalisé en partenariat avec les distilleries de la région Languedoc-Roussillon. Il avait pour objectif d'étudier les effets d'un apport en polyphénols (PP) de raisin rouge sur les conséquences métaboliques de la surcharge alimentaire. Pour cela, l'UR « Physiologie & médecine expérimentale du Cœur et des Muscles » a étudié les effets des PP de raisin sur les relations entre sensibilité à l'insuline, stress oxydatif et inflammation de bas grade chez des volontaires en surcharge pondérale, apparentés au 1^{er} degré à des diabétiques de type 2 (DT2) et soumis à une charge alimentaire en fructose (glucide simple couramment utilisé par l'industrie agro-alimentaire).



© Inra

Il s'agissait d'un essai prospectif randomisé contre placebo (PCB). Des volontaires ont reçu une supplémentation de 2 grammes par jour de PP de raisin rouge ou d'un PCB sur une durée de 9 semaines. Les volontaires étaient étudiés en début d'étude puis après 8 et 9 semaines de supplémentation en PP/PCB avec prise de fructose (2g/kg de masse maigre/jour) au cours de la

dernière semaine. Les analyses comprenaient une mesure de la sensibilité à l'insuline par clamp hyperinsulinique euglycémique, une biopsie musculaire au niveau du quadriceps et des prélèvements sanguins et urinaires à l'inclusion à 8 et à 9 semaines.

Dans les conditions d'alimentation habituelles, la supplémentation en PP a peu ou pas modifié les paramètres du stress oxydant plasmatique ou musculaire. La charge en fructose a par contre entraîné une augmentation des marqueurs du stress oxydant au niveau urinaire (isoprostanes) et musculaire (protéines carbonylées) dans le groupe PCB associée à une altération de la sensibilité à l'insuline. La prise de PP au cours des 9 semaines de l'étude a protégé contre ces effets métaboliques délétères induits par le fructose.

Cette étude montre que les PP de raisin pourraient protéger contre les effets métaboliques délétères d'une surcharge en fructose.

Contacts : Jacques Mercier, jacques-mercier@univ-montpl.fr & Antoine Avignon, a-avignon@chu-montpellier.fr

Pathologies chroniques et recherche translationnelle en nutrition

L'unité de recherche (UR) « *Physiologie & médecine expérimentale du Cœur et des Muscles* » (Inserm/UM1/UM2), créée en janvier 2011, a pour objectif principal de rassembler des chercheurs et des cliniciens afin de développer une recherche translationnelle* forte.

L'unité se consacre à l'étude de pathologies chroniques, que celles-ci soient liées à une interaction « gènes-environnement » ou d'origine génétique, affectant les trois types de muscles : cardiaque (insuffisance cardiaque, arythmies), squelettique (diabète de type 2, broncho-pneumopathie, dystrophie musculaire de Duchenne, dystrophie facio-scapulo-humérale) et lisse (pseudo-obstruction intestinale chronique) ainsi qu'au

développement de thérapies et à la prise en charge des patients atteints de ces maladies.

Pour cela, l'unité collabore avec de nombreuses associations de patients : Association Française contre les Myopathies, association « Pseudo-Obstruction Intestinale Chronique », Amis FSH Europe, Association Française des Diabétiques, Association des Malades Respiratoires et des centres de réhabilitation (Groupe Fontalvie).

L'unité est constituée de quatre équipes :

- ① Canaux ioniques et homéostasie calcique dans le muscle cardiaque et les muscles vasculaires ;
- ② Signalisation calcique et fonctions du sarcomère dans le muscle cardiaque et squelettique ;
- ③ Dysfonction du muscle squelettique dans les maladies acquises et héréditaires ;
- ④ Développement du muscle lisse viscéral et pathologies associées.

L'équipe 3 collabore étroitement avec l'équipe « Nutrition Diabète » et le Département de Physiologie Clinique du Centre hospitalier régional universitaire (CHRU) de Montpellier qui présentent une expertise en nutrition et en explorations nutritionnelles et métaboliques.

Cette collaboration permet de développer des projets de recherche translationnelle en nutrition dont les principaux sont :

- Évaluation du rôle des polyphénols de raisin sur le stress oxydant et l'insulino-résistance induits par une surcharge alimentaire en fructose chez l'homme (*cf. ci-dessus*) ;
- Évaluation du rôle de l'endoribonuclease L (RNase L) dans l'adipogénèse (régulateur essentiel de l'adipogénèse *via* la régulation de l'ARNm de la protéine CHOP-10, *cf. ci-contre*) ;
- Étude des mécanismes inducteurs de l'inflammation de « bas grade** » rencontrée dans les situations d'obésité.

Des travaux portant sur la nutrition sont également développés au sein des autres équipes du laboratoire. On citera notamment les études portant sur les relations entre le stress du réticulum endoplasmique, le calcium, la mitochondrie et l'insulino-résistance (équipe 2) sur les effets anti-arythmiques des acides gras oméga-3 (équipe 1).

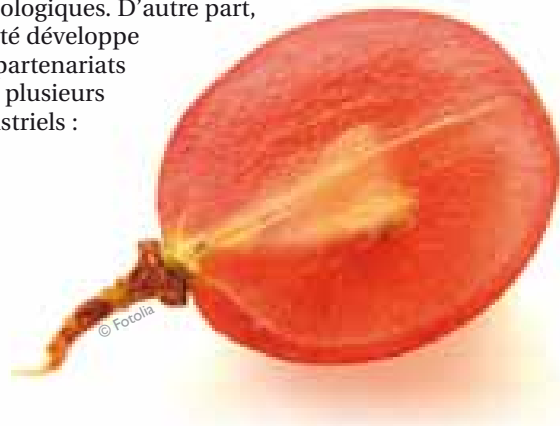
Le laboratoire est situé sur le site de l'hôpital Arnaud de Villeneuve (Montpellier) à proximité de plusieurs services cliniques (physiologie clinique, nutrition-

diabète, pneumologie, cardiologie, chirurgie cardiothoracique), de grands instituts de recherche (Institut de Génomique Fonctionnelle, Institut de Génétique Humaine) et d'équipements pour l'imagerie cellulaire, la protéomique, etc. Cela permet des interactions étroites entre chercheurs et cliniciens et offre la possibilité d'utiliser des échantillons de tissus humains normaux et pathologiques. D'autre part, l'unité développe des partenariats avec plusieurs industriels :

SERVIER, Chiesi, CERB, *Innovative Concept of Drug Development*, GrapSud. ●●●

* Transfert de l'innovation scientifique vers les soins des patients.

** Inflammation non symptomatique.



Immunité innée et différenciation adipocytaire

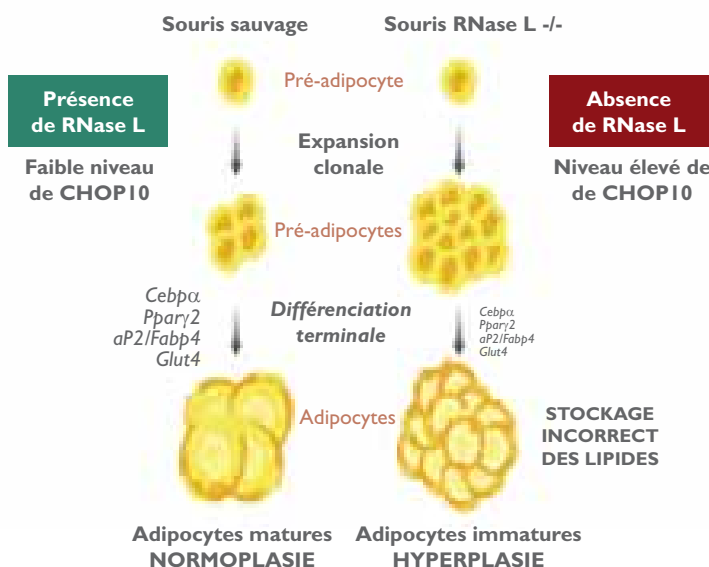
L'obésité ou un régime riche en graisses sont associés à l'activation des voies de l'immunité innée et de l'inflammation, conduisant à un dysfonctionnement métabolique et à des perturbations dans la réponse à l'insuline des tissus insulino-sensibles (tissu adipeux, foie, muscles squelettiques, pancréas).

L'une des conséquences de l'inflammation est une inhibition de la différenciation adipocytaire ; ce qui peut diminuer la capacité du tissu adipeux à stocker l'excédant de lipides en cas d'apports nutritionnels excessifs. Ces lipides s'accumulent alors de façon ectopique notamment dans le foie et les muscles ; ce qui affecte de façon importante leur fonction. D'autre part, l'immunité innée et l'inflammation sont des processus contrôlés par l'induction de régulateurs négatifs afin d'éviter des réactions immunitaires délétères. L'interféron-alpha/beta (IFN α/β) joue un

rôle important dans l'équilibre entre l'activation et l'inhibition de la réponse immune. La signalisation de l'IFN α/β conduit à la production et à la libération de cytokines anti-inflammatoires comme l'IL-10.

Ce projet mené par l'UR « Physiologie & médecine expérimentale du Cœur et des Muscles » a étudié le rôle d'une enzyme activée par les IFN, l'endoribonucléase L (RNase L), dans le développement du tissu adipeux et sa sensibilité à l'insuline. Il a été démontré que la RNase L régule la phase d'expansion des pré-adipocytes et que son activation permet leur différenciation, un meilleur stockage des lipides et une meilleure réponse à l'insuline.

Contact : Catherine Bisbal, catherine.bisbal@inserm.fr



◀ L'absence de RNase L provoque une surexpression de la protéine CHOP10, une inhibition du facteur de transcription C/EBP β avec comme conséquence une expansion importante des pré-adipocytes — la souris RNase L-/- est obèse — et une inhibition de la différenciation terminale. Ces adipocytes présentent alors une altération du stockage des lipides et de la réponse à l'insuline.

Pharmacologie des biomolécules d'origine alimentaire (micronutriments)

L'Institut des Biomolécules Max Mousseron (UMR IBMM, CNRS/UM1/UM2) est constitué de six départements subdivisés en 14 équipes de recherche. L'IBMM est un des quatre instituts fondateurs du Pôle chimie Balard qui structure l'ensemble de la chimie montpelliéraine et qui inclut également la Fédération de Recherche Chimie Balard (CNRS) depuis juin 2009*.

La politique scientifique de l'IBMM est structurée à l'interface de la chimie et de la biologie. Les projets scientifiques se situent dans les axes « Médicaments » et « Biotechnologies » et visent des méthodologies de synthèse organique, de biomolécules (lipides, sucres, nucléosides et oligonucléotides, peptides et protéines, molécules prébiotiques) et de biomatériaux (biopolymères).

L'ambition de l'IBMM est de :

- ❶ synthétiser, avec un souci de « chimie propre », les outils permettant d'étudier les mécanismes d'action des biomolécules ;
- ❷ mettre au point de nouvelles technologies permettant la synthèse rapide, l'analyse et la caractérisation de ces biomolécules et biomatériaux ;
- ❸ étudier la pharmacologie *in vitro* de ces biomolécules et d'entreprendre les études *in vivo* en collaboration pour les composés sélectionnés ;
- ❹ développer les composés les plus prometteurs issus de la recherche sur les biomolécules et les biomatériaux, dans les domaines de la santé humaine, de la cosmétologie, de l'agro-chimie et de l'agro-alimentaire.

La thématique « alimentation-nutrition-santé » est portée par des enseignants-chercheurs en pharmacologie du groupe « Diabète Ghréline » (au sein de l'équipe de « Pharmacologie cellulaire ») qui ont pour objectif d'identifier les biomolécules d'origine alimentaire

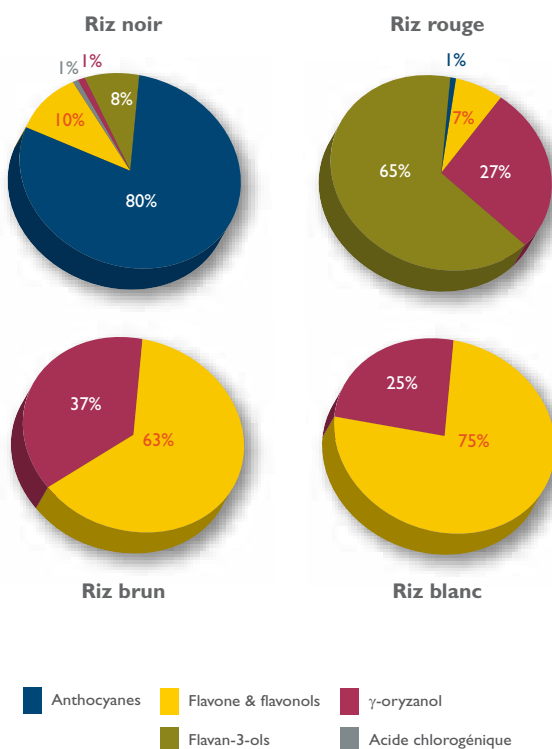
les plus actives et d'analyser leur mécanisme dans un objectif de traitement / prévention du syndrome métabolique et du diabète de type 2 (voir ci-dessous). Ces différentes études sont réalisées en collaboration avec des groupes de recherche locaux, nationaux (Bordeaux) et internationaux (universités de Glasgow et Parme).

Divers enseignements sont également dispensés par les enseignants-chercheurs portant cette thématique sur la pharmacologie de ces biomolécules, abordant notamment les bases scientifiques de leur mécanisme et de leur utilisation clinique ainsi que les interactions possibles avec les médicaments.

Un membre du groupe fait partie du comité d'experts spécialisés (CES) en nutrition de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). ■

*Laboratoire d'Excellence CheMISyst : www.polechimie-balard.fr/actualites/27/labex-chemisyst.htm
Institut Carnot « Chimie, Environnement et Développement Durable » (CED2) : <http://ced2.enscm.fr>

Effets nutritionnels de régimes à base de riz complets et colorés de Camargue sur le syndrome métabolique



Le syndrome métabolique (SM) désigne la présence, chez un même individu, d'un ensemble de signes physiopathologiques qui accroissent le risque de diabète de type 2 (DT2), de maladie cardiaque et d'accident vasculaire cérébral. Il y a SM (ou pré-diabète) lorsque trois ou plus des facteurs de risques suivants sont présents : obésité abdominale, hypertension artérielle, triglycérides plasmatiques élevés, HDL cholestérol plasmatique abaissé, glycémie modérément élevée. Expérimentalement, il est possible de reproduire le syndrome métabolique chez le rat par l'administration d'une alimentation enrichie en fructose.

Dans le cadre global d'un projet sur l'amélioration variétale et les « propriétés santé » des riz de Camargue, les enseignants-chercheurs du groupe « Diabète Ghréline » (équipe « Pharmacologie cellulaire » de l'UMR IBMM) étudient, en collaboration avec l'université de Glasgow*, les effets d'une alimentation enrichie en différents types de riz sur le syndrome métabolique expérimental induit par le fructose chez le rat. Il a été ainsi démontré que certains riz colorés possédaient une capacité particulière à abaisser la pression artérielle.

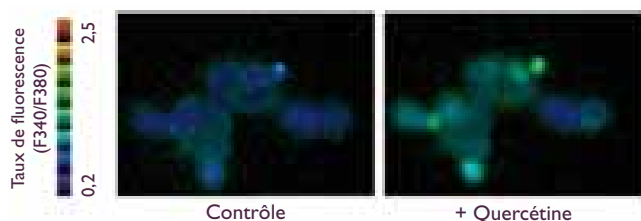
Les programmes en cours visent à déterminer la nature des molécules présentes dans le riz, mais également de leurs métabolites circulants au niveau sanguin après consommation de riz, afin de déterminer les molécules les plus actives et leur mécanisme d'action pour moduler la pression artérielle. Dans cette optique, la détermination du contenu en micronutriments des différents riz étudiés a déjà été établie (cf. figure ci-contre).

Contact : Gérard Cros, gerard.cros@univ-montp1.fr

* Pr Alan Crozier ; programme soutenu par le Centre Français du Riz et FranceAgriMer.

La quercétine, un polyphénol, amplifie la sécrétion d'insuline et protège la cellule β contre le stress oxydant

Le diabète de type 2 (DT2), caractérisé par une hyperglycémie chronique, est une maladie lentement évolutive. En effet, chez les patients en phase de pré-diabète, l'insulino-résistance (défaut d'action de l'insuline au niveau de ses tissus cibles) est tout d'abord compensée par une augmentation de sécrétion d'insuline par la cellule β pancréatique. Toutefois, chez certains patients, au bout de quelques années, la cellule β , qui subit les effets néfastes du stress oxydant et de l'inflammation, « s'épuise » : l'hyperglycémie apparaît.



▲ La quercétine augmente le calcium dans des cellules β isolées de rats.

La cellule β joue donc un rôle prépondérant dans l'apparition du DT2. Le maintien de sa fonctionnalité et de sa survie représente un enjeu majeur en recherche afin de prévenir l'apparition du diabète ou de ralentir son aggravation.

Les polyphénols, molécules organiques largement présentes dans l'alimentation (fruits, légumes, thé, café, etc.), suscitent de plus en plus d'intérêt pour prévenir ou traiter des maladies chroniques comme le DT2. Un des objectifs des travaux du groupe « Diabète Ghréline » de l'UMR IBMM vise à étudier, au niveau de la cellule β pancréatique, l'activité pharmacologique et le mécanisme d'action de différentes classes de polyphénols purs ou de leurs métabolites susceptibles d'être retrouvés dans la circulation générale chez l'homme.

À titre d'exemple, l'équipe a récemment démontré que la quercétine (un polyphénol qui présente des effets antidiabétiques *in vivo* chez le rat) protège la cellule β des effets néfastes induits par le stress oxydant et amplifie la sécrétion d'insuline induite par une concentration élevée de glucose. La quercétine augmente l'entrée de calcium dans la cellule β et active une protéine (appelée ERK1/2), deux paramètres importants pour sa survie et dans le mécanisme de la sécrétion d'insuline.

Contact: Catherine Oiry-Cuq, catherine.cuq@univ-montpl.fr

Prise en charge du diabète au Sud

La « transition nutritionnelle », phénomène mondial qui associe d'importants changements des habitudes alimentaires à une diminution notable des dépenses physiques quotidiennes, entraîne une augmentation rapide des maladies chroniques liées à l'obésité dans les pays dits « du Sud ». Parmi elles, le diabète est emblématique des menaces que ces maladies font peser sur les systèmes de santé souvent précaires dans ces pays. C'est en effet une maladie qui s'étend sur des années sans perspective de guérison. Ses complications à long terme sont graves et coûteuses, aussi bien en termes financiers qu'en retentissement sur la qualité de vie des personnes concernées. Il est possible de les prévenir, mais pour cela il faut repenser la façon d'accéder aux soins, les réponses des professionnels, l'implication du patient dans la promotion de sa santé (changement théorisé sous le concept de « Chronic Care Model »).

Le programme de santé de la famille brésilien (PSF), dont le fonctionnement « proactif » paraît bien adapté à ces nouvelles exigences, pourrait être un bon modèle à proposer pour obtenir ces changements dans des pays à ressources limitées. Pour le savoir, l'étude SERVIDIAH*, menée par l'UMR NutriPass en collaboration avec la Fondation Oswaldo Cruz de Recife entre 2009 et 2011, a évalué la prise en charge des diabétiques dans le cadre du PSF dans l'État de Pernambuco (Nord-Est du Brésil). Un échantillon aléatoire de 823 diabétiques, usagers du PSF, a été interrogé et examiné. Les résultats montrent que, malgré des aspects positifs — notamment la réalisation d'actions éducatives et un bon accès aux médicaments — le contrôle des indicateurs pronostiques des complications n'est pas meilleur que pour d'autres systèmes de santé. De plus, l'approche des patients reste très traditionnelle, mettant en évidence les difficultés



▲ Poste de santé de la famille de Parnamirim, État de Pernambuco, Brésil.

des professionnels, au Brésil comme ailleurs dans le monde, à changer leurs pratiques pour s'adapter à un modèle de soins essentiellement préventif.

Contact : Annick Fontbonne, annick.fontbonne@ird.fr

Pour plus d'informations :

www.bresil.ird.fr/les-activites/projets-de-recherche/sante/servidiah

www.bresil.ird.fr/les-activites/projets-de-recherche/sante/interdia

* Évaluation des SERVICES de prise en charge des DIAbétiques et des Hypertendus dans le cadre du Programme de Santé de la Famille, dans l'État de Pernambuco, Nord-Est du Brésil.



Qualité sanitaire, sensorielle, *nutritionnelle, environnementale* et technologique des aliments

L'aliment fascine. À la fois alléchant et nourrissant, il est aussi un symbole d'identité culturelle, une source de plaisir et de satisfaction. Il peut être également utilisé de façon créative comme, par exemple, en gastronomie moléculaire.

Cependant, l'alimentation doit faire face à quatre défis majeurs. Le premier traite de la sécurité alimentaire ou de « la nourriture pour tous ». Le second concerne l'obésité et les maladies qui y sont associées. Le troisième est la sécurité sanitaire (absence de risque chimique ou microbien). Le quatrième s'intéresse à la pression exercée sur les ressources renouvelables. Ce dernier défi implique un usage pertinent des ressources renouvelables pour toutes les applications, que ce soit en alimentation, pour les biomatériaux et la bioénergie ou encore pour des chaînes alimentaires durables.

Ainsi, la qualité alimentaire peut se définir de multiples manières : qualité nutritionnelle, sensorielle (saveur, couleur, texture, etc.) émotionnelle ou symbolique, ou encore en termes de durabilité, de sûreté, d'utilité, etc.

La qualité présente aussi une signification différente selon le groupe cible comme, par exemple, les enfants, les personnes âgées, les entités religieuses, etc. En fait, la qualité est perçue différemment pour chaque personne et aussi selon le moment et l'atmosphère environnante lors de la consommation. Les demandes et les exigences des consommateurs déterminent les spécifications qualitatives du produit final destiné à la consommation, indépendamment du contexte de production (pays industrialisés ou en développement).

Ces spécifications servent de point de départ pour la production alimentaire, incluant toutes les étapes de transformation (traditionnelle ou nouvelle) des ressources renouvelables en produits finaux et en ingrédients. Chaque étape doit être optimisée en termes de spécifications finales ; ce qui requiert par conséquent une compréhension approfondie des liens entre procédé, structure et fonction. De nombreux exemples des recherches menées dans ce domaine par la communauté scientifique montpelliéraine et régionale sont proposés dans ce chapitre.

Hugo de Vries (UMR IATE)



▲ Refroidissement du café après torréfaction.

© J.-F. Cruz

Production et préservation de produits alimentaires de qualités organoleptique, sanitaire et nutritionnelle optimales

L'UMR « *Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité* » (UMR QualiSud, Cirad/Montpellier SupAgro/UM1/UM2) a pour objectif de développer une démarche intégrée pour la production et la préservation de produits alimentaires de qualités organoleptique, sanitaire et nutritionnelle optimales.

Les équipes principales

UMR I208 IATE
Ingénierie des Agropolymères et Technologies Émergentes
(Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/UM2)
49 scientifiques

UMR IEM
Institut Européen des Membranes
(ENSCM/CNRS/UM2)
80 scientifiques

UMR QualiSud
Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité
(Cirad/Montpellier SupAgro/UM1/UM2)
66 scientifiques

UMR SPO
Sciences pour l'œnologie
(Inra/Montpellier Supagro/UM1)
50 scientifiques

UMR SQPOV
Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale
(Inra/UAPV)
22 scientifiques

Son domaine d'étude concerne le cycle de vie de l'aliment qui s'initie dès la production de la matière première agricole jusqu'à l'impression en bouche, les effets nutritionnels et santé qu'il peut induire tout en maîtrisant les risques biologiques et chimiques. L'UMR QualiSud œuvre autour de la transformation de l'aliment, de son processus d'élaboration jusqu'à l'appréciation de sa qualité et de ses propriétés technologiques. Les mécanismes dynamiques de construction de cette qualité nécessitent une bonne connaissance de la matrice alimentaire et de son interaction avec le milieu ainsi que des procédés appliqués. Les compétences pluridisciplinaires requises pour traiter ces questions sont réunies au sein de l'unité. Le paramétrage de la qualité des produits forme un axe important des activités au sein duquel la spécificité biologique de matières premières du Sud constitue une première originalité.

L'UMR QualiSud est structurée en trois équipes de recherche :

- ❶ Déterminants de la qualité organoleptique et nutritionnelle des produits frais et transformés ;
- ❷ Maîtrise des contaminants de la chaîne alimentaire ;
- ❸ Procédés de transformation et stabilisation des produits agro-alimentaires – gestion des coproduits associés.

Ses activités de recherche sont inscrites au sein de six actions scientifiques transversales, chaque équipe coordonnant deux d'entre elles :

- ❶ Déterminants des qualités nutritionnelle et organoleptique et de l'activité biologique des produits alimentaires ;
- ❷ Mécanismes physiologiques, traitements post-récolte et élaboration de la qualité ;
- ❸ Identification de marqueurs discriminants pour assurer la traçabilité et le contrôle sanitaire des produits alimentaires ;
- ❹ Prévention et maîtrise des micropolluants – qualité sanitaire des aliments ;
- ❺ Étude des couplages entre phénomènes de transfert et réactions ;
- ❻ Étude et ingénierie des systèmes alimentaires complexes.

L'UMR QualiSud mène ses activités de recherche en partenariat avec différentes communautés scientifiques, institutions publiques ou sociétés privées implantées dans les pays du Sud, en Europe ou en France. L'UMR est présente avec des agents expatriés dans des institutions partenaires outre-mer (la Réunion, Antilles, Guadeloupe), en Amérique du Sud et en Asie (Costa Rica, Colombie, Mexique, Trinidad & Tobago, Thaïlande, Vietnam). Elle entretient des collaborations de longue date avec l'Afrique au travers de partenariats avec les universités

et centres nationaux de recherche (Bénin, Sénégal, Cameroun, Côte d'Ivoire, Égypte, Madagascar, etc.). Elle collabore avec des centres de recherche, des grandes écoles ou des universités en France et en Europe. Elle a aussi un fort partenariat privé avec des groupes industriels et des entreprises, certaines étant accueillies dans ses laboratoires (Dialpha, Phycobiotech).

Les différents laboratoires de l'UMR ont été pour la plupart regroupés en plateformes ou plateaux ouverts aux chercheurs de l'UMR et extérieurs :

- Plateformes de technologie agro-alimentaire du Cirad à Montpellier (cf. p.62) et à la Réunion ;

- Laboratoire de caractérisation physico-chimique des produits agro-alimentaires ;
- Laboratoire d'analyses sensorielles ;
- Plateaux des méthodes spectrales et chromatographiques ;
- Laboratoire qualité post-récolte de la Martinique ;
- Laboratoires de biologie moléculaire et laboratoires de microbiologie dont un P2 ;
- Laboratoires de cultures microbiennes ;
- Plateforme de pharmacologie des micronutriments, etc. ●●●

Autres équipes concernées par ce thème

UMR Moisa Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs

(Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/ Ciheam-IAM.M)

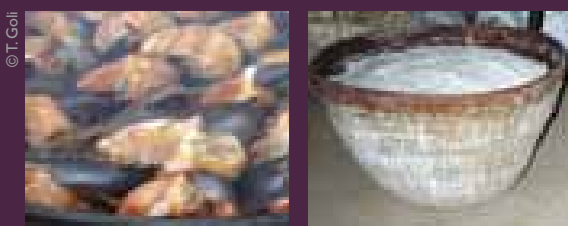
Une soixantaine de scientifiques

UMR NutriPass Prévention des Malnutritions et des Pathologies Associées

(IRD/UM2/UMI)

30 scientifiques

Étude et ingénierie des systèmes agro-alimentaires complexes



Dans les systèmes agro-alimentaires, le choix de l'itinéraire technologique est essentiel pour définir les procédés de transformation. La qualité du produit fini et les performances du procédé sont étroitement liées à cet itinéraire. Dans certains cas, le nombre élevé d'opérations unitaires mises en jeu, la multiplicité des agencements possibles ou le fort couplage des opérations unitaires entre elles, rendent complexes l'étude et l'optimisation du procédé dans sa globalité. Les contraintes liées aux matières premières et au produit fini ainsi que l'étude des impacts environnementaux sont intégrées dans la démarche qui va jusqu'à la conception d'équipements adaptés. L'activité de recherche menée par l'UMR QualiSud vise deux objectifs principaux : (i) caractériser des systèmes complexes mis en œuvre dans les pays du Sud dans une approche expérimentale progressive à plusieurs échelles et (ii) développer et proposer des méthodes ou des stratégies qui permettent d'optimiser au mieux les procédés (combinaisons d'opérations unitaires) utilisés pour répondre aux attentes et besoins des populations en matière de maîtrise du procédé et de qualité du produit fini prenant en compte les aspects nutritionnel, sanitaire et organoleptique.

Cette recherche concerne :

- des procédés innovants :
 - séparation de produits liquides d'origine végétale (jus de fruits, extraits végétaux) : clarification, concentration, fractionnement et purification de composés d'intérêt fonctionnel ;
 - élaboration de nouveaux produits à base de céréales tropicales (riz, mil, sorgho) ;
 - stabilisation microbologique et biochimique non thermique de produits alimentaires liquides.
- des procédés basés sur des savoir-faire traditionnels :
 - transformation de produits carnés (salage, fermentation, séchage, fumage) ;
 - transformation de produits amylacés tropicaux (manioc, plantain, riz).

▲ De haut en bas et de gauche à droite :
Innovations alimentaires à partir d'hibiscus dans le cadre du projet AFTER.
Fumage de Kong.
Céréales en fermentation.

Dans ce cadre, le projet européen *African Food Tradition Revisited by Research** a pour ambition d'améliorer des produits traditionnels africains et leurs savoir-faire associés en partageant des connaissances et des techniques européennes et africaines, afin d'en faire bénéficier les consommateurs et les producteurs en Afrique et en Europe. Il mobilise des partenaires de sept pays africains (Bénin, Cameroun, Ghana, Égypte, Madagascar, Sénégal, Afrique du Sud) et de quatre pays européens (France, Italie, Portugal, Royaume-Uni).

Contact : Dominique Pallet, dominique.pallet@cirad.fr

* Projet AFTER (FP7) : www.after-fp7.eu

Prévention et maîtrise des mycotoxines dans les denrées alimentaires

La contamination de denrées alimentaires par les mycotoxines est une préoccupation majeure dans le monde entier car ces toxines sont la cause de maladies ou de décès chez les humains et les animaux. Leur présence dans les denrées entraîne également des pertes économiques. Les mycotoxines sont des métabolites secondaires de certaines moisissures. Elles peuvent se développer sur les plantes à la fois au champ et au cours des traitements post-récolte sous l'influence de conditions environnementales et écologiques, contaminant des aliments très divers.

Les travaux entrepris par l'équipe « Maîtrise des contaminants de la chaîne alimentaire » de l'UMR QualiSud sur le raisin, le café, le cacao, les céréales (maïs) et la noix du Brésil, montrent l'importance d'une bonne gestion des filières pour limiter les contaminations. Ils montrent également que les traitements post-récolte sont parfois très limités, voire inefficaces, pour réduire le taux des mycotoxines du fait de leur stabilité. Il est donc nécessaire, pour la plupart des filières, d'intervenir en prévention dès le champ. Cependant, les techniques courantes de maîtrise des contaminants fongiques sont aujourd'hui insuffisantes. De plus, celles-ci sont fondées sur de larges utilisations de fongicides chimiques qui ont un impact sur l'environnement ainsi que sur la santé des intervenants et des consommateurs (résidus toxiques dans les aliments).

L'obligation de réduction progressive des produits phytosanitaires (Plan écophyto 2018) destinés aux traitements des plantes et à la désinfection des sols oriente les recherches vers des méthodes alternatives, respectueuses de l'environnement, applicables en agriculture raisonnée et compatibles avec l'agriculture biologique de plus en plus répandue.

▼ Raisin contaminé par *Aspergillus carbonarius* producteur d'Ochratoxine.



© S. Galindo

Dans ce contexte, les objectifs de recherche sont de caractériser les flores microbiennes négatives (pathogènes et d'altération) et positives (naturelles ou technologiques) ainsi que leur comportement au sein des écosystèmes alimentaires (dynamique et interactions) afin de proposer des méthodes originales pour réduire les micropolluants d'origine biologique et chimique avec :

- l'utilisation de molécules actives, de systèmes enzymatiques ou d'agents biologiques endogènes des écosystèmes ;
- l'application en traitements pré-récolte (prévention) ou lors de traitements post-récolte ou procédés fermentaires (maîtrise) ;
- la mesure de leur impact sur les concentrations en micropolluants, l'occurrence et la toxigenèse des contaminants microbiens.

Contact : Sabine Schorr-Galindo, galindo@univ-montp2.fr

P. Reiling © SQPOV



▼ Prélèvement gazeux.

Optimiser la qualité sensorielle, nutritionnelle et sanitaire des fruits et légumes transformés

L'UMR « Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale » (UMR SQPOV, Inra/UAPV) réunit des chimistes, des microbiologistes et des biochimistes autour d'un même objet : les fruits et légumes et leurs dérivés. Son objectif est de reconcevoir, dans une optique d'alimentation durable, les procédés pour les fruits et légumes transformés afin d'améliorer leur qualité nutritionnelle par des traitements de transformation calculés au plus juste tout en respectant la sécurité microbiologique de ces produits et en valorisant toute la biomasse utilisée.

L'enjeu est de mieux comprendre les déterminants de la qualité et de la sécurité des produits végétaux — spécifiquement des fruits et légumes transformés — avec un focus sur les microconstituants (structure,

quantités, valorisation) pour la qualité et, pour la sécurité, sur la réduction du risque microbiologique lié aux bactéries sporulées.

L'UMR est organisée en quatre équipes :

- L'équipe « Chimie des antioxydants » a pour objectif de mieux définir les déterminants chimiques (structures et réactivités) des bénéfiques nutritionnels des fruits et légumes.
- L'équipe « Qualité et procédés » souhaite comprendre l'impact des procédés agro-alimentaires sur ces bénéfiques nutritionnels (présence et accessibilité des micronutriments) de façon à améliorer les méthodes de transformation et optimiser le couple « matière première / procédé ».
- L'équipe « Microbiologie et sécurité alimentaire » a pour but d'identifier les risques microbiologiques pertinents et acquérir les connaissances nécessaires pour modéliser et contrôler les risques liés aux procédés de transformation.

- L'équipe « Éco-extraction de produits naturels » souhaite développer des techniques d'extraction d'ingrédients d'origine végétale respectueuses des molécules et de l'environnement.

Deux axes transversaux réunissent ces équipes :

- « Tube digestif » : à partir de ce qui est connu sur les conditions physicochimiques dans le tube digestif, il s'agit d'identifier les points-clés et de les simuler (réactivité en conditions gastriques, rôle de la matrice végétale sur la bioaccessibilité, etc.).
- « Procédés » : cet axe vise à comprendre comment la structure de la matrice végétale conditionne sa réaction dans les procédés de transformation et d'extraction (mesure des conditions physicochimiques et des conséquences).

L'UMR est engagée dans un projet d'unité mixte technologique (UMT) « Qualiveg » avec le Centre Technique de la Conservation des

Produits Agricoles. Centré sur les traitements thermiques, cette UMT a pour but d'optimiser le rapport « bénéfique nutritionnel/risque microbiologique » dans la fabrication des produits appertisés* à base de fruits et légumes.

Elle collabore régulièrement avec les UMR « Ingénierie Procédés Aliments » et Mét@risk pour la modélisation, et avec l'UMR « Nutrition, Obésité et Risque Thrombotique » pour la valorisation nutritionnelle de ses travaux.

L'UMR dispose d'équipements spécifiques :

- pour l'analyse des microconstituants de végétaux (LC-MS**, HPLC avec détecteurs à barrette de diode, fluorimétriques ou à indice de réfraction, etc.), le suivi de leurs propriétés physicochimiques ;
- un laboratoire de microbiologie : microbiologie pasteurienne, analyses biochimiques et moléculaires ;
- pour l'extraction microondes et ultrasons ;

- un plateau d'analyse physique (couleur, spectrométrie, etc.) et physiologique (respiromètres, éthylène, enceintes de stockage) des fruits.

L'UMR coordonne les projets RIBENUT*** (cf. page suivante) et OPTIFEL**** et participe à de nombreux autres projets européens et nationaux. Elle bénéficie de financements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, accueille des ingénieurs de *startup* et des thésards en collaboration avec des entreprises (conventions industrielles de formation par la recherche). ●●●

* Méthode de conservation des aliments par stérilisation dans des récipients appropriés et clos hermétiquement.

** *Liquid chromatography-mass spectrometry*

*** Projet ANR RIBENUT : Nouvelles approches pour une évaluation du compromis risque microbiologique – bénéfice nutritionnel pour les légumes traités thermiquement.

**** Projet européen OPTIFEL : Développement de produits à base de fruits et de légumes adaptés aux personnes âgées.

TEMPANTIOX

Des procédés innovants pour proposer des produits transformés à base de fruits aux qualités organoleptiques et nutritionnelles optimisées

Les produits à base de fruits représentent une part croissante de la consommation. Les procédés pour les obtenir doivent donc permettre de conserver au mieux les qualités nutritionnelles des fruits tout en étant les plus économes possible (matière première, énergie, etc.) et en s'assurant que les produits obtenus soient attractifs pour le consommateur.

Le but du projet ANR TEMPANTIOX (2008-2011) était d'améliorer la qualité et la productivité dans la transformation des fruits, et donc d'objectiver l'impact de procédés innovants sur les qualités des produits et l'efficacité des procédés. Le projet TEMPANTIOX a étudié l'impact de deux couples « produit-procédé » sur le devenir des antioxydants (polyphénols, vitamine C) et les caractères organoleptiques :

- le chauffage ohmique pour produire des desserts formulés choisis pour son effet stérilisateur équivalent pour un moindre effet cuisateur ;
- le couplage « champs électriques pulsés (choisis à partir des résultats initiaux du projet) - presse à bande » en expression des jus.

Le couplage « champs électriques pulsés (de faible puissance) – presse à bande » s'est montré efficace en gain de rendement (jusqu'à près de 5 % dans l'essai industriel), particulièrement avec des morceaux de pommes grossiers. L'électroporation causée par les champs électriques pulsés accélère l'expression des jus. La teneur en polyphénols des jus est légèrement accrue. Par contre, ce traitement, en permettant l'accès de l'oxygène aux cellules, favorise l'oxydation des polyphénols.

Le chauffage ohmique permet un échauffement instantané de la masse du produit (morceaux suspendus dans une purée ou un sirop épaissi) par effet joule. Il peut donc être utilisé pour une deuxième pasteurisation de desserts formulés par le mélange de morceaux (pêche) et d'une purée, sans que le produit soit aussi cuit que par les procédés plus classiques. Ceci a été testé en faisant varier la consistance de la purée et la proportion de morceaux. L'utilisation du chauffage ohmique permet d'avoir des morceaux plus fermes, une couleur moins brune et moins de dégradation de la vitamine C. Les produits les plus clairs ont été les plus appréciés, tandis que les avis des consommateurs ont été plus partagés concernant la proportion de morceaux et la finesse de la purée.

Contact : Catherine Renard, catherine.renard@paca.inra.fr



▲ Desserts fruitiers (morceaux de pêche en suspension dans une purée) avant pasteurisation.

L. Espinosa-Munoz © Inra

Projet RIBENUT

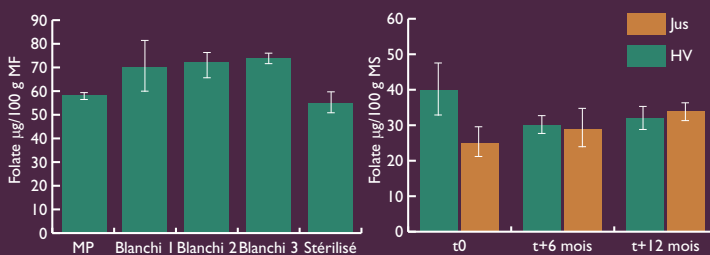
Nouvelles approches pour une évaluation du compromis risque microbiologique/bénéfice nutritionnel pour les légumes traités thermiquement

Les légumes verts, qui représentent une proportion importante des apports en folates et vitamine C pour la population française, sont consommés pour une large part après transformation. Les procédés de transformation permettent aussi d'assurer la sécurité microbiologique des produits. L'UMR SQPOV coordonne le projet RIBENUT visant à fournir aux professionnels les outils leur permettant d'améliorer leurs procédés pour préserver les vitamines tout en maîtrisant les microorganismes. Une proportion significative des folates de la matière première se maintient dans les produits finis (cf. figure ci-contre). Les pertes surviennent aux étapes de chauffage en contact avec l'air ou par diffusion en contact avec l'eau. Soumises à la chaleur dans les légumes, certaines formes de folates seraient particulièrement stables. La vitamine C est plus fragile et sensible aux résidus d'oxygène présents dans les produits finis.

Ces résultats ont été obtenus grâce à un réacteur instrumenté, conçu par le projet, permettant de contrôler la teneur en oxygène au cours des expériences. La chaleur appliquée par les procédés détruit une part des microorganismes, d'autant plus que le traitement est intense, mais les survivants se multiplient au cours de la conservation. Cette multiplication peut être limitée par l'absence d'air qui agit en synergie avec le froid. Par contre, la présence ou l'absence d'air n'a pas d'impact sur la destruction des microorganismes par la chaleur. Lors de la transformation, l'absence

d'oxygène durant les étapes de chauffage préserverait les vitamines sans réduire la destruction des microorganismes. Au cours de la conservation, l'absence d'oxygène pourrait contribuer à réduire à la fois les pertes en vitamines et la croissance des microorganismes. Enfin, réduire la diffusion des vitamines hors du légume serait indépendant du risque microbiologique. Un modèle mathématique a permis de déterminer les paramètres optimisant le compromis bénéfice/risque. À partir du modèle, un outil informatique d'aide à la décision permettra aux professionnels d'appliquer la démarche.

Contact : Christophe Nguyen-The, christophe.nguyen-the@paca.inra.fr



▲ Évolution de la concentration en folates totaux au cours de la préparation et du stockage de haricots verts appertisés.

MF : matière fraîche. MS : matière sèche. MP : matière première HV : haricots verts. Jus : jus de couverture

Comprendre les relations entre procédés d'élaboration, structures et fonctionnalités pour la qualité et la sécurité alimentaire

L'UMR « Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes » (UMR IATE, Cirad/Inra/Montpellier SupAgro/UM2) a pour objectif de mieux connaître les fonctionnalités des produits végétaux et de leurs constituants afin d'augmenter leurs performances pour des usages alimentaires et non alimentaires. Elle conduit des recherches sur les procédés physiques, physico-chimiques et biotechnologiques de transformation d'agro-molécules, d'agro-polymères ou de matrices complexes, et sur l'impact à différentes échelles de ces transformations en termes de structures et de fonctionnalités cibles. Ses activités de recherche s'articulent selon cinq axes complémentaires, pluridisciplinaires et multi-échelles :

- 1 Fractionnement des agroressources ;
- 2 Structuration sous contraintes des agropolymères et réactivité des poudres ;
- 3 Transferts de matière et réactions dans les systèmes aliment/emballage ;
- 4 Biotechnologie microbienne et enzymatique des lipides et des agropolymères ;

5 Représentation de connaissances et raisonnements pour accroître la qualité et la sécurité des aliments.

Ces axes de recherche s'intéressent aux questions de qualité et de sécurité alimentaire. Ils s'inscrivent dans une démarche d'acquisition des connaissances pour concevoir, développer et maîtriser des procédés éco-efficaces de déconstruction de la biomasse pour obtenir des matrices alimentaires avec des constituants fonctionnels, en particulier nutritionnels, et des molécules d'intérêt pour la santé.

Les recherches s'appuient sur deux plateformes et plusieurs plateaux techniques :

- La plateforme de fractionnement des produits végétaux* (humidité faible à intermédiaire) est particulièrement axée sur la première transformation des céréales et sur la mise en forme de matériaux à base d'agropolymères. Elle comporte deux plateaux thématiques, l'un consacré à la déconstruction mécanique et la classification des matières premières végétales (moulins, broyeurs, etc.) et l'autre à la structuration des matériaux par reconstruction et assemblage sous contrainte (malaxage, laminage, etc.) et à la préservation des aliments avec des technologies innovantes (haute pression, champs électriques pulsés, etc.).

- La plateforme LipPol-Green** (cf. p. 64) propose un encadrement scientifique et des instruments de très haut niveau pour des études à l'interface entre sciences du végétal et chimie verte, dans les domaines de la biotechnologie des lipides, de la physico-chimie des polymères et de l'exploration et l'utilisation de la diversité moléculaire des végétaux pour la production de molécules bioactives et de biomatériaux.

L'UMR IATE est membre de l'Institut Carnot Bioénergies, Biomolécules et Biomatériaux issus du carbone renouvelable (bioproduits) via le département « Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture » de l'Inra, de l'Institut Carnot Qualiment, du Labex Agro, de la Chaire UNESCO « Alimentations du monde », des plateformes « blé dur » et « caoutchouc » (*Hevea Research Platform in Partnership*), de l'Autorité européenne de sécurité des aliments, *European Technology Platform Food for Life*, *European Federation of Food Science & Technology*, *International association for cereal science and technology*, *EuroFatlipids*. L'UMR IATE est également impliquée dans de nombreux partenariats et réseaux, tant académiques qu'industriels, notamment avec des partenaires des pays du Sud. ●●

* <http://tinyurl.com/3bcar-pdf>

** www.supagro.fr/plantlippol-green

Produits mixtes

Assemblages de protéines végétales par structuration sous contraintes et valeur nutritionnelle

Ce sujet vise à comprendre les mécanismes physiques et physico-chimiques conduisant à la formation d'assemblages entre protéines végétales de sources différentes. Au-delà de l'intérêt scientifique, il aborde la question de la diversité alimentaire. Les modèles étudiés sont le blé dur, les légumineuses et les protéines de pommes de terre. Le projet « Pastaleg *in vitro* et *in vivo* » (2006-2012) porte sur la structuration d'une matrice alimentaire « céréale-légumineuse » et ses répercussions sur son index glycémique. La réunion de protéines de blé (déficit en lysine et thréonine) et de légumineuses (déficit en acides aminés soufrés) a permis d'enrichir un aliment en protéine et d'en améliorer la composition en acides aminés essentiels. La structure et les propriétés nutritionnelles et sensorielles de cette nouvelle matrice alimentaire, mixte, équilibrée et d'origine 100 % végétale, dépendent à la fois de sa composition et des conditions du procédé utilisé.

L'étude, pilotée par l'UMR IATE, a permis de déterminer l'impact de la structuration aux différentes échelles d'une pâte alimentaire aux légumineuses sur son indice glycémique. La structuration préalable des matrices, permettant l'obtention de structures d'intérêt nutritionnel, et leur caractérisation structurale ont été réalisées par l'UMR IATE (halle de technologie alimentaire, Montpellier SupAgro, plateforme Montpellier RIO Imaging). Ces différentes structures ont été évaluées sur un modèle humain en collaboration avec trois équipes régionales : CHU de Montpellier (CHU, équipe UMI/Inserm « Muscle et pathologies », plateau d'études nutritionnelles APANut-Santé, cf. p. 65), UMI (Laboratoire de Recherche en Biostatistique, Épidémiologie et Recherche clinique, unité de formation et de recherche de Médecine), CHU de Nîmes (service « Biostatistiques, épidémiologie clinique, santé publique et information médicale », hôpital Caréméau). Cette étude se poursuit sur l'impact de la structure du réseau protéique de cette pâte mixte sur l'accrétion musculaire et la problématique de la sarcopénie^{*} chez le sujet âgé, en collaboration avec l'unité de Nutrition Humaine (UMR 1019, Clermont-Ferrand).

**Contacts : Valérie Micard, micard@supagro.inra.fr
& Marie-Hélène Morel, morel@supagro.inra.fr**

* Fonte des muscles due au vieillissement ou à une maladie neurologique.



Photo non contractuelle

Melica © Shutterstock



T. Irma © Shutterstock

WHEAFI

Évaluation des propriétés anti-inflammatoires de différentes sources de fibres alimentaires du grain de blé

Les maladies cardio-vasculaires, les maladies chroniques dégénératives ou d'autres pathologies chroniques comme le syndrome métabolique ou l'obésité, sont des enjeux de santé publique. Les processus inflammatoires sont de plus en plus reconnus comme les principaux médiateurs de ces maladies. Une alimentation plus riche en glucides complexes (amidon et fibres) peut contribuer à diminuer le risque de développer ces pathologies. En France, la consommation de fibres n'arrive pas à atteindre les recommandations nutritionnelles (25 g/jour). Les produits céréaliers, un des piliers du régime alimentaire, peuvent clairement contribuer à augmenter la consommation de fibres alimentaires.

L'objectif de ce projet (dont l'UMR IATE est partenaire) vise à déterminer la capacité des produits céréaliers enrichis en fibres à réduire les processus inflammatoires chroniques dans une population en surpoids. Toutes les fibres céréalières n'ont pas le même impact nutritionnel. L'hypothèse principale de ce projet repose sur la capacité de fermentation des différentes fibres

du grain et leur aptitude à moduler la flore intestinale pour le contrôle des processus inflammatoires. Une étude clinique, avec des aliments enrichis avec différentes fibres de blé, est réalisée pour comprendre le rôle des fibres céréalières sur la réduction de maladies chroniques. Cette approche est complétée par le développement de méthodes de sélection des fibres de blé en fonction de leurs effets nutritionnels.

Ce projet de recherche fondamentale allie des partenaires académiques, des acteurs de la filière céréalière ainsi que des industriels. D'une durée de 3 ans (2011-2013), il a été sélectionné et financé par l'ANR dans le cadre du programme ALIA^{*}. Ce projet est labellisé par les pôles de compétitivité « Céréales Vallée » et « Vitagora ».

**Contacts : Cécile Barron, cecile.barron@supagro.inra.fr
& Valérie Micard, valerie.micard@supagro.inra.fr**

* [www.agence-nationale-recherche.fr/en/ann-fundeed-project/tx_lwmsuivibilan_pi2\[CODE\]=ANR-10-ALIA-0010](http://www.agence-nationale-recherche.fr/en/ann-fundeed-project/tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-10-ALIA-0010)

Clarification, purification, fractionnement et concentration de solutions alimentaires ou biologiques par procédés de séparation membranaire

S. Lacour © IEM



▲ Pilote d'électrodialyse de laboratoire instrumenté (suivi automatisé du pH de la conductivité et du débit).

Les procédés de séparation sur membrane permettent de répondre aux quatre principaux objectifs de séparation, à savoir la clarification, la concentration, la purification et l'extraction. En outre, mis en œuvre à basses températures, ils sont parfaitement adaptés pour le traitement des produits thermosensibles tels que les fluides biologiques et alimentaires. C'est pourquoi depuis plus de 20 ans, l'IEM, en collaboration avec les organismes de recherche locaux (Cirad, Inra), conduit des recherches sur le développement de procédés avancés applicables aux produits alimentaires. Ainsi des travaux réalisés dans le but d'améliorer les qualités organoleptiques et nutritionnelles des jus de fruits ont montré, d'une part, qu'il est possible de stabiliser à froid par microfiltration (MFT) des jus de fruits pulpeux tels que le jus d'orange et, d'autre part, qu'un traitement d'électrodialyse mettant en œuvre des membranes bipolaires permet de réduire l'acidité de jus de fruits tropicaux tels que le jus de fruits de la passion.

Enfin, le couplage des procédés d'osmose inverse et d'évaporation osmotique permet de concentrer des jus de fruits jusqu'à 60 brix* et ce à basse température (35°C). Par ailleurs le couplage de procédés membranaires permet la valorisation d'extraits d'origine végétale ou animale. Par exemple, la mise en œuvre d'étapes successives de MFT, d'ultrafiltration et de nanofiltration, présente une alternative intéressante aux procédés de précipitation fractionnée en présence de solvant pour la production d'oligosaccharides à partir de jus d'agave. Ces mêmes techniques ont été appliquées pour le développement d'un procédé durable de valorisation des coproduits de l'industrie de la pêche. Au lieu d'être rejetés et d'entraîner ainsi des pollutions locales, ces produits riches en protéines peuvent être hydrolysés par voie enzymatique et les peptides obtenus, fractionnés et concentrés sur la base de leur poids moléculaire.

Contacts : Marie-Pierre Belleville, marie-pierre.belleville@iemm.univ-montp2.fr & Stella Lacour, stella.lacour@iemm.univ-montp2.fr

* Mesure de la fraction de l'extrait sec soluble (i.e. saccharose) dans un jus de fruits.

Procédés membranaires pour l'agro-alimentaire

L'Institut Européen des Membranes (UMR IEM, CNRS/ENSCM/UM2), fondé en 1994, est un laboratoire de référence au niveau international dans le domaine des matériaux et procédés membranaires. Le laboratoire est organisé en trois départements :

- Design de Matériaux Membranaires et de systèmes Multifonctionnels ;
- Interfaces et Physico-chimie des Polymères ;
- Génie des Procédés Membranaires.

Ses objectifs de recherche s'articulent autour d'une approche pluridisciplinaire et multi-échelles de :

- l'élaboration et la caractérisation de nouveaux matériaux membranaires ;
- leur mise en œuvre au sein de procédés membranaires ayant notamment pour applications le traitement des effluents, la séparation de gaz, les biotechnologies en lien avec les sciences des aliments et de la santé.

Dans le domaine agro-alimentaire, les principales applications concernent le développement de procédés avancés applicables, d'une part, pour la concentration, la stabilisation ou l'amélioration des qualités organoleptiques de jus de fruits ainsi que le fractionnement et, d'autre part, pour la concentration de molécules d'intérêt (oligosaccharides, peptides bioactifs, antioxydants, etc.) à partir d'extraits d'origine animale ou végétale. Le laboratoire s'intéresse également à la conception et mise en œuvre de réacteurs enzymatiques à membrane pour l'hydrolyse de biopolymères ou encore la synthèse de composés d'intérêt. En particulier, le couplage des techniques membranaires, de la catalyse enzymatique et de la technologie des fluides supercritiques a permis le développement d'un procédé durable pour la production d'esters avec un label « naturel ».

Le laboratoire bénéficie d'un ensemble de services analytiques performants comprenant, outre les appareils classiques d'analyses chimiques (chromatographie en

phase liquide à haute performance, chromatographie en phase gazeuse couplée ou non à la spectroscopie de masse, électrophorèse), des appareillages destinés à la caractérisation des matériaux (microscopie électronique à balayage, diffraction des rayons X, diffusion de la lumière, spectroscopies Raman et infrarouge, résonance magnétique nucléaire, porosimètre à mercure, analyse thermique, etc.). Ces différentes plateformes analytiques sont également accessibles aux établissements publics et privés.

L'IEM fait partie du Pôle Chimie Balard, avec l'Institut Charles Gerhardt (UMR ICGM), l'Institut des Biomolécules Max Mousseron (UMR IBMM) et l'Institut de Chimie Séparative de Marcoule (UMR ICISM). Dans le cadre de ses activités liées au domaine de l'agro-alimentaire, l'IEM entretient, depuis sa création, des relations privilégiées avec les organismes de recherche locaux tels que l'Inra et le Cirad et, en particulier, avec les UMR IATE, SPO et QualiSud.

Des réacteurs enzymatiques à membrane pour la synthèse d'ester ou l'hydrolyse de biopolymères

Par définition, un réacteur enzymatique à membrane (REM) résulte du couplage d'une cuve de réaction avec une unité de filtration sur membrane. On distingue d'une part les REMs à enzymes libres et, d'autre part, les REMs à membrane active. Dans le premier cas, le rôle de la membrane est d'assurer le confinement des enzymes au sein du réacteur tout en laissant passer en continu les produits de la réaction ; le biocatalyseur peut ainsi être réutilisé et les problèmes d'inhibition sont limités.

Ce type de réacteur est parfaitement adapté aux réactions impliquant des substrats et des enzymes dont les tailles sont très supérieures à celles des produits. Ce type de réacteur a été étudié au laboratoire IEM notamment pour la production de sirops de glucose à partir d'amidon ou de cellulose. Par contre, si les substrats et les produits sont de taille voisine, il est préférable d'utiliser des REMs à membranes actives. En effet, dans ce dernier cas, l'enzyme est immobilisée à la surface de la membrane et la réaction a lieu au niveau des pores lors du transfert dans la membrane. Une procédure originale de greffage des enzymes à la surface de membranes céramiques a été développée au laboratoire ; elle a été utilisée avec succès pour greffer différents types d'enzymes dont des protéases et des lipases. Grâce à la nature inorganique des supports, ces membranes actives ont été mises en œuvre dans différents milieux (solvants aqueux et

D. Cot © IEM/CNRS



▲ Réacteur membranaire fonctionnant en conditions CO₂

organiques) et en particulier en conditions supercritiques (dioxyde de carbone supercritique, CO₂ SC). Le développement d'un procédé intégré propre et durable couplant catalyse enzymatique/membrane/CO₂ SC en vue de la synthèse d'esters et de composés d'arômes est un des thèmes de recherche appliqués au domaine de l'agro-alimentaire du laboratoire.

Contacts : Marie-Pierre Belleville,
marie-pierre.belleville@iemm.univ-montp2.fr
& **Delphine Paolucci,** Delphine.Paolucci@iemm.univ-montp2.fr

Un grand pôle international de recherche pour la filière œnologique

Les recherches menées au sein de l'UMR « *Sciences Pour l'Œnologie* » (UMR SPO, Inra/Montpellier Supagro/UMI) visent à mieux comprendre les mécanismes impliqués dans l'élaboration de la qualité du vin. Ces recherches s'articulent autour de deux axes principaux portés par deux équipes multidisciplinaires :

- 1 « Microbiologie » qui intègre les approches génomiques et post-génomiques sur la levure ainsi que la modélisation et le contrôle du procédé fermentaire ;
- 2 « Polyphénols et interactions » qui regroupe des compétences en chimie, physico-chimie, physique statistique, biochimie et biologie moléculaire.

Le premier axe s'intéresse à la physiologie intégrative des levures œnologiques et la maîtrise de la fermentation. Les levures œnologiques présentent des particularités phénotypiques uniques au sein de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*, qui résultent d'une sélection par l'environnement œnologique et par l'homme. Les recherches visent à comprendre les mécanismes qui participent à ces processus évolutifs et à identifier les bases moléculaires des propriétés des souches. D'autre part, le fonctionnement intégré

du métabolisme et les bases de la diversité métabolique sont étudiés. Les connaissances produites sont mobilisées pour élaborer des stratégies d'amélioration des souches. Le déroulement de la fermentation alcoolique est le résultat d'interactions entre les levures, la composition du mout et le mode de contrôle de la fermentation (actions possibles sur la température, l'addition de nutriments, etc.). L'objectif général est de décrire finement le déroulement de la fermentation alcoolique, à l'aide de systèmes de suivi en ligne, de le modéliser et d'élaborer de nouveaux modes de contrôle, afin d'optimiser la cinétique fermentaire et d'influer positivement sur les caractéristiques organoleptiques du produit.

Le deuxième axe de recherche porte sur les composés phénoliques et leurs interactions. Les composés phénoliques constituent une large famille de métabolites secondaires des végétaux. Ils jouent un rôle majeur dans la qualité des plantes et de leurs produits de transformation, soit directement, du fait de leurs propriétés intrinsèques (pigments, antioxydants, etc.), soit du fait des interactions physico-chimiques qu'ils établissent entre eux, avec d'autres biopolymères et avec les matériaux. Les recherches visent à mieux comprendre les caractéristiques structurales des constituants des fruits (composés phénoliques, poly- et oligosaccharides) et de leurs produits de transformation ainsi que les mécanismes qui

génèrent ces molécules (voies de biosynthèse, réactions intervenant lors des procédés technologiques), les mécanismes d'interactions physico-chimiques impliquant ces composés et leur incidence sur la qualité des produits ou sur l'efficacité/la sélectivité des procédés technologiques mis en œuvre. Ces connaissances sont ensuite utilisées pour élaborer de nouvelles stratégies de maîtrise des procédés technologiques (extraction, stabilisation, etc.) et développer de nouvelles applications (p. ex. nouveaux biomatériaux).

Les équipements d'intérêt collectif sont regroupés dans une plateforme analytique (plateforme IBISA*, cf. p. 64, et grand plateau technique régional) dédiée à l'analyse structurale et aux interactions des polyphénols ainsi que des plateaux techniques (salle d'analyse sensorielle, plateau d'analyse des composés volatils, salle de biotechnologie).

L'UMR SPO est l'un des grands pôles internationaux de recherche pour la filière œnologique. Des approches intégrées avec l'unité expérimentale de Pech Rouge et l'UMT Qualinnov permettent la réalisation de projets de recherche jusqu'à l'échelle pilote et préindustrielle ; cet ensemble constitue une structure sans équivalent en termes d'innovation et de transfert. ■

* Infrastructures en Biologie Santé et Agronomie : www.ibisa.net

Synthèse d'arômes lors de la fermentation œnologique

De la biologie des systèmes à la conduite des fermentations

La filière œnologique doit, de plus en plus, être capable d'adapter ses produits aux souhaits des consommateurs. Si ces souhaits sont divers, plusieurs évolutions majeures ont été observées lors des dernières années. L'une d'entre elles concerne les vins fruités et aromatiques.

La plupart des composés impliqués sont des métabolites produits au cours de la fermentation alcoolique, tels que les esters éthyliques, les alcools supérieurs et la plupart de leurs acétates, ou libérés par les activités enzymatiques de la levure à partir de précurseurs non odorants présents dans la matière première, tels que des thiols variétaux. L'étape de fermentation est donc une étape-clé pour orienter le profil aromatique des vins.

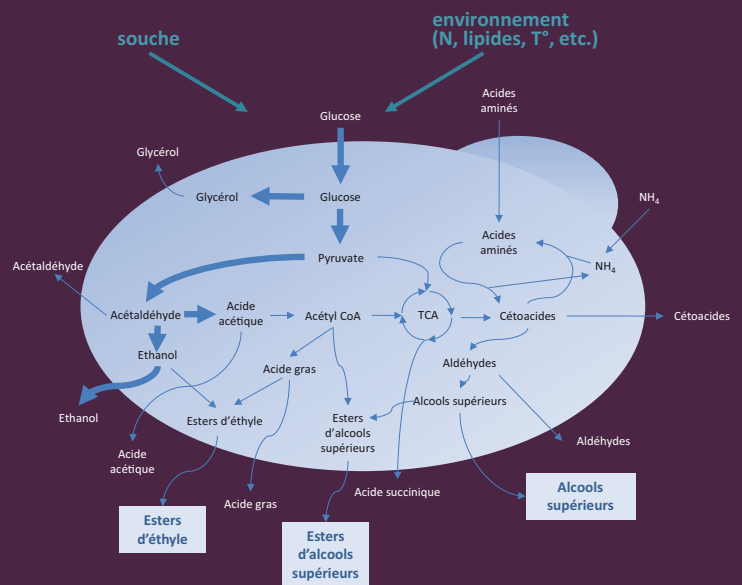
La température, les souches et espèces de levure, ainsi que la concentration et la nature des nutriments disponibles dans le milieu (azote, lipides, micronutriments) sont des facteurs essentiels. Cependant, alors que l'impact de ces paramètres sur le déroulement des fermentations a été très étudié, le manque de connaissances génériques relatives au métabolisme des arômes, ainsi qu'à sa variabilité en fonction du procédé, est actuellement un obstacle au développement d'approches innovantes.

Plusieurs travaux développés au sein de l'UMR SPO visent à la fois (i) à améliorer les connaissances relatives à l'effet de ces paramètres sur les quantités et les proportions d'arômes produites par les levures pendant la fermentation et (ii) à développer des modes de conduite (température, ajouts de nutriments) permettant d'optimiser leur formation. Les approches mises en jeu sont pluridisciplinaires (microbiologie, physiologie de levure, biologie des systèmes, ingénierie des bioprocédés, technologie, chimie analytique, analyse sensorielle) et mettent en œuvre des méthodologies de pointe (suivi en ligne

des cinétiques de synthèse des arômes, analyse quantitative et modélisation du métabolisme).

Ces travaux devraient conduire, à moyen terme, à des solutions intégrées combinant choix de la levure, de sa nutrition et de la conduite du procédé fermentaire.

Contacts : Carole Camarasa, camarasa@supagro.inra.fr & Jean-Roch Mouret, mouretj@supagro.inra.fr



▲ Schéma des voies de biosynthèse des arômes fermentaires par la levure *S. cerevisiae* en conditions œnologiques.

Remplacement du bisphénol A dans les contenants alimentaires

Le bisphénol A (BPA) est une substance chimique de synthèse utilisée depuis plus de cinquante ans et dont la production mondiale est estimée à 3,8 millions de tonnes par an. Mélange de phénol et d'acétone, le BPA entre notamment dans la composition de plastiques très résistants de type polycarbonate, qui servent à la fabrication de bonbonnes et de bouteilles d'eau réutilisables. On en trouve également dans les résines époxydes, ou vernis, qui tapissent l'intérieur des boîtes de conserve en métal, des canettes de boisson, des couvercles de bocaux ou des capsules de bouteilles.

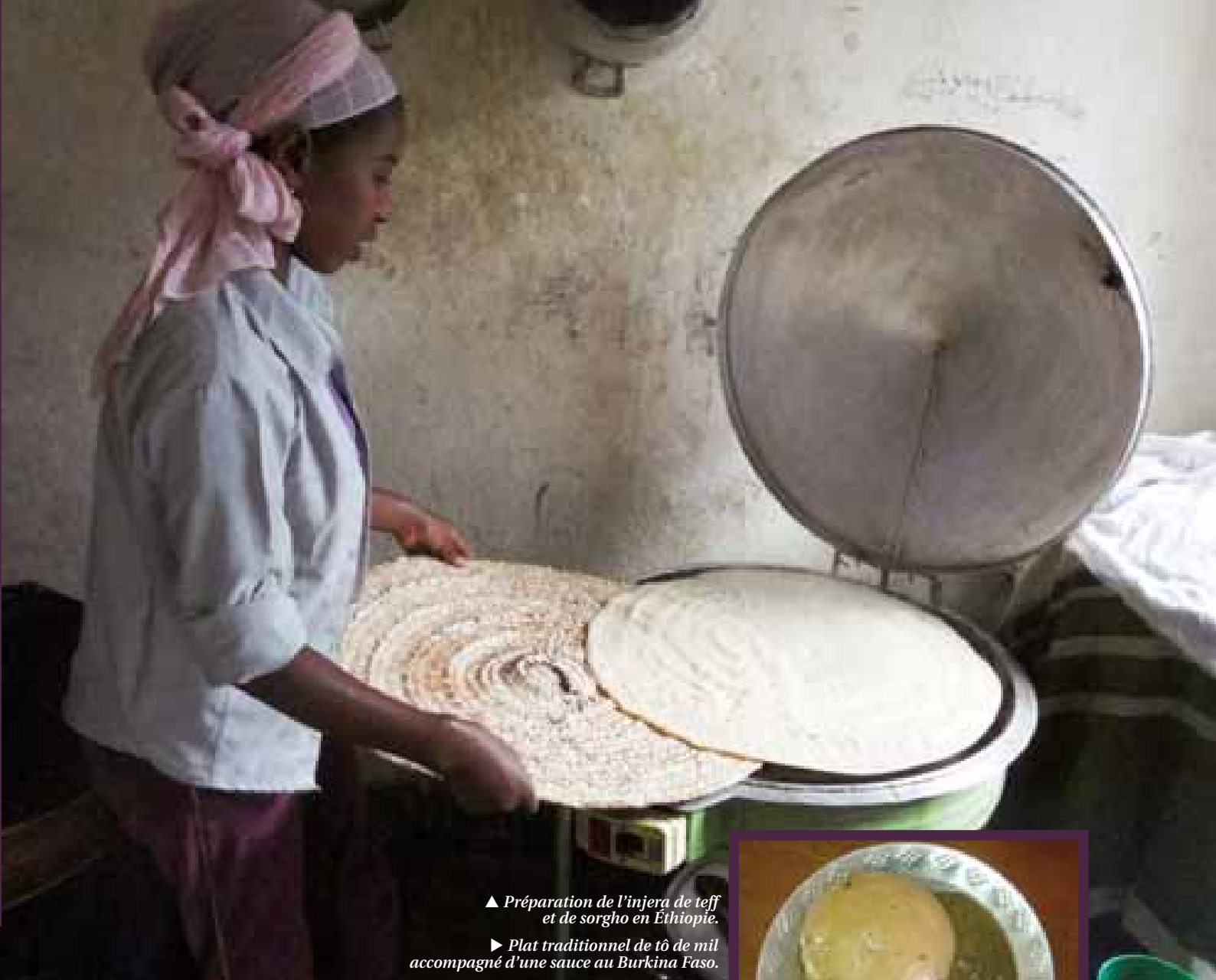
L'utilisation du bisphénol A dans la fabrication des biberons est interdite en France depuis le 1^{er} juin 2011. Par ailleurs, l'Assemblée nationale vient d'adopter une proposition de loi visant à étendre cette interdiction aux contenants alimentaires, avec prise d'effet au 1^{er} janvier 2014. Le vote de ce texte intervient quelques semaines après la publication d'un rapport de l'ANSES qui avait conclu que le BPA était suspecté d'être en cause dans l'augmentation importante, et encore non expliquée, de maladies liées au système hormonal, comme certains cancers.

Par conséquent, il est impératif de substituer le BPA par des composés qui conserveraient les mêmes caractéristiques industrielles mais dénués de propriétés hormonales. C'est dans ce contexte que se positionnent les recherches menées au sein de l'UMR SPO et qui visent à fonctionnaliser les composés phénoliques issus de la

biomasse végétale tels que les acides phénoliques, les tanins condensés et les tanins hydrolysables, pour la synthèse de résines époxy biosourcées. Des études préliminaires ont permis de démontrer l'efficacité de la catéchine (unité monomérique des tanins condensés) ainsi que celle de l'acide gallique (acide phénolique entrant dans la composition des tanins hydrolysables) dans la synthèse de résines époxy ayant de bonnes propriétés thermiques et mécaniques.

Contact : Chahinez Aouf, aouf@supagro.inra.fr

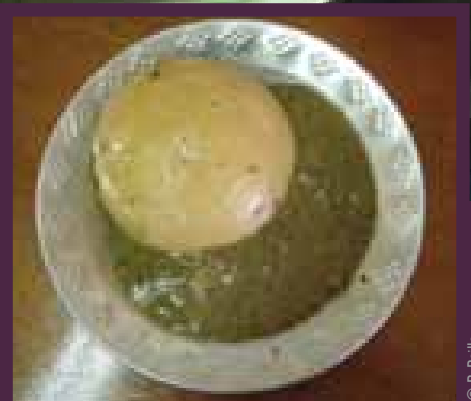




▲ Préparation de l'injera de teff et de sorgho en Éthiopie.

► Plat traditionnel de tô de mil accompagné d'une sauce au Burkina Faso.

© C. Mouquet-Rivier



© B. Baïlle

Procédés traditionnels de transformation en Afrique et biodisponibilité du fer dans les aliments traditionnels à base de céréales

La carence en fer est la première carence nutritionnelle dans le monde. L'Organisation Mondiale de la Santé estime que l'anémie touche 47 % des enfants et 42 % des femmes enceintes et l'anémie ferriprive est majoritaire. Dans ce contexte, une partie des recherches de l'UMR NutriPass visent à améliorer les teneurs et la disponibilité du fer des aliments traditionnels en Afrique, notamment *via* l'étude et l'amélioration des procédés traditionnels de transformation des céréales qui constituent la base de cette alimentation.

Les études réalisées sur différents plats à base de maïs au Bénin, de mil et de sorgho au Burkina Faso, ou encore de teff, sorgho, orge et blé en Éthiopie, mettent en évidence une augmentation drastique de la teneur en fer des produits au cours de la transformation indiquant une contamination. Ce fer de contamination provient soit du sol (Éthiopie, Burkina Faso), soit des équipements ou ustensiles utilisés pour la mouture et la cuisson (Bénin, Burkina Faso). Des mesures de biodisponibilité du fer par simulation *in vitro* des différentes étapes de digestion

montrent que la plus grande partie du fer de ces aliments contaminés est insoluble et par conséquent probablement non disponible pour l'absorption.

Dans certains cas cependant, bien que le pourcentage de fer bioaccessible par rapport au fer total diminue après transformation, la teneur en fer bioaccessible augmente, suggérant qu'une petite partie de ce fer de contamination pourrait être absorbable. Cependant, les proportions de fer intrinsèque et extrinsèque dans les produits transformés résultent de nombreuses étapes de pertes/gain par contamination et restent très difficiles à estimer.

Au final, la présence de grandes quantités de fer de contamination entraîne une surestimation de la couverture des besoins en fer alors que la biodisponibilité de ce fer est probablement très faible, bien inférieure encore à celle du fer intrinsèque des céréales.

Contacts : Claire Mouquet-Rivier, claire.mouquet@ird.fr & Christèle Icard-Vernière, christele.vernieri@ird.fr

Perspectives de recherche

Savoirs locaux, créativité et *innovations pour des systèmes alimentaires durables et responsables*

Le dossier « *Alimentation, nutrition, santé* » préparé par Agropolis International témoigne de l'importance, de la diversité et de la vitalité des équipes de recherche de Montpellier, d'Avignon et de la région Languedoc-Roussillon. Par le nombre des laboratoires et des chercheurs engagés, par l'ampleur du champ scientifique abordé et par la densité nationale et internationale de ses réseaux académiques et professionnels, le site de Montpellier est probablement parmi les premiers au monde sur la problématique de l'alimentation au sens large. La grande originalité de ce dispositif est sa proximité physique, au sein d'un vaste campus, avec deux autres composantes essentielles de la recherche pour traiter de la question alimentaire : en amont, les ressources naturelles et l'agriculture, en aval, le consommateur et les marchés.

Si l'on raisonne par grandes fonctions vitales, se nourrir correctement va conditionner l'accomplissement de tous les autres besoins humains : se protéger, se soigner, s'éduquer. On peut avancer, en dépit de statistiques encore très lacunaires, qu'une mauvaise alimentation (au sens large, en incluant les boissons et notamment l'eau) est à l'origine de risques pathologiques majeurs à travers les toxi-infections, les pollutions physiques ou chimiques et les maladies chroniques ou non transmissibles (obésité, diabète, cancers). Une estimation, probablement modeste, conduit à attribuer, directement ou

indirectement, plus de la moitié de la mortalité mondiale à des insuffisances ou défauts de nos aliments. L'impact de l'insécurité alimentaire qui frappe près de la moitié de la population du globe (2 milliards d'individus carencés, 1 milliard de suralimentés) est gigantesque et se traduit tout d'abord par un mal-être, puis par des centaines de milliards d'euros de pertes pour l'économie, mécaniquement (baisse de productivité, de production et de consommation) ou de façon induite (creusement du déficit des systèmes de sécurité sociale). En dépit des progrès technologiques et économiques considérables accomplis grâce à la science depuis environ un siècle, il s'agit là d'un constat dramatique d'échec de nos systèmes alimentaires contemporains. On évoque ici — en simplifiant pour les besoins de l'analyse — le modèle agro-industriel spécialisé, concentré, intensif, globalisé et financiarisé, qui tend à devenir hégémonique dans les pays à haut revenu et les pays émergents, et le modèle traditionnel d'autosubsistance à faible productivité, inorganisé et générateur de pauvreté.

Ce « fiasco alimentaire » est imputable à plusieurs causes : un paradigme dominant, la théorie des marchés efficients, légitimant le comportement individualiste des producteurs et des consommateurs, avec en corollaire le déficit de politique publique et l'absence de gouvernance

tant nationale qu'internationale. En conséquence, on constate un cloisonnement de l'organisation administrative gouvernementale et intergouvernementale et un manque de cohérence des budgets par rapport à l'objectif de sécurité alimentaire : nous avons bien des politiques agricoles, moins souvent des politiques alimentaires et quasiment jamais une coordination entre les deux. Or, la qualité alimentaire ne peut être qu'une co-construction par les différents acteurs des filières. Ce processus doit désormais être guidé par des considérations éthiques, c'est-à-dire dépasser le seul critère économique pour intégrer d'autres valeurs : conditions de production, de commercialisation et de consommation des aliments respectueuses de la biosphère et de l'équité sociale et culturelle, information complète, objective et éducative du citoyen-consommateur. Ces exigences ajoutent à la complexité de la recherche et de l'action et militent pour une vision holistique.

Toutes ces questions, même en les considérant comme des hypothèses, interpellent fortement les chercheurs dont la mission est de contribuer à l'élaboration de nouveaux paradigmes et de dispositifs technologiques et organisationnels innovants, porteurs de plus de bien-être pour les hommes.

Cependant, beaucoup de chemin reste encore à faire pour une approche multisectorielle et multidisciplinaire finalisée seule

capable d'affronter l'enjeu majeur de la sécurité alimentaire des citoyens du monde. En effet, c'est une interaction permanente entre agronomes, technologues agro-alimentaires, nutritionnistes, chercheurs en sciences humaines qui est nécessaire à la conception de systèmes alimentaires durables et responsables.

Dans ces conditions, on perçoit bien les risques — amplifiés par une gestion discutable des carrières des enseignants-chercheurs et les pratiques institutionnelles — de l'hyper-fragmentation actuelle de la recherche. Les briques de l'édifice sont présentes au sein d'Agropolis International à Montpellier et dans d'autres campus de la planète. Ces briques d'innovation constituent, comme nous l'avons vu à la lecture de ce document, des éléments d'éclairage de la problématique de recherche : épidémiologie des maladies d'origine alimentaire, relations entre composants

alimentaires et pathologies, effets prophylactiques de la nutrition, physiologie et psychologie du goût, déterminants du comportement du consommateur, incitations socio-économiques à l'amélioration des diètes alimentaires, impact des technologies sur la qualité des aliments, nouveaux modes de conditionnement des denrées alimentaires, valorisation alimentaire et non-alimentaire de la biomasse, éco-conception industrielle, agroécologie, agriculture de précision, génomique et amélioration variétale, biodiversité et gestion des ressources génétiques animales et végétales, multifonctionnalité de l'agriculture, adaptation de l'agriculture au changement climatique, stress hydrique et maîtrise de l'eau, organisation et management des entreprises et des filières, analyses de cycle de vie environnemental, énergétique et social, économie politique des biens publics, *design* des politiques agricole, alimentaire

et territoriale, et de nombreux autres thèmes tout aussi pertinents. Il reste à rassembler les équipes de recherche au sein d'ambitieux programmes fédérateurs finalisés dont l'initiative « Surfood, *Sustainable Urban Food Systems* » (cf. p. 59), est une bonne illustration.

Gageons que l'acuité de la crise polysémique contemporaine et les pressions croissantes de la société civile encourageront la sphère épistémique à devenir une véritable communauté au service de l'une des causes fondamentales de l'humanité, la sécurité alimentaire. Les idées et les connaissances produites ou formalisées par les intellectuels ont de tout temps eu un impact décisif sur la marche du monde.

Jean-Louis Rastoin
Montpellier SupAgro,
Chaire UNESCO « Alimentations
du monde »

SPÉCIALISATION INTENSIVE OU DIVERSITÉ ET PROXIMITÉ ?



B. Brown © Shutterstock



A. Tramont © Shutterstock



I. Hervas Bengochea © Shutterstock



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Chaire UNESCO
en alimentations du monde
France



Centre international
d'études supérieures
en sciences agronomiques

CHAIRE UNESCO

Alimentations du monde

Pour des systèmes alimentaires durables

Au printemps 2011, Montpellier SupAgro a créé la Chaire « Alimentations du monde » (AdM), labellisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), en partenariat avec les différentes institutions d'Agropolis International et le soutien d'Agropolis Fondation. La Chaire AdM propose d'accroître et de diffuser les connaissances académiques et empiriques sur les systèmes alimentaires dans le monde, leurs diversités, leurs dynamiques et leurs impacts humains, économiques, technologiques et environnementaux, dans une perspective de développement durable. La Chaire a pour ambition de faciliter la collaboration entre enseignants-chercheurs en France et dans le monde, à travers son réseau UNITWIN (*University Twinning and Networking*), dans une approche multidisciplinaire associant sciences biotechniques et sciences sociales. En 2012, la Chaire a reçu le soutien de la Fondation Daniel & Nina Carasso pour l'ensemble de ses activités.

Les systèmes alimentaires actuels des pays industrialisés sont considérés comme non durables en raison de leurs effets sur l'environnement (surexploitation de ressources non renouvelables, pollutions), la santé (obésité, maladies non transmissibles) et la sécurité alimentaire (asymétries des acteurs et instabilité des marchés). Les différences de situation entre pays montrent que les cultures et les politiques peuvent modifier les trajectoires d'évolution des systèmes alimentaires de la planète.

L'objectif de durabilité des systèmes alimentaires ouvre un nouvel agenda que la Chaire investit à travers ses activités de recherche, de formation et de partage des connaissances.

Des programmes de formation

Il existe à Montpellier plus d'une vingtaine de formations de niveau 3^e cycle portant sur le domaine de l'alimentation humaine dans différentes disciplines. L'objectif de la Chaire AdM n'est pas de se substituer aux formations existantes, mais de les valoriser en les faisant mieux connaître et en les inscrivant dans une dynamique de coopération. Pour ce, elle propose aux étudiants de ces masters (et en visioconférence pour d'autres campus en France et à l'étranger) un séminaire qui leur offre une ouverture multidisciplinaire pour une analyse des systèmes alimentaires.

Plus particulièrement, la Chaire AdM appuie les activités de deux cursus organisés par Montpellier SupAgro et le Cirad, le parcours d'ingénieur de spécialisation « Innovations dans les systèmes agricoles et agro-alimentaires du monde » (ISAM) et le Mastère spécialisé « Innovations et politiques pour une alimentation durable » (IPAD) : organisation d'unités d'enseignement, tutorat de travaux de groupe, etc. (cf. p. 69). Grâce au soutien de la Fondation Daniel & Nina Carasso, deux bourses d'études sont octroyées à des candidats étrangers et un prix étudiant est organisé pour récompenser les meilleurs travaux de mémoires d'ingénieurs et de masters.

De la recherche en réseau

La Chaire AdM coordonne la préparation du programme de recherche « Surfood » sur la durabilité des systèmes alimentaires urbains dans le cadre d'Agropolis Fondation (cf. ci-contre). Une vingtaine d'équipes de recherche d'Agropolis International, issues de trois grands champs disciplinaires, sont impliquées : les sciences sociales et politiques, les technologies de production et de transformation alimentaires, la nutrition/santé. Ce « projet étendard » a pour vocation de structurer et rendre visible à l'échelle internationale les travaux des équipes de recherche montpelliéraines et de favoriser leurs interactions et partenariats avec d'autres équipes dans le monde s'intéressant aux mêmes problématiques.

La Chaire AdM développe également un programme d'accueil d'enseignants-chercheurs étrangers au sein des unités d'enseignement et des laboratoires de recherche partenaires. Des séjours en France d'universitaires étrangers sont régulièrement organisés en collaboration avec la Chaire UNESCO « Sauvegarde et valorisation des patrimoines culturels alimentaires » de l'université François Rabelais de Tours.

AVEC LE SOUTIEN DE



agropolis fondation



Des dialogues science/ société

Enfin, dans la perspective du partage des savoirs, la Chaire AdM organise et anime des conférences, débats et rencontres entre milieux scientifiques, politiques et professionnels sur des questions stratégiques telles que le droit à l'alimentation, la sécurité alimentaire mondiale,

la construction de filières agro-alimentaires territorialisées durables et responsables, la gestion des ressources, etc. Elle propose notamment un colloque annuel de réflexion et d'aide à la décision sur des grands sujets de société.

L'ensemble des activités de la Chaire est valorisé à travers un site internet dédié aux questions d'alimentation durable. ■

Chaire UNESCO « Alimentations du monde »

Directeur : **Jean-Louis Rastoin**,
jean-louis.rastoin@supagro.inra.fr

Secrétaire général : **Damien Conaré**,
damien.conare@supagro.inra.fr

www.chaireunesco-adm.com

Surfood

SUSTAINABLE URBAN FOOD SYSTEM

Projet Surfood Des systèmes alimentaires urbains durables

L'urbanisation de la population mondiale s'est accompagnée d'une série de processus lourds de conséquences pour la durabilité des systèmes alimentaires. Elle a notamment favorisé la généralisation d'un modèle agro-industriel aux conséquences souvent négatives pour l'environnement, la santé et le bien-être, ou encore l'emploi. Mais dans le même temps, la ville offre des opportunités sociales, économiques et culturelles, qui concourent au maintien d'une diversité alimentaire et d'innovations (circuits courts, agriculture urbaine, nouvelles formes de restauration, etc.). De plus, elle génère un effet de taille permettant une gestion optimisée des ressources, des infrastructures et du recyclage des déchets.

Le projet « Sustainable Urban Food Systems » (Surfood) propose de coordonner et d'animer des recherches sur l'évolution de l'alimentation des villes : quelles sont les contraintes et les opportunités que la ville génère au regard de l'objectif de durabilité des systèmes alimentaires ? Quatre villes laboratoires seront plus particulièrement analysées : Montpellier, Dakar, Hanoï et Tunis.

Le projet repose sur deux hypothèses : (i) la région urbaine peut être une échelle pertinente pour la gouvernance de systèmes alimentaires durables ; (ii) la valorisation des diversités à toutes les échelles d'un système alimentaire (production, transformation, distribution, consommation, recyclage des extrants) peut être un facteur de résilience.

Il s'articule autour de sept axes structurants pour répondre à des enjeux sociétaux :

- « Flux et cycles » : comment mieux gérer les ressources (eau, énergie, terres, etc.) ? Comment réduire le gaspillage alimentaire et mieux recycler les déchets urbains ?
- « Filières locales et globales pour la ville » : quels circuits d'approvisionnement et de distribution pour des systèmes alimentaires urbains durables ?
- « Territoires et agriculteurs » : quels liens les villes entretiennent-elles avec les campagnes environnantes et d'autres territoires alimentaires beaucoup plus éloignés ? Comment affirmer le rôle alimentaire de l'agriculture urbaine ?
- « Solidarité et précarité » : comment lutter contre la précarité alimentaire ?
- « Citadins et mangeurs » : comment mobiliser les citoyens autour de pratiques alimentaires plus durables ?

P. Gubry © IRD



▲ Commerce de rue à Hanoï.

- « Biodiversité et nutrition » : comment le maintien d'une agrobiodiversité peut concourir à une meilleure nutrition ?
- « Gouvernance alimentaire urbaine » : comment promouvoir et gérer des systèmes alimentaires urbains plus durables ?

Ce projet fédère une quinzaine d'équipes de recherche montpelliéraines (Art-Dev, Cepel, Green, Hortsys, IATE, Innovation, Lameta, Moisa, MRM, NutriPass, QualiSud, Recyclage et Risques, TETIS, etc.), soit près de quatre-vingts chercheurs impliqués répartis dans huit institutions (Cirad, CIHEAM-IAM.M, CNRS, Inra, IRD, Irstea, Montpellier SupAgro, UMI, UM2, UM3) ; le tout en lien avec les acteurs associatifs et pouvoirs politiques locaux pour construire des actions pilotes présentant autant d'actions concrètes pour le développement d'un système alimentaire urbain durable (cantines scolaires, etc.). Le projet Surfood a été soumis en octobre 2013 au conseil scientifique d'Agropolis Fondation pour évaluation en vue d'un financement.

Pour valoriser les premiers travaux de Surfood, les UMR Innovation et Moisa ont organisé avec la Chaire UNESCO AdM, et en partenariat avec Agropolis International, un colloque international sur « Les innovations dans les systèmes alimentaires des villes » les 28-29 octobre 2013 à Montpellier (Agropolis International). Il s'agissait de la 5^e conférence du réseau de recherche thématique *Sustainable Food Planning* de l'Association européenne des écoles d'aménagement et d'urbanisme (*Association of European Schools of Planning, AESOP*)^{*}. Les précédentes éditions ont eu lieu à Almere (2009), Brighton (2010), Cardiff (2011) et Berlin (2012).

Contacts : **Nicolas Bricas**, nicolas.bricas@cirad.fr
& **Julie Debru**, julie.debru@supagro.inra.fr

* Pour plus d'informations : www.l.montpellier.inra.fr/aesop5

Les acteurs de l'innovation



Qualiméditerranée

Pôle de compétitivité Qualiméditerranée

Innovier pour l'agriculture et l'alimentation méditerranéennes

Le pôle de compétitivité Qualiméditerranée a pour mission de développer l'innovation dans les entreprises du domaine agro-alimentaire en région méditerranéenne. La stratégie du pôle se décline en deux axes thématiques :

- 1 en amont de la chaîne agro-alimentaire, une agriculture méditerranéenne compétitive et durable ;
- 2 des procédés propres et la valorisation de nouveaux produits issus de l'agriculture et de la santé en aval de la chaîne.

La thématique « alimentation, nutrition, santé » trouve naturellement sa place dans l'axe 2 au bout de la chaîne agro-alimentaire mais elle touche aussi l'amont agricole au travers de la qualité de la production primaire.

L'un des thèmes soutenus par le pôle concerne le développement d'aliments fonctionnels ou de compléments alimentaires pour la nutrition humaine et animale, par la valorisation d'ingrédients actifs issus d'extraits naturels aux propriétés intéressantes pour la santé : c'est le cas, par exemple, des projets MELOXYLISE (financement OSEO), MELOFEED (Fonds Unique Interministériel, FUI) ou LIPIDOMEL (Eurostars) basés sur des extraits de melon riches en antioxydants.

Un autre thème est la valorisation des effets bénéfiques sur la santé de certains types d'alimentation (p. ex. diète méditerranéenne dans les projets ANR COGINUT — cf. p. 31 — et MEDINA) ou de certains composés tels que les polyphénols

aux propriétés anti-oxydantes présents dans le vin (projet ANR PolyOxResist^{**}, cf. p. 40) ou le jus de raisin (projet FUI FIJUS-R@ISOL^{***}).

Les qualités nutritionnelles et organoleptiques des aliments sont également primordiales. Le projet NUTRICE (FUI) s'intéresse à la conception d'autocuseurs avec de nouveaux procédés de préparation de rations alimentaires à base de riz permettant d'optimiser la biodisponibilité des nutriments tout en développant les qualités organoleptiques. Les projets œnologiques intègrent souvent des phases de dégustation et d'analyse de perception permettant de valider l'impact et l'intérêt de telles ou telles pratiques ou de certains intrants sur la qualité du vin. Ainsi les projets VINNEO^{****} (FUI) ou PYLOTYPE^{*****} (R&D régional), basés sur « l'ingénierie reverse », cherchent à identifier certains profils aromatiques de vins et à les maîtriser en jouant sur les différentes étapes de leur fabrication, idéalement dès les itinéraires cultureux, la fertilisation et la maîtrise de l'irrigation.

Contact : Nicolas Nguyen The, nguyen-the@qualimediterranee.fr

Pour plus d'informations : www.qualimediterranee.fr

* Promouvoir en Méditerranée des systèmes alimentaires durables

** Influence des polyphénols sur le stress oxydant chez l'homme sain à risque métabolique : relation avec les mécanismes de l'insulino-résistance

*** Création d'une gamme de purs jus de raisin à valeurs nutritionnelles améliorées et mise en place d'une filière dédiée « jus de raisin »

**** Optimisation des process d'élaboration des vins de cépages du Sud-Ouest

***** Outils d'aide à la décision pour améliorer la compétitivité des vins à l'export

transferts LR Transferts LR

Agence Régionale de l'Innovation
du Languedoc-Roussillon

Association créée en 2005 à l'initiative de la Région et de l'État, Transferts LR soutient la compétitivité des entreprises par l'innovation et le transfert de technologie en Languedoc-Roussillon. Elle accompagne pour cela les entreprises et futurs créateurs de cette région dans la structuration de leur projet, l'identification et la mobilisation des ressources nécessaires (technologiques, humaines, financières) et développe un fort partenariat avec les centres de compétences régionaux, nationaux et européens de l'innovation. À l'interface entre recherche et entreprises, Transferts LR bénéficie du label « Centre de Diffusion Technologique » du ministère de la Recherche.

Parce que les enjeux de l'alimentation sont de produire de manière économique et durable des aliments sûrs, sains, agréables et pratiques, Transferts LR intervient depuis l'amont agricole jusqu'à la distribution des produits et services et accompagne de nombreux projets d'innovation, individuels, collectifs ou collaboratifs, aussi variés que :

- le développement de nouveaux intrants et d'itinéraires techniques durables pour l'agriculture ;
- l'adaptation des matières premières aux besoins industriels ;
- la mise au point des technologies, produits, méthodes ;

- la préservation des qualités sensorielles, nutritionnelles et microbiologiques des produits ;
- le développement d'ingrédients et extraits naturels pour différentes applications alimentaires ou non alimentaires ;
- la validation de l'efficacité, en nutrition/santé humaine ou animale, d'ingrédients nutritionnels, de compléments alimentaires et autres aliments fonctionnels.

Les conseillers de Transferts LR organisent également des journées de sensibilisation sur des thèmes d'intérêt pour permettre aux différents acteurs d'enrichir leurs connaissances, de se rencontrer et de favoriser les partenariats. Transferts LR anime ainsi depuis 2 ans la thématique « extraits naturels : des ressources aux valorisations » avec notamment :

- une cartographie des compétences privées et publiques, accessible sur le site ;
- des journées d'information et de présentation des compétences régionales.

Contact : Danielle Lestang, lestang@transferts-lr.org

Pour plus d'informations : www.transferts-lr.org



Les plateformes technologiques, *outils de partenariat*

Plateforme de technologie agro-alimentaire

La halle de technologie agro-alimentaire du Cirad, créée en 1986, est devenue, en 2007, la plateforme de technologie agro-alimentaire de l'UMR QualiSud. Cette plateforme est implantée sur le site de Lavalette à Montpellier. Elle a une activité spécialisée dans le domaine du génie des procédés alimentaires et elle permet de mettre son expertise pluridisciplinaire à la disposition des projets de recherche en lien avec les pays du Sud et au service des centres et des entreprises agro-alimentaires régionaux. Pour stimuler l'innovation et développer le transfert des savoirs et des techniques, les activités de la plateforme sont structurées selon trois principaux volets : la recherche, la formation et le développement en collaboration avec des entreprises. La plateforme est ouverte :

- aux chercheurs de l'UMR QualiSud mais aussi à ceux d'autres unités de recherche ;
- aux organismes de formation, dont le principal est aujourd'hui Montpellier SupAgro ;
- aux entreprises désirant externaliser une thématique de recherche ;
- aux porteurs de projets désirant valoriser une compétence ou créer leur produit.

La plateforme de technologie agro-alimentaire, d'une superficie totale d'environ 1 200 m², permet la mise en œuvre d'opérations unitaires en voies humides ou en voies sèches. Elle est organisée en six plateaux techniques possédant de nombreux équipements pilotes et prototypes :

- plateau déshydratation : séchage par systèmes convectifs et déshydratation par friture ;
- plateau séparation membranaire : extraction, concentration et purification par membranes ;
- plateau modulable : transformation des fruits et légumes ;
- plateau salle propre : transformations propres de produits fragiles ;
- plateau cuisson fumage : transformation des produits animaux ;
- plateau technologie post-récolte : transformation des grains tropicaux.

Contact : Alexandre Bouniol, alexandre.bouniol@cirad.fr

Pour plus d'informations : <http://plateforme-technologie-agroalimentaire.cirad.fr>

Plateaux de caractérisation et mesure de la qualité des fruits et légumes

L'UMR SQPOV dispose de deux plateaux dédiés à l'analyse de la qualité des fruits et légumes :

- Le plateau « Caractérisation physique et physiologique » développe des méthodes permettant de mesurer les différentes composantes macroscopiques de la qualité (texture, saveur, aspect) grâce à des analyses complémentaires :
 - pour la saveur : des dosages des solubles et de l'acidité totale ainsi que des dosages des sucres et des acides individuels ;
 - pour le critère complexe de la texture : des mesures de perforation, d'écrasement, de ténacité, de cinétique de fissuration par des méthodes mécaniques et micromécaniques ;
 - pour l'état physiologique du fruit : des analyses de dégagement d'éthylène, d'intensité respiratoire et d'état hydrique ;
 - pour l'aspect : des mesures de couleur et de l'analyse d'images macroscopiques.

De plus, ce plateau met en place des méthodes haut débit basées sur l'analyse spectrale.

- Le plateau « Analyse des microconstituants » a pour but de déterminer la structure, la teneur et les propriétés antioxydantes des principaux métabolites secondaires (polyphénols, caroténoïdes dont les provitamines A, composés volatiles) et des vitamines d'intérêt nutritionnel (vitamines C et B9) dans les fruits et légumes frais et transformés. Il est utilisé dans les projets de l'UMR qui étudient le devenir de ces microconstituants au cours des procédés de transformation et au cours de la digestion des

fruits et légumes. Il se compose d'un ensemble d'HPLC-DAD* et MS**, spectrophotomètres, etc.

Ces deux plateaux sont ouverts pour des recherches collaboratives ou pour l'accueil de chercheurs.

Contact : Catherine Renard, catherine.renard@paca.inra.fr

Pour plus d'informations : www7.paca.inra.fr/les_recherches/pole_production_horticole_integree_phi_/I/securete_et_qualite_des_produits_d_origine_vegetale

* HPLC-DAD : high-performance liquid chromatography with photodiode array detection

** MS : mass spectrometry





▲ Extrudeur bi-vis.

© UMR IATE



© UMR IATE

▲ Station de broyage cryogénique.

Plateforme de transformation des végétaux

La plateforme de transformation des végétaux est un outil transversal servant de support aux activités de recherche de l'UMR IATE en mettant à disposition du personnel et du matériel. Elle regroupe de nombreux équipements pilotes et des prototypes instrumentés. Les équipements disponibles permettent de travailler en batch ou en continu, et traitent des masses de l'ordre du gramme jusqu'au kilogramme.

La plateforme traite des matières premières végétales d'origines diverses (céréales, matériaux ligno-cellulosiques) qui sont destinées à des valorisations sous forme d'aliment, d'énergie, de biomatériaux ou de biomolécules, permettant ainsi de :

- comprendre, étudier et optimiser les procédés de fractionnement par voie sèche et de structuration des agro-ressources végétales ;
- développer de nouveaux produits à des fins alimentaires ou non alimentaires ;
- maîtriser les consommations énergétiques des procédés.

Installée dans un bâtiment dédié depuis 2008, la plateforme regroupe des équipements traditionnels pour la transformation des céréales, des technologies innovantes, et des prototypes développés en interne. Elle est organisée en différents plateaux thématiques technologiques auxquels sont adossés des équipements d'analyses permettant la caractérisation des produits générés (poudres et solides divisés, produits alimentaires ou biomatériaux) :

- Plateau de fractionnement des céréales par voie sèche ;
- Plateau de bioraffinerie sèche de la biomasse lignocellulosique ;
- Plateau de structuration des produits céréaliers ;
- Plateau de mise en forme de biomatériaux et d'emballage ;
- Plateau de caractérisation des produits générés.

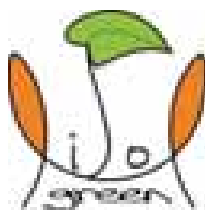
Contact : Claire Mayer, claire.mayer@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations :

<http://umr-iate.cirad.fr/equipements/transformation-des-vegetaux>

Plateforme LipPolGreen

Caractérisation des lipides et polymères végétaux hydrophobes pour une chimie verte et durable



La plateforme LipPolGreen, labellisée par le réseau thématique de recherche avancée Agropolis Fondation, œuvre à l'interface entre les sciences du végétal et la chimie verte. Pour cela, elle s'appuie, entre autres, sur des compétences dans les domaines de la biotechnologie des lipides,

de la physico-chimie des polymères ainsi que de l'exploration et l'utilisation de la diversité moléculaire des végétaux pour la production de molécules, matériaux et carburants issus de la biomasse. Elle a également pour but de développer l'interface entre la science des plantes et la biotransformation des lipides et agropolymères.

La plateforme fédère sur deux sites 14 partenaires dans sept pays. Initialement située à Montpellier au sein de l'UMR IATE, elle a fait l'objet en 2013 de l'extension LipPolGreen-Asia localisée à Bangkok (Thaïlande) dans une structure commune à l'UMR IATE et à l'université Kasetsart.

La plateforme met à disposition des partenaires, dans le cadre de projets internationaux, des instruments ainsi qu'un accompagnement scientifique pour :

- l'exploration de la diversité moléculaire et la caractérisation de lipides et de macromolécules d'origine végétale ;
- la spéciation des éléments minéraux éventuellement associés.

Elle s'appuie sur plusieurs instruments analytiques dédiés de très haut niveau (A4F-MALS, SEC-MALS, GCxGC-MS, GC MS et HPLC-ESI/APCI-MS)*, eux-mêmes adossés aux équipements et aux compétences de l'UMR IATE.

Contact : Éric Dubreucq, Eric.Dubreucq@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations : www.supagro.fr/plantlippol-green

*A4F-MALS : système de fractionnement par couplage flux force (A4F) et détecteur multiangulaire à diffusion de la lumière (MALS)

SEC-MALS : chromatographie d'exclusion stérique (SEC) et détecteur multi angulaire à diffusion de la lumière (MALS)

GCxGC-MS : chromatographie en phase gazeuse bidimensionnelle couplée à un spectromètre de masse

GC MS : chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse

HPLC-ESI/APCI-MS : chromatographie liquide à haute performance couplée à un spectromètre de masse

La plateforme Polyphénols

Les composés phénoliques (souvent appelés polyphénols) constituent une large famille de métabolites secondaires des végétaux.

Ils participent aux mécanismes de dissémination et de défense des plantes. Ils jouent également un rôle majeur dans la qualité des fruits et légumes et de leurs produits de transformation, soit, directement, du fait de leurs propriétés intrinsèques (pigments, antioxydants, etc.), soit du fait des interactions physico-chimiques qu'ils établissent entre eux, avec d'autres biopolymères et avec les matériaux. Ils pourraient aussi être impliqués dans la moindre incidence de maladies dégénératives associée aux régimes riches en fruits et légumes.

Ces composés sont largement utilisés comme ingrédients et additifs par les industries pharmaceutiques, alimentaires et cosmétiques et trouvent de nouvelles applications pour la synthèse de matériaux bio-sourcés.



© N. Sommerer

La plateforme Polyphénols, labellisée « Infrastructures en Biologie, Santé et Agronomie » (IBiSA) au plan national et « Grand Plateau Technique Régional » par la Région Languedoc-Roussillon, offre un ensemble d'approches (spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire, spectrophotométrie, chimiométrie) spécifiquement dédiées à l'étude des composés phénoliques. Elle remplit une mission d'appui auprès de l'ensemble de la communauté scientifique et des industriels et apporte à ses partenaires et clients une aide technique et consultative, principalement en réponse à deux types de demandes :

- (i) analyse structurale des composés phénoliques (constituants des végétaux, produits formés au cours des opérations de transformation des aliments),
- (ii) analyse rapide de la composition phénolique d'un grand nombre d'échantillons (métabolomique) ou de produits dérivés des végétaux (authentification, suivi de procédés).

Contact : Véronique Cheynier, cheynier@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations : www5.montpellier.inra.fr/spo/structures_collectives/Plate-forme-Polyphenols

Analyse par UPLC (Ultra Performance Liquid Chromatography) ▲
couplée à la spectrométrie de masse.

Plateforme APANut-Santé Pour la recherche clinique en nutrition humaine

La plateforme APANut-Santé a pour objectif d'offrir une structure régionale de recherche en Nutrition-Métabolisme. Elle permet la réalisation d'études de recherche clinique en nutrition pour les entreprises de l'agro-alimentaire notamment régionales, mais aussi nationales ou internationales. La plateforme a été labellisée par le pôle de compétitivité Qualiméditerranée en 2009.

Adossée à des équipes de recherche de haut niveau, la plateforme permet de coordonner les moyens de recherche des départements « Endocrinologie-Diabétologie-Nutrition », « Biochimie » et « Physiologie Clinique » du CHU de Montpellier pour prendre en charge l'ensemble des étapes de la réalisation d'une étude clinique en nutrition humaine :

- conseil et expertise nutritionnels ;
- recherche bibliographique et veille scientifique ;
- rédaction du protocole de l'essai ;
- dossiers réglementaires (Comité de Protection des Personnes, Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé) ;
- mise en place et suivi de l'étude ;

- analyses biologiques (marqueurs du stress oxydant et statut RedOx, métabolisme lipidique, marqueurs de l'inflammation lipidique, index glycémique, insulinémique, etc.) et examens cliniques ;
- rédaction du rapport clinique.

La plateforme est accessible aux équipes de recherche (sciences des aliments, etc.) et aux industriels (aliments fonctionnels, compléments alimentaires).

Les derniers projets réalisés portaient sur « l'index glycémique et insulinémique de pâtes alimentaires mixtes céréales-légumineuses » (promoteur : CHU Montpellier ; collaboration Montpellier SupAgro, cf. p. 51) et sur l'effet des polyphénols de raisin à travers le projet ANR PolyOxResist (promoteur : CHU de Montpellier ; collaboration Centre de recherches en Nutrition Humaine de Lyon et Montpellier SupAgro, cf. p. 40).

Contact : Antoine Avignon, a-avignon@chu-montpellier.fr

Pour plus d'informations : www.apanutsante.com

Quelques autres plateaux techniques et plateformes concernés par ce thème

Plateforme (UMR/Institution responsable)	Description	Plus d'informations
Plateau technique « Analyse sensorielle » (UMR SPO)	Évaluation sensorielle de : <ul style="list-style-type: none"> ■ l'effet des procédés technologiques intervenant avant, pendant et après la fermentation ; ■ l'effet de facteurs liés au conditionnement des vins ; ■ l'incidence de composés intrinsèques au vin ; ■ l'effet des pratiques viticoles. Caractérisation sensorielle de nouvelles variétés pour la production de vin à teneur réduite en alcool ou de jus à faible concentration en sucre.	Alain Samson, samson@supagro.inra.fr www5.montpellier.inra.fr/spo/structures_collectives/Analyse-sensorielle
Plateau d'analyse des Composés volatils (PTV) (UMR SPO/UMR IATE)	Ensemble d'équipements de pointe pour l'identification et la quantification d'un grand nombre de composés volatils. Principaux domaines d'application : compréhension de la genèse des thiols variétaux et de leur devenir en fin de fermentation, impact de la contrainte hydrique sur la révélation des arômes variétaux, arômes d'oxydation des vins, sorption de composés d'arôme dans les emballages, étude de l'effet barrière à l'oxygène des emballages sur la conservation de la qualité aromatique de vins ou autres produits.	Peggy Rigou, rigou@supagro.inra.fr www5.montpellier.inra.fr/spo/structures_collectives/Plateau-d-Analyses-des-Composes-Volatils-PTV
Halles de technologies de l'UE de Pech Rouge (Inra)	Différentes activités de l'UE : <ul style="list-style-type: none"> ■ halles technologiques d'expérimentation : halle dédiée à l'extraction, à la transformation et à l'œnologie expérimentale (échelles de travail de 100 kg à 5 tonnes), halle de fermentations différées permettant la réalisation de fermentations en conditions contrôlées avec acquisition en ligne des cinétiques fermentaires, halle dédiée aux technologies de séparation / fractionnement ; ■ caves de vinification ; ■ halle de conditionnement ; ■ chai d'élevage d'une capacité de 60 barriques (15 à 17°C, hygrométrie maîtrisée) ; ■ vinothèque : stockage de vins expérimentaux sur une période de 4 ans. 	Hernán Ojeda, Hernan.Ojeda@supagro.inra.fr www1.montpellier.inra.fr/pechrouge/index.php/fr/moyens-experimentaux
Atelier de Technologie Alimentaire (ATA) (UM2)	Équipements de taille préindustrielle et de matériels d'analyse performants dans le domaine des traitements thermiques, du séchage ou des techniques séparatives. Réalisation d'essais « pilotes » pouvant intégrer différentes phases du procédé et de traitement de la matière première : mise au point ou optimisation de procédés, développement et formulation de nouveaux produits, fabrication de préséries, etc.	Pascale Savoyant, ata@univ-montp2.fr www.ata.univ-montp2.fr

Les formations à Agropolis International

dans le domaine de l'alimentation, nutrition, santé

Agropolis International, au travers de ses établissements membres, universités et écoles d'ingénieurs (et institutions spécialisées dans la formation continue), propose une offre de formation complète.

Cela représente plus de 80 formations diplômantes (de bac +2 à bac +8 : technicien, ingénieur, licence, master, mastère spécialisé, doctorat, etc.) ainsi qu'une centaine de modules de formation continue (préexistants ou à la carte).

Les tableaux présentés ci-après détaillent les formations relevant du domaine de l'alimentation, nutrition, santé. Ils précisent les niveaux de diplômes, les intitulés des formations et les établissements opérateurs.

Formations entièrement centrées sur la thématique « Alimentation, nutrition, santé »

Niveau	Diplôme	Intitulé de la formation et spécialité	Établissement(s)
Bac +8	Doctorat	École Doctorale Sciences des procédés, sciences des aliments (ED SP-SA)	UM2, Montpellier SupAgro, UMI, ENSCM
Bac +6	Ingénieur de spécialisation / Mastère spécialisé	Innovations et politiques pour une alimentation durable (IPAD/ISAM)	Cirad, Montpellier SupAgro
	Mastère spécialisé	Management des entreprises du vivant et l'agro-alimentaire (MAEVA)	Montpellier SupAgro, EM Lyon
Bac +5	Diplôme 2 ^e cycle	Manager général des entreprises coopératives et agro-alimentaires	ESCAIA
	Ingénieur	Ingénieur agronome Option « Agro-alimentaire et agro-industries »	Montpellier SupAgro
		Ingénieur « Sciences et techniques des industries alimentaires » (STIA)	Polytech, UM2
		Ingénieur « Systèmes agricoles et agro-alimentaires durables au Sud » (SAADS) Spécialisation « Industrie Agro-alimentaire au Sud »	Montpellier SupAgro
	Master	Biologie des plantes et des microorganismes, biotechnologies, bioprocédés Spécialité « Bio-ingénieries alimentaire et de l'environnement » Parcours « Sciences et procédés de l'agro-alimentaire et de l'environnement » (SPAE)	UM2, Montpellier SupAgro
		Biologie-Santé Spécialité « Nutrition, agrovalorisation, sécurité des aliments » (NAVAL)	UM2, UMI, Montpellier SupAgro
Master Européen Sustainable Management of Food Quality (EDAMUS)		CIHEAM-IAM.M, UMI, 4 autres établissements du bassin méditerranéen	
Bac +4	Diplôme 2 ^e cycle	Chef de projet commercial pour l'agro-alimentaire	ESCAIA
Bac +3	Licence professionnelle	Management des systèmes qualité pour la filière viti-vinicole	Montpellier SupAgro, EPLEFPA Orange, Lycée agricole Avignon, Univ. Aix-Marseille
		Nutrition et alimentation humaine	UM2
		Qualité des aliments et de l'environnement	UPVD
		Qualité, sécurité et impact sur l'environnement de l'aliment et de son emballage	UM2

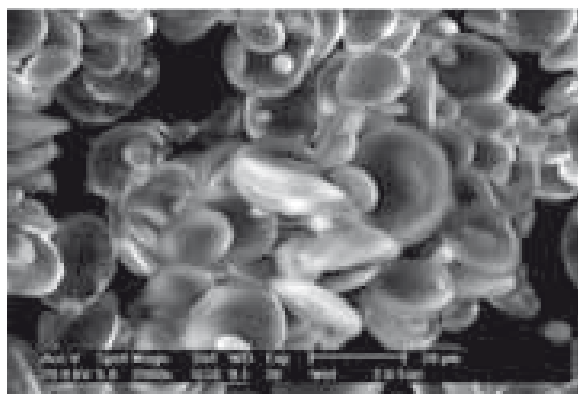
**Formations diplômantes centrées sur d'autres thématiques
dont des composantes significatives portent sur la thématique
« Alimentation, nutrition, santé »**

Niveau	Diplôme	Intitulé de la formation et spécialité	Établissement(s)
Bac +8	Doctorat	École doctorale « Économie et gestion » (ED EDEG)	Montpellier SupAgro, UMI, UM2, UM3
		École doctorale « Sciences Chimiques et Biologiques pour la Santé » (ED CBS2)	UMI, UM2
Bac +5	DNOE	Diplôme national d'œnologue (DNOE)	Montpellier SupAgro
		Diplôme National d'œnologue (DNOE)	UMI
	Ingénieur	Ingénieur agronome Option « Agro-managers »	Montpellier SupAgro
		Ingénieur agronome Option « Chimie et bioprocédés pour un développement durable (chimie verte, chimie durable) »	ENSCM, Montpellier SupAgro
		Ingénieur agronome Option « Viticulture-Œnologie »	Montpellier SupAgro
		Ingénieur ISTOM « Agrodéveloppement international »	ISTOM
	Master	Agronomie et agro-alimentaire Spécialité « Viticulture, œnologie, économie et gestion viti-vinicole », parcours « Vigne et vin »	Montpellier SupAgro, Bordeaux Sciences Agro
		Analyse et politique économique Spécialité « Agriculture, alimentation, développement durable » (A2D2)	CIHEAM/IAM.M, Montpellier SupAgro, UMI
		Biologie des plantes et des microorganismes, biotechnologies, bioprocédés Spécialité « Bio-ingénieries alimentaire et de l'environnement » Parcours « Diagnostic et traçabilité des environnements chimiques et biologiques »	UM2
		Chaînes de valeur(s) et agrologistique	CIHEAM-IAM.M
		Chimie Spécialité « Ingénierie cosmétiques, arômes et parfums »	UM2
		Commerce International des Vins	ESC Montpellier
		Droit, Économie et Gestion, mention « Marketing et vente » Spécialité « Commerce des vins »	UMI
		Marketing et vente Spécialité « Commerce et vente par apprentissage en agro-alimentaire »	IFRIA-LR, Montpellier SupAgro, UMI
		Territorialité et développement, parcours « Agricultures, environnement et qualifications territoriales »	UM3, SupAgro, IAM.M, IRD, CNRS, Cirad
		Master européen « Développement agricole durable » / <i>European Master Sustainable development in agriculture (AGRI MUNDUS)</i>	Montpellier SupAgro, 5 universités européennes
		Master européen « Management du secteur de la vigne et du vin » (Diplôme international de l'OIV)	Montpellier SupAgro, OIV
		Master européen « Viticulture et œnologie / <i>Vinifera EuroMaster</i> »	Montpellier SupAgro, Bordeaux Sciences Agro + 13 universités européennes
		Master professionnel	Analyse et politique économique Spécialité « Économie rurale et stratégies des entreprises agro-alimentaires »
	Bac +3	Licence professionnelle	Métiers de la biotechnologie
Parfum, arômes et cosmétiques			UMI, UM2
Bac +2	BTS	Viticulture-Œnologie	Lycée Frédéric Bazille Agropolis
	DUT	Génie biologique	UM2
Génie chimique, génie des procédés, option bioprocédés		UPVD	
Bac +1	Diplôme d'Université	Oléologie	UMI

Formations courtes non diplômantes

Établissement(s)	Intitulé de la formation et spécialité
CIHEAM/IAM.M	Les outils de politiques alimentaires et nutritionnelles : efficacité comparée (1 à 2 semaines)
	Chaînes de valeur, concepts et définitions (4 semaines)
	Management de la distribution et des chaînes d'approvisionnement (4 semaines)
Cirad	Analyse sensorielle des chocolats (niveaux 1 et 2) (2,5 jours et 2 jours)
	Devenez expert en cacao (2 jours)
	Formation théorique et pratique sur le café (5 jours)
	Hygiène alimentaire et Santé Publique Vétérinaire dans les pays du Sud (3 semaines)
	Vision de la filière cacao (1 jour)
Cirad, Montpellier SupAgro	De l'idée produit à la conception de l'atelier agro-alimentaire (1 semaine)
	Dynamiques des comportements alimentaires, santé et durabilité (2 semaines)
	Les innovations technologiques et l'amélioration de la gestion des ressources (3 semaines)
	Nouveaux acteurs et nouveaux enjeux dans la gouvernance globale des systèmes agricoles et agro-alimentaires (3 semaines)
	Outils et méthodes d'analyse des filières et des chaînes de valeur agricoles et agro-alimentaires : fonctionnement, stratégies d'acteurs et compétitivité (1 à 2 semaines)
	Qualité dans l'agro-alimentaire à l'international (1 à 2 semaines)
	Sécurité alimentaire et nutritionnelle : évaluation et politiques (4 jours)
Montpellier SupAgro	Accompagner l'innovation au sein des organisations professionnelles agricoles et agro-alimentaires (2 semaines)
	Bases de génie industriel alimentaire (4 semaines)
	Création de nouveaux produits alimentaires (3 semaines)
	Créer une entreprise agro-alimentaire (4 semaines)
	Les fruits et légumes tropicaux (2 semaines)
	Les plantes stimulantes : café, cacao et thé (1 semaine)
	Les produits animaux en régions chaudes : viande, lait, poisson (2 semaines)
	Management de la qualité en industrie agro-alimentaire (1 semaine)
	Produits amylacés tropicaux et méditerranéens (2 semaines)
	Produits oléagineux et protéagineux tropicaux (1 semaine)
	Sucrierie et raffinerie de canne (1 semaine)
	Travaux pratiques : transformation et suivi de la qualité des produits (4 semaines)

École doctorale « Sciences des Procédés - Sciences des Aliments »



▲ Grains d'amidon de blé en microscopie.

L'école doctorale « Sciences des Procédés - Sciences des Aliments » (ED SP-SA) est une école de l'UM2, co-accréditée avec Montpellier SupAgro, l'UMI, l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier et associée avec l'École des Mines d'Alès.

L'ED SP-SA offre une formation à — et par — la recherche, conduisant à l'obtention du Doctorat, sur une large gamme de thèmes relevant du génie des procédés ou des sciences des aliments. Les principaux domaines scientifiques couverts sont les procédés, le génie de la réaction, les technologies de transformation, les biotechnologies microbiennes, la biochimie et la physico-chimie des aliments, des bioproduits et des biomatériaux, les systèmes d'information et la modélisation des connaissances, la nutrition.

L'ED SP-SA est, depuis le 12 décembre 2012, intégrée dans le collège doctoral Université Sud de France Montpellier – Perpignan regroupant les 12 écoles doctorales du Pôle de Recherche et d'Enseignement

Supérieur Sud de France. Elle fédère les équipes d'accueil de 10 UMR ou UR reconnues et labellisées qui associent des enseignants-chercheurs et des chercheurs des grands organismes (Inra, CNRS, Cirad, CEA, IRD, Irstea) sur les sites de Montpellier, d'Avignon et de Narbonne. Elle rassemble ainsi 213 scientifiques, dont 107 habilitations à diriger les recherches, et accueille environ 130 doctorants. Cette école s'insère dans le grand complexe agronomique et agro-alimentaire montpellierain qu'est Agropolis.

Contact : Valérie Micard, micard@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations : www.edpsa.univ-montp2.fr

Master I EDAMUS — Sustainable management of food quality

Créé en 2004 par la Commission européenne, le programme *Erasmus Mundus* vise à améliorer la qualité, l'attrait et l'image de l'enseignement supérieur européen dans le monde. Grâce à son action phare « cursus intégrés », il finance des programmes d'études intégrées proposés par des *consortia* d'établissements européens d'enseignement supérieur prestigieux, incluant souvent aussi des établissements de pays tiers. Tous les cursus *Erasmus Mundus* se déroulent dans deux pays européens au minimum et débouchent sur l'attribution de diplômes reconnus (doubles, multiples ou conjoints aux établissements du consortium). Ces cursus se caractérisent par leur très haute qualité académique et par leur capacité à attirer et à accueillir les meilleurs étudiants et enseignants du monde.

Le Master *Erasmus Mundus* EDAMUS (*Master in Sustainable Management of Food Quality*) est un Master de 2 ans (1^{ère} promotion en 2012/2013). Sa philosophie consiste à former des experts à la gestion de la qualité des aliments et à répondre à la nécessité croissante de mieux comprendre et anticiper les problèmes complexes de la gestion de la qualité alimentaire à l'échelle internationale, qui doivent tenir compte des facteurs socio-économiques, technologiques et biologiques.

Pour répondre à ces exigences, un consortium combinant capacités collectives et compétences a été créé. Le programme est coordonné par l'UMI (France) et l'IAM.M (France) en collaboration étroite avec des instituts internationaux : université Basilicata (Italie), *Instituto Mediterraneo de Zaragoza*

(Espagne), *Mediterranean Agronomic Institute of Chania* (Grèce), université Mentouri de Constantine (Algérie). Le consortium s'appuie également sur la participation de membres associés tels que l'université de Tsukuba (Japon), l'université de Sherbrooke (Canada), *Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari* (Italie), l'université catholique de Porto (Portugal), et l'Institut Agronomique Vétérinaire Hassan II (Maroc).

Le Master EDAMUS offre un programme transversal et cohérent apportant les compétences et l'expertise nécessaires pour gérer les problématiques de la qualité alimentaire. Il repose sur une approche multidisciplinaire alliant connaissances biologiques, technologiques, socio-économiques, réglementaires et juridiques.

Contact : Michel Larroque, michel.larroque@univ-montpl.fr

Pour plus d'informations : www.master-edamus.eu

© M. Carmen Ponce de León Rodríguez



▲ Soirée d'accueil des étudiants internationaux UMI, Faculté de Pharmacie (Montpellier), octobre 2013.

« Innovations et Politiques pour une Alimentation Durable » (IPAD/ISAM)* — Formation de Mastère spécialisé et Ingénieur de spécialisation (Bac +6)

Construire des systèmes alimentaires alternatifs et assurer la sécurité alimentaire mondiale sont des défis cruciaux pour les décennies à venir. De nombreux acteurs publics et privés, dans les pays du Nord et du Sud, se mobilisent pour développer des systèmes agricoles et agro-alimentaires durables. Ces systèmes doivent garantir un accès pour tous à une alimentation en qualité et quantité suffisantes et contribuer à la santé. Ils doivent aussi minimiser leur empreinte écologique, réduire les gaspillages, assurer une rémunération équitable au sein des filières et créer des emplois.

L'objectif de la formation est de donner aux futurs diplômés les moyens de participer à ce renforcement de la durabilité des systèmes de production agricole et agro-alimentaire, en France, en Europe comme à l'international. Elle forme des cadres de haut niveau capables :

- d'analyser la crise du système alimentaire mondial et ses déterminants ;
- d'identifier et d'évaluer les solutions alternatives émergentes ;
- d'accompagner les innovations les plus pertinentes.

Les diplômés développent une capacité d'expertise stratégique et d'analyse prospective qu'ils peuvent mettre au service de nombreux employeurs, publics et privés.

Cette formation aux métiers de l'alimentation durable, ouverte depuis 2011, a été conçue et est réalisée par Montpellier SupAgro et le Cirad. Elle est labellisée par la Chaire UNESCO « Alimentations du monde ». Elle forme en un an des ingénieurs,

des diplômés bac + 5 ou des professionnels à l'expérience équivalente, qui souhaitent travailler dans l'administration, les entreprises, les collectivités locales ou le secteur associatif, tout autant en Europe que dans les pays en développement.

En fonction de la formation initiale et du diplôme détenu, cette formation permet l'obtention d'un diplôme de Mastère spécialisé ou d'Ingénieur de spécialisation.

Contacts : Stéphane Fournier, stephane.fournier@supagro.inra.fr & Nicolas Bricas, nicolas.bricas@cirad.fr

Pour plus d'informations : www.supagro.fr/web/pages/?id=198&page=1141

* IPAD : Innovations et Politiques pour une Alimentation Durable

ISAM : Ingénieur de spécialisation « Innovations dans les Systèmes Agro-Alimentaires du Monde »

© C. Teysier



Liste des acronymes *et abréviations*

AdM	Chaire « Alimentations du monde »
AESOP	<i>Association of European Schools of Planning</i>
AIR	Agro-industrie rurale
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
AOP	Appellation d'Origine Protégée
BPA	Bisphénol A
CHRU/CHU	Centre hospitalier régional universitaire
CIHEAM	Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes
Cirad	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
DT2	Diabète de type 2
EA	Équipe d'accueil
ED	École doctorale
ERG	<i>European Research Group</i>
FUI	Fonds Unique Interministériel
IAM.M	Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
IFNα/β	Interféron-alpha/beta
IG	Indication géographique
Inra	Institut National de la Recherche Agronomique
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
IRD	Institut de recherche pour le développement
LEA	Laboratoire européen associé
MAE	Ministère des Affaires étrangères
MCNT	Maladie chronique non transmissible
MFT	Microfiltration
MIN	Marché d'Intérêt National
MRI	Plateforme Montpellier RIO imaging
ONG	Organisation non gouvernementale
PAM	Programme alimentaire mondial
PCB	Essai prospectif randomisé contre placebo
PME	Petite et moyenne entreprise
PP	Polyphénol
PTS	Programme de transferts sociaux
RAM	Réseau des Animaleries Montpelliéraines
REM	Réacteur enzymatique à membrane
SM	Syndrome métabolique
SYAL	Système agro-alimentaire localisé
UM1	Université Montpellier 1
UM2	Université Montpellier 2
UMR	Unité mixte de recherche
UMT	Unité mixte technologique
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNITWIN	<i>University Twinning and Networking</i>
UAPV	Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse
UPVD	Université de Perpignan <i>Via Domitia</i>
UR	Unité de recherche

Les organismes membres et partenaires d'Agropolis International impliqués dans ce dossier

Cirad
CNRS
ENSCM
IAM.M
Inra
Inserm
IRD
Montpellier SupAgro
Pôle de compétitivité Qualiméditerranée
Sup de Co Montpellier Business School
Transferts LR
UAPV
UM1
UM2
UM3
UPVD

Directeur de la publication : Bernard Hubert

Coordination scientifique : Jean-Louis Rastoin
Montpellier SupAgro, Chaire UNESCO
« Alimentations du monde »

Coordination Agropolis International :
Sylvie Albert & Fabien Boulrier

Rédaction et édition scientifique : Isabelle Amsalem
(Agropolis Productions)

Conception, mise en page et infographie :
Olivier Piau (Agropolis Productions)
info@agropolis-productions.fr

Communication : Nathalie Villeméjeanne
(Agropolis International)

Ont participé à ce numéro : Tasnime Akbaraly, Thomas Allen, Chahinez Aouf, Antoine Avignon, Laurie Balbo, Cécile Barron, Marie-Pierre Belleville, Jacques Berger, Claudine Berr, Catherine Bisbal, Julie Boiché, Anne Bonnieu, François Boucher, Alexandre Bouniol, Nicolas Bricas, Cindy Caldara, Carole Camarasa, François Casabianca, Claire Cerdan, Didier Chabrol, Véronique Cheynier, Emmanuelle Cheyns, Bruce Cogill, Antoine Collignan, Damien Conaré, Geneviève Cortes, Sandrine Costa, Gérard Cros, Marie-Hélène Dabat, Hélène David-Benz, Benoît Daviron, Julie Debru, Marc Dedeire, Hugo de Vries, Marcel Djama, Éric Dubreucq, Claire Durand, Fatima Elhadad, Christine Feillet-Coudray, Annick Fontbonne, Fatiha Fort, Eve Fouilleux, Stéphane Fournier, Franck Galtier, Isabelle Guichard, Jean-Pierre Guyot, Hervé Hannin, Christèle Icard-Vernière, Hélène Ilbert, Nadine Kelemen, Stella Lacour, Frédéric Lançon, Edwige Landais, Michel Larroque, Guillaume Le Borgne, Sylvaine Lemeilleur, Danielle Lestang, Anne Lichtenberger, Élodie Maitre d'Hotel, Delphine Marie-Vivien, Jean Martinez, Yves Martin-Prével, Claire Mayer, Jacques Mercier, Valérie Micard, Philippe Miele, Etienne Montaigne, Marie-Hélène Morel, Claire Mouquet-Rivier, Jean-Roch Mouret, Paule Moustier, Gérald Naro, Christophe Nguyen-The, Nicolas Nguyen The, Gregory Ninot, Catherine Oiry-Cuq, Martine Padilla, Dominique Pallet, Delphine Paolucci, Dominique Paturel, Paolo Prosperi, Guillaume Py, Lala Razafimahafa, Catherine Renard, Anne Retailleau, Karen Ritchie, Ophélie Robineau, Jean-Marie Sablayrolles, Christian Sanchez, Mathilde Savy, Sabine Schorr-Galindo, Gilles Séré de Lanauze, Béatrice Siadou-Martin, Lucie Sirieix, Christophe Soulard, Jean-Marc Touzard, Selma Tozanli, Isabelle Vagneron, Carolina Werle, Frank Wieringa, Chantal Wrutniak-Cabello.

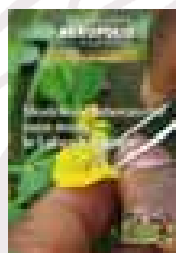
Remerciements pour l'iconographie :
tous les contributeurs au dossier ainsi que Yves Amiet et Anne Mérentié (Centre Français du Riz)

Impression : Les Petites Affiches (Montpellier)
ISSN : 1628-4240 • **Dépot légal :** Décembre 2013

Également disponible en anglais



Dix-huit dossiers parus dans la même collection dont :



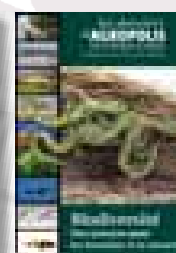
Février 2010
28 pages
Français et anglais



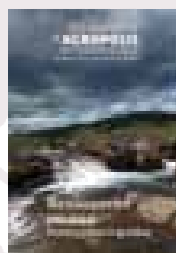
Juin 2010
48 pages
Français et anglais



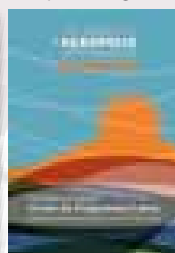
Juillet 2010 - 2012
68 pages (2nde éd.)
Français et anglais



Octobre 2010
84 pages
Français et anglais



Février 2012
72 pages
Français, anglais, espagnol



Octobre 2012
48 pages
Français, anglais



Février 2013
48 pages
Français, anglais, espagnol



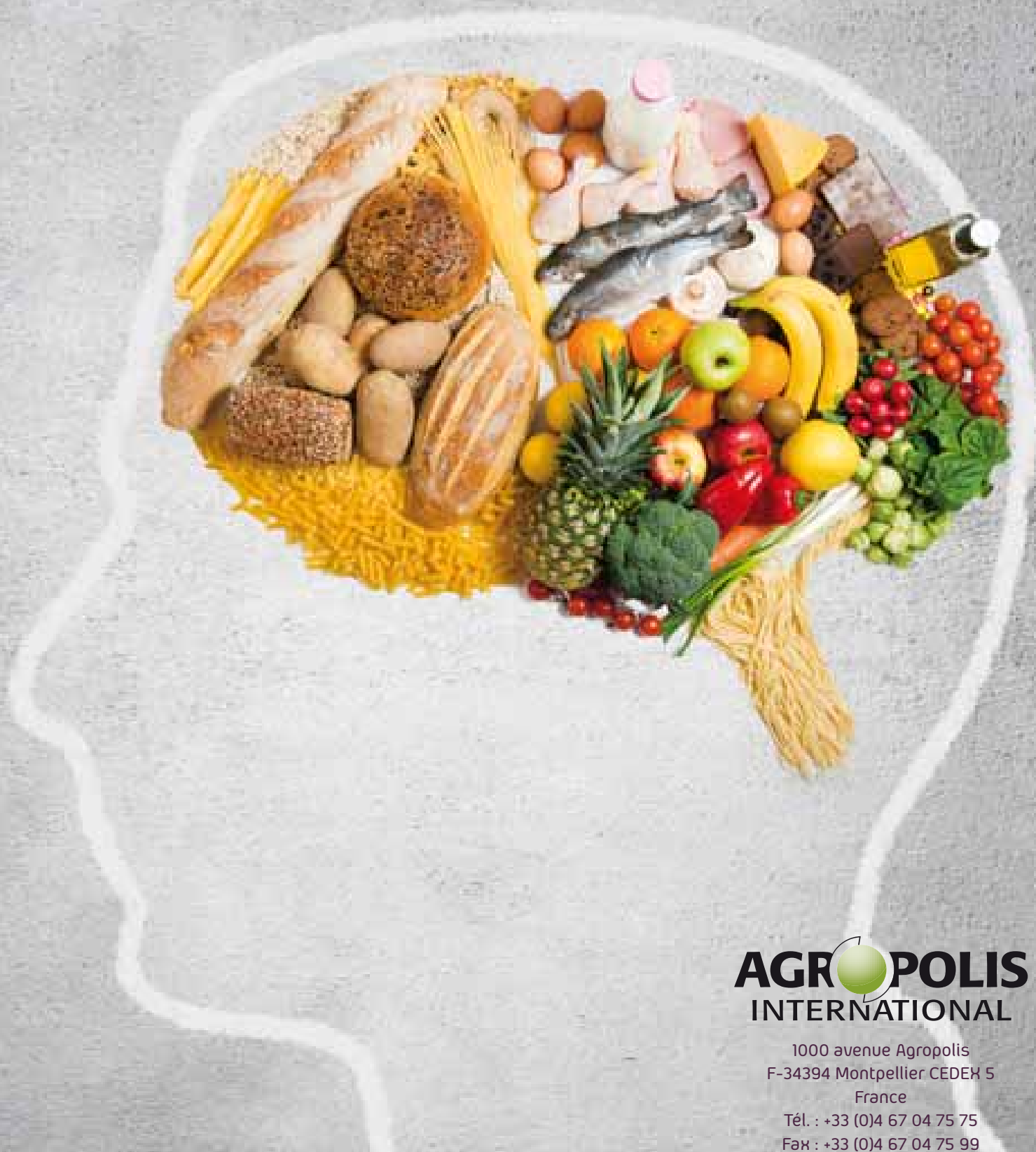
Octobre 2013
76 pages
Français

Les dossiers d'Agropolis International

La série des « dossiers d'Agropolis International » est une des productions d'Agropolis International dans le cadre de sa mission de promotion des compétences de la communauté scientifique. Chacun de ces dossiers est consacré à une grande thématique scientifique. On peut y trouver une présentation synthétique et facile à consulter de tous les laboratoires, équipes et unités de recherche présents dans l'ensemble des établissements d'Agropolis International et travaillant sur la thématique concernée.

L'objectif de cette série est de permettre à nos différents partenaires d'avoir une meilleure lecture et une meilleure connaissance des compétences et du potentiel présents dans notre communauté mais aussi de faciliter les contacts pour le développement d'échanges et de coopérations scientifiques et techniques.

En savoir plus : www.agropolis.fr/publications/dossiers-thematiques-agropolis.php



AGROPOLIS
INTERNATIONAL

1000 avenue Agropolis
F-34394 Montpellier CEDEX 5
France

Tél. : +33 (0)4 67 04 75 75

Fax : +33 (0)4 67 04 75 99

agropolis@agropolis.fr

www.agropolis.fr