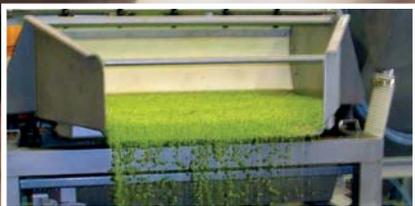
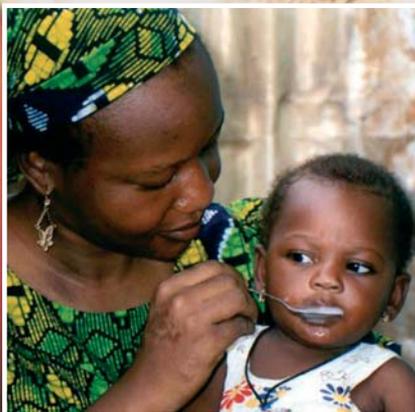


les dossiers
d'AGROPOLIS

Compétences de la communauté scientifique

Alimentation
Nutrition Santé



Agropolis

agriculture • alimentation • environnement • sociétés

Agropolis associe les institutions de recherche et d'enseignement supérieur de Montpellier et du Languedoc-Roussillon, en partenariat avec les collectivités territoriales, des sociétés et entreprises régionales, en liaison avec des institutions internationales. Cette communauté scientifique travaille autour d'un objectif principal : le développement économique et social des régions méditerranéennes et tropicales.

Cet ensemble à vocation d'université agronomique internationale représente un potentiel de compétences scientifiques et techniques exceptionnel : 2000 chercheurs, enseignants et techniciens dans plus de 200 unités de recherche à Montpellier et en Languedoc-Roussillon, ainsi que 500 scientifiques à l'étranger répartis dans 60 pays.

S'appuyant sur ses pôles de compétences thématiques, Agropolis apporte des réponses aux grands enjeux scientifiques, technologiques et économiques du développement :

- Agronomie et filières de productions agricoles méditerranéennes et tropicales,
- Biotechnologie et technologie agroalimentaire,
- Biodiversité, ressources naturelles et écosystèmes,
- Eau, environnement et développement durable,
- Développement rural et sociétés,
- Génomique et biologie intégrative végétale et animale,
- Alimentation et santé,
- Qualité et sécurité alimentaire.

Lieu de capitalisation et de valorisation des savoirs, espace de formation et de transfert technologique, plate-forme d'accueil et d'échanges internationaux, la communauté scientifique Agropolis développe des actions d'expertise collective et contribue à fournir des éléments scientifiques et techniques permettant l'élaboration et la mise en place de politiques de développement.

**Compétences de recherche
de Montpellier et de la région
Languedoc-Roussillon en
alimentation, nutrition, santé**

La satisfaction des besoins alimentaires et l'amélioration qualitative des productions agricoles et agroalimentaires, attendues par les consommateurs, passent par l'obtention de variétés adaptées à des systèmes de production durables et sélectionnées sur des critères d'apports nutritionnels optima.

Préserver ou développer le capital santé des aliments et la satisfaction procurée par l'art culinaire passe par le développement des savoirs dans trois directions :

- la connaissance des macro-constituants et des micro-composants des produits d'origine animale et végétale, la maîtrise des procédés de récolte, de stockage et de transformation qui respectent les nutriments les plus fragiles ;
- l'exploration des mécanismes moléculaires, cellulaires et physiologiques des nutriments et des effets sur la santé de l'Homme sain ou exposé à des facteurs de risques pathologiques ;
- la mise en évidence et l'étude des conséquences des comportements alimentaires sur la santé publique.

Au sein d'Agropolis, plus de 600 scientifiques sont impliqués dans la recherche dédiée à l'étude des relations entre l'alimentation, la nutrition et la santé. Dans l'espace européen de la recherche, le *Pôle Alimentation, Nutrition, Santé* est amené à jouer un rôle éminent dans les domaines d'études définis ci-contre.

Alimentation, Nutrition, Santé

Optimiser les ressources de l'agriculture et de l'élevage en valorisant les propriétés des aliments Page 4

Explorer les mécanismes d'action des composants alimentaires à l'échelle moléculaire, cellulaire... Page 12

Étudier les contaminants chimiques ou microbiens des aliments Page 18

Étudier les relations entre l'alimentation et les facteurs de risques pathologiques majeurs Page 22

Développer l'approche nutritionnelle en santé publique Page 28

Transférer les technologies auprès des industries agroalimentaires Page 32

Diffuser la culture scientifique et technique au grand public Page 34

Thématiques couvertes par les équipes de recherche Page 36

La formation Agropolis dans le domaine Alimentation Nutrition Santé Page 38

Liste des abréviations Page 46

Optimiser les ressources de l'agriculture et de l'élevage en valorisant les propriétés des aliments

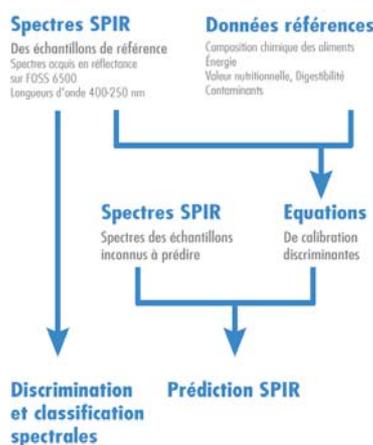
Un nouveau contexte de production agricole et alimentaire caractérise la dernière décennie. L'amélioration de l'alimentation humaine passe par une meilleure valorisation des produits agricoles. Face au défi permanent de la sécurité alimentaire, de la qualité nutritionnelle et organoleptique des aliments, il est important de développer des outils et des méthodes permettant de mieux connaître les matières premières alimentaires.

Il faut prendre en compte à la fois les attentes de consommateurs de plus en plus exigeants, la qualité des matières premières et leur aptitude aux transformations. La maîtrise des réactions, des procédés et des équipements favorise la conservation et la formulation des aliments. Il est nécessaire d'étudier les propriétés physiques, chimiques et fonctionnelles, notamment des micro-constituants des plantes alimentaires. Ceci est rendu possible grâce au développement de la génomique et des biotechnologies

avancées du végétal, de l'ingénierie des bioproduits ainsi qu'à l'analyse des substances naturelles.

La génomique au service de l'amélioration génétique des plantes cultivées

Les progrès spectaculaires de la biologie moléculaire, de la bio-informatique et de diverses technologies comme le séquençage à haut débit ou l'analyse d'images



Utilisation de la SPIR pour la discrimination et la prédiction

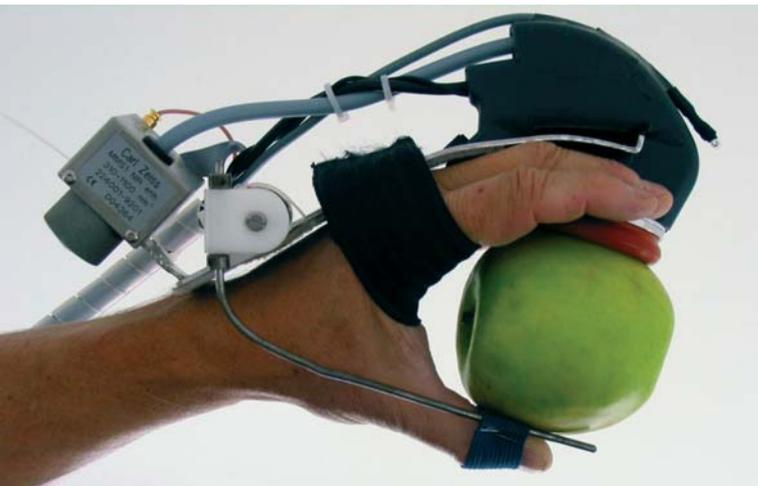
La SPIR au laboratoire d'alimentation

Les utilisations de la SPIR (spectroscopie dans le proche infrarouge) au laboratoire d'alimentation (Cirad) concernent les domaines suivants :

- Prédiction de la composition chimique des échantillons utilisés en alimentation animale : matières premières, fourrages, aliments complets ;
- Prédiction de paramètres nutritionnels (énergie, digestibilité) à partir des aliments ou des fèces ;
- Classification et discrimination des populations d'échantillons, sur la base de l'information spectrale ;
- Recherche sur la prédiction de la qualité (nutritionnelle, sanitaire) ou de la contamination des échantillons : contamination par les mycotoxines, qualité du lait, etc.

L'utilisation pratique de cet outil en recherche montre un potentiel très important. La SPIR permet en effet l'analyse de grands nombres d'échantillons, autorisant des dispositifs expérimentaux ambitieux : suivis dans le temps, dans l'espace, étude de la variabilité des réponses, etc. Le laboratoire valorise, par cet outil, ses bases de données propres (60 000 échantillons) et contribue à des tables d'alimentation générales (AFZ/IO- la banque de données pour l'alimentation animale, plus d'un million de résultats sur 2 000 matières premières) et régionalisées (tables locales dans les pays du Sud). Ces bases de données permettent une gestion efficace de l'alimentation et de la formulation des rations.

**Contacts : Didier Richard, didier.richard@cirad.fr
& Denis Bastianelli, denis.bastianelli@cirad.fr**



Michel Crochon © Cemagref

Le GLOVE : un capteur portable intégrant un spectromètre proche infrarouge miniature pour la mesure de la teneur en sucre des fruits au champ

La spectrométrie proche infrarouge (SPIR) est une méthode d'analyse rapide et non destructive qui fournit des informations sur la composition des produits ou sur leurs propriétés structurales macroscopiques (texture, granulométrie,...). Elle est largement appliquée en agroalimentaire, soit en laboratoire de routine où elle permet de contrôler les matières premières et les produits finis, soit en ligne, par exemple pour mesurer la teneur en eau de produits secs.

La SPIR aux champs

Cependant, malgré les formidables possibilités d'analyse qu'elle offre, sa diffusion en production agricole et alimentaire est encore relativement faible. Ce déficit vient du fait qu'il est difficile d'étalonner de manière correcte et durable un capteur SPIR. En agriculture, c'est aussi le coût des équipements qui a limité les développements. L'UMR ITAP (Cemagref/Agro. M/Cirad) s'attache, depuis plusieurs années, à étudier cette technique d'analyse sous un angle double : d'une part, mettre au point des outils peu coûteux compatibles avec les spécifications de l'agriculture, d'autre part développer des méthodes mathématiques pour obtenir des étalonnages robustes (insensibles aux perturbations). Au travers de plusieurs projets européens, l'UMR a principalement travaillé sur le tri des fruits et légumes par SPIR. Aujourd'hui, les recherches investissent le champ (mesure de l'état physiologique et de la qualité des produits) grâce à des capteurs piétons (portables), embarqués (sur machine) et bientôt aéroportés (sur drones). Ayant développé des compétences transversales, l'UMR collabore avec de nombreux utilisateurs de SPIR au sein d'Agropolis et contribue à la fédération de la communauté française en SPIR au sein du réseau Hélio-SPIR (www.heliospir.net).

Contact : Véronique Bellon-Maurel,
veronique.bellon@cemagref.fr

ont ouvert un nouveau champ d'investigation du vivant : la génomique permet de dresser le catalogue des gènes d'un organisme, de comprendre leur régulation, leurs fonctions et leurs interactions. Dans ce cadre, l'Unité Mixte de Recherche (UMR) *Polymorphismes d'intérêt agronomique* développe actuellement la génomique du riz et des blés pour les monocotylédones mais également des ligneux à fruits et des populations forestières. L'utilisation de certains des outils développés a conduit à s'intéresser à la détection ou à l'authentification de divers produits (OGM, blé dur/blé tendre, châtaigne).

Le programme *Biotechnologies et ressources génétiques végétales* (programme Biotrop, Cirad) utilise également les plus récentes technologies pour valoriser la diversité génétique des plantes et renforcer ainsi le dispositif d'amélioration variétale. Le programme développe de nouvelles méthodes assurant une gestion optimale des ressources génétiques, facilite la création et l'identification de génotypes performants (qualité technologique) et participe à la diffusion rapide des variétés sélectionnées. Les recherches sont notamment axées sur les monocotylédones (céréales) et les ligneux à fruits.

Les produits animaux, un enjeu dans les pays du Sud

Dans la plupart des pays du Sud, la forte croissance démographique, l'urbanisation massive, l'accroissement des revenus et la modification des habitudes alimentaires, ont entraîné une demande de plus en plus forte en produits d'origine animale, notamment en aliments à grande valeur nutritionnelle issus des élevages. L'intensification des productions ainsi que la profonde modification des circuits de commercialisation sont alors incontournables. La qualité nutritionnelle et hygiénique est indispensable à cette intensification et doit aboutir à une meilleure productivité des élevages. Les aliments issus de ces élevages peuvent être responsables de la transmission des zoonoses et de la diffusion de maladies animales et représentent des enjeux considérables de santé publique au Sud comme au Nord. Outre le prix, la qualité au sens large demeure un élément essentiel dans le choix du produit par le consommateur. C'est dans ce contexte que l'Unité Propre de Recherche (UPR) *Performances des élevages et des filières et qualité des produits animaux* mène des recherches sur les thèmes suivants :

- analyse et modélisation des performances animales et de la

productivité zoo-économique des troupeaux ;

- analyse des déterminants de la compétitivité économique marchande et non-marchande des filières de productions animales ;
- connaissance, évaluation et gestion des risques sanitaires propres aux denrées d'origine animale par l'étude des pratiques du producteur au consommateur tout au long de la filière ;
- analyse et prévision de la qualité nutritionnelle et sanitaire des aliments des animaux ;
- impact de la qualité à la production sur la productivité des troupeaux, sur les procédés de transformation des produits animaux et sur l'efficacité des filières.

En plus de la production d'animaux terrestres, celle de ressources aquatiques vivantes est également en constante augmentation au niveau mondial. La demande en protéines de poissons est très élevée en Afrique et en Asie et l'aquaculture tropicale devra y répondre. L'UPR *Aquaculture et valorisation des ressources aquatiques* a développé deux axes de recherche : Biologie et génomique des espèces aquacoles ; Amélioration et durabilité des filières et des systèmes d'élevage aquacole. ...

Les équipes

UMR PIA

« Polymorphismes d'intérêt agronomique »

52 scientifiques* (Agro.M/Cirad/Inra)

Responsable : Jean-Christophe Glaszmann,
jean-christophe.glaszmann@cirad.fr
fax : +33 (0)4 99 61 23 48

UPR 19

« Performances des élevages et des filières, et qualité des produits animaux »

25 scientifiques (Cirad)

Responsable : Didier Richard,
didier.richard@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 59 37 95

UPR 20

« Aquaculture et valorisation des ressources aquatiques »

8 scientifiques (Cirad)

Responsable : Jérôme Lazard,
lazard@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 63 57 95

UPR 24 TROPICAL

« Développement d'aliments tropicaux de qualité pour une démarche intégrée »

15 scientifiques (Cirad)

Responsable : Max Reynès,
max.reynes@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 61 44 33

UPR 33 IMPAQ

« Identification, mesure, production et valorisation d'attributs de qualité : une approche intégrative appliquée aux produits tropicaux à usages agro-industriels et en particulier aux produits issus de cultures pérennes »

20 scientifiques (Cirad)

Responsable : André Rouzière,
andre.rouziere@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 61 75 64

UPR 45 QUALITER

« Qualité et territoires : qualification territoriale, réseaux d'acteurs et innovation agroalimentaire »

23 scientifiques (Cirad)

Responsable : Denis Sautier,
sautier@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 61 44 15

ENSIA-SIARC

8 scientifiques

Responsable : François Giroux,
giroux@cirad.fr
fax : +33 (0)4 67 61 70 55

UMR 016

Laboratoire « Génie des procédés d'élaboration des bioproduits »

15 scientifiques (Cirad/UMI/ENSIA-SIARC)

Responsable : Alain Grasmick,
grasmick@univ-montp2.fr
fax : +33 (0)4 67 14 45 54

... suite page 8

* Sont pris en compte les cadres scientifiques, les médecins hospitaliers, les chercheurs, les enseignants-chercheurs, les ingénieurs sur la base des équivalents temps-plein statutaire.

Le secteur agroalimentaire dans les pays du Sud

Le secteur agroalimentaire est en croissance depuis plusieurs années dans les pays du sud, avec des niveaux techniques et d'organisation variés selon les pays et le pouvoir d'achat local. Il est confronté à des contraintes fortes pour être à même d'assurer l'approvisionnement des marchés urbains et ruraux en produits sains, loyaux et marchands, ou de répondre aux réglementations et normes de plus en plus contraignantes dans les pays du nord. Pour appréhender le champ de l'agroalimentaire, il faut donc pouvoir comprendre les relations entre système de production et système de consommation et assurer la maîtrise sociale de l'évolution de l'alimentation locale. Il faut amener pour cela le producteur du sud à apporter plus de valeur ajoutée à sa production et permettre aux consommateurs du sud de conserver ou de retrouver des repères dans leur comportement alimentaire. Il faut aussi garantir la sûreté sanitaire des composants de la production alimentaire locale, promouvoir ses caractéristiques (organoleptiques, nutritionnelles, fonctionnelles) et construire autour de sa diversité un

argumentaire commercial attractif et séduisant pour les consommateurs des pays du nord.

L'accès aux marchés, la lutte contre la pauvreté et la durabilité des filières constituent également des enjeux globaux dans le domaine. Dans ce contexte, les enjeux scientifiques doivent permettre de construire une alimentation de demain basée sur une agriculture durable et une nutrition préventive en prenant en compte, à partir de l'appréhension des consommateurs, l'ensemble de la chaîne alimentaire (production, déterminants génétiques et modes de culture, transformation, préparation et consommation des aliments).

L'UPR TROPICAL (*Développement d'aliments tropicaux de qualité par une démarche intégrée*) a pour principales thématiques de recherche : (i) la caractérisation des facteurs de qualité et la maîtrise du processus d'élaboration et de préservation de la qualité physico-chimique, nutritionnelle, organoleptique et fonctionnelle des matières premières ou des produits tout au long de la chaîne, (ii) la mise au point des procédés technologiques de stabilisation garantissant une stabilité microbiologique, leur traçabilité et donnant une valeur

Utilisation de lipases végétales pour modifier les huiles et corps gras

Avec une croissance de 8 % par an, les enzymes représentent un marché de plus de 30 milliards d'euros en 2004. De plus en plus utilisés dans les procédés alimentaires, ils proviennent généralement de sources animales ou microbiennes, notamment les lipases employées pour fabriquer les huiles et corps gras présentant des propriétés physiques et/ou nutritionnelles améliorées. Les nombreux procédés enzymatiques mis en œuvre mettent à profit leurs différentes spécificités (sélectivité de substrat, régio-sélectivité, typo-sélectivité, stéréo-sélectivité) afin de « biofaçonner » huiles et corps gras. De plus, les réactions enzymatiques s'opèrent dans des conditions douces, évitant la formation de co-produits, avec un contrôle cinétique facilité.

Au contraire des catalyseurs chimiques classiques, les lipases permettent de diriger spécifiquement les réactions vers un produit prédéterminé en modifiant précisément la composition et la distribution des acides gras. Les procédés biocatalytiques appliqués aux huiles et corps gras pour la production de triacylglycérols restructurés, de concentrés d'acides gras, d'esters, de glycérides partiels et de molécules bioactives incluent des réactions d'interstérification, transestérification, hydrolyse, alcoololyse, acidolyse et estérification.

Malgré leur disponibilité, leur faible coût, leur facilité de purification et certaines sélectivités très marquées, l'utilisation des lipases végétales pour biocatalyser toutes ces réactions n'est pas pour l'instant aussi développée que celle des lipases d'origine microbienne ou animale. Dans ce contexte, le laboratoire de *Lipotechnie* essaie de mettre l'accent sur les potentialités de ces lipases issues de la biomasse végétale pour réaliser toutes ces transformations.

Malgré les problèmes d'échelle pour passer du stade laboratoire à celui pilote ou industriel, les activités biocatalytiques des matériaux végétaux bruts constituent une alternative prometteuse aux lipases microbiennes, souvent modifiées génétiquement. Dans un proche avenir, de tels biocatalyseurs d'origine végétale seront très probablement utilisés dans divers bioprocédés pour produire, entre autres, des lipides à haute valeur, possédant des caractéristiques physiques et nutritionnelles améliorées.

Pour plus d'informations, voir Villeneuve P. 2003. Plant lipases and their applications in oil and fats modification. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 105(2003) : 308-317.

Contacts : Michel Pina, michel.pina@cirad.fr
& Pierre Villeneuve, pierre.villeneuve@cirad.fr

ajoutée en relation avec la demande du consommateur, (iii) l'évaluation et la maîtrise des dangers microbiologiques alimentaires en vue de garantir des produits sains et ce en s'appuyant sur une démarche intégrative prenant en compte la chaîne complète de transformation.

Ces recherches mettent en œuvre des disciplines variées dans les domaines des sciences des aliments (physiologie, nutrition, biochimie, chimie), du génie des procédés et du génie industriel, organisées par projet, laboratoire ou équipement pilote et halle de technologies.

L'UPR IMPAQ (*Identification, mesure, production et valorisation d'attributs de qualité : une approche intégrative appliquée aux produits tropicaux à usages agro-industriels et, en particulier, aux produits issus de cultures pérennes*) fournit des connaissances, outils et méthodes (i) nécessaires à l'adaptation de

l'offre aux exigences qualitatives croissantes, (ii) orientés pour que cette évolution qualitative de l'offre bénéficie à tous les acteurs de la filière, dont les producteurs tropicaux, et (iii) adaptés aux spécificités de ces produits agro-industriels, notamment ceux issus des cultures pérennes. L'UPR QUALITER (*Qualité et territoires : qualification territoriale, réseaux d'acteurs et innovation agroalimentaire*) cherche à répondre à deux questions :

- Quels sont les dispositifs permettant de valoriser les ressources spécifiques (produits, savoir-faire, organisations, acteurs économiques) dans des processus de développement local et de différenciation des productions ?
- Quelles sont les opportunités et les risques de cette différenciation des produits, compte tenu de l'évolution des marchés et des nouvelles formes et normes de distribution et de consommation ?

L'ENSIA-SIARC s'intéresse également à l'ingénierie des agro-produits tropicaux en prenant en compte l'ensemble des spécificités des populations des pays du Sud. Il s'agit alors d'analyser, comprendre et améliorer les processus traditionnels de transformation pour augmenter la disponibilité alimentaire sur les marchés locaux des pays du Sud et de développer de nouveaux procédés pour ajouter de la valeur à des produits locaux destinés à l'exportation. Un axe de recherche concerne en particulier l'étude de l'impact des traitements technologiques sur la biodisponibilité des micronutriments dans les aliments finaux. ●●●

Cuve ouverte de fermentation principale de la bière avant la garde. La mousse est colorée par les tannins du houblon



Ingénierie des bio-produits, bioprocédés et des équipements

Pour les industries alimentaires, les objectifs généraux sont l'optimisation de la conception et de la conduite des procédés, la maîtrise de la qualité des produits, la conception et l'industrialisation de produits nouveaux. Leurs méthodes sont l'approche intégrée des transferts et des aspects bio-physico-chimiques, la modélisation en vue de l'optimisation et de la conduite des opérations, l'utilisation des techniques d'intelligence artificielle. Le génie des procédés fait partie intégrante de ce secteur industriel et doit désormais intégrer une multitude de données : environnement, sécurité, image auprès du public, etc. Il concerne l'ensemble des connaissances scientifiques et technologiques nécessaires aux transformations de la matière et de l'énergie en un produit utilisable par le consommateur. L'essence même de cette science de l'ingénieur est la conception, l'optimisation et la mise en œuvre de procédés industriels qui changent l'état, la microstructure ou la composition chimique de la matière par des réactions chimiques, catalytiques ou biochimiques associées à des méthodes de séparation performantes.

L'UMR *Génie des procédés d'élaboration des bioproduits* développe une thématique de recherche liée à la maîtrise d'opérations de formulation et d'élaboration orientées sur la structuration de matrices biologiques rhéologiquement complexes (gels, pâtes, biosolides...) devant respecter des fonctionnalités définies (qualité gustative, nutritionnelle...). L'analyse du procédé ne peut donc pas être

conduite indépendamment de l'évolution de la structuration et des propriétés du produit au cours de sa transformation. Traduire les processus qui se développent à l'échelle moléculaire en lois phénoménologiques macroscopiques permettant de maîtriser, par des technologies performantes, les propriétés d'usage et la fonctionnalité des produits constitue la nouvelle approche du génie des procédés intégrant le tripode « processus-produit-procédé ». Cette approche permet par ailleurs de développer des outils de modélisation des processus conduisant à la définition de critères d'extrapolation pour le dimensionnement et le contrôle de systèmes industriels. Les domaines actuellement concernés par les actions développées dans ce secteur sont principalement l'élaboration de biomatériaux alimentaires et de santé (appliqués à l'élaboration de solides divisés à usage pharmaceutique et au séchage ou conditionnement d'aliments spécifiques), de films polymères (matériaux à porosité contrôlée pour emballage ou isolement) ainsi que le conditionnement de sous-produits de transformation pour valorisation.

L'UMR *Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes*¹ étudie les procédés physiques et physico-chimiques de transformation d'agro-molécules, d'agropolymères ou de matrices complexes et leurs effets sur la structure, les propriétés fonctionnelles et les qualités d'usage. L'ensemble des activités de recherche est regroupé selon trois axes complémentaires qui correspondent aux grandes phases successives de la transformation des produits alimentaires : dissociation des structures natives avec génération d'agropolymères, assemblage d'agropolymères avec élaboration de structures complexes,

Les équipes

... suite de la page 6

UMR IATE

« Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes » :
22 scientifiques (Inra/Cirad/Agro. M/UMII)
Responsable : Stéphane Guilbert,
guilbert@ensam.inra.fr
fax: +33 (0)4 67 52 20 94

UMR I212

« Ingénierie des réactions biologiques, bioproductions » :
24 scientifiques (Inra/Agro. M/UMII)
Responsable : Joseph-Pierre Guiraud,
guiraud@arpb.univ-montp2.fr
fax: +33 (0)4 67 14 42 92

UMR 5635 IEM

Institut européen des membranes
42 scientifiques (CNRS/ENSCM/UMII)
Responsable : Gérard Pourcelly,
pourcelly@iemm.univ-montp2.fr
fax: +33 (0)4 67 14 91 19

UMR ITAP

« Information et technologies pour les agro-procédés »
15 scientifiques (Cemagref/Agro. M/Cirad)
Responsable : Véronique Bellon-Maurel,
veronique.bellon@cemagref.fr
fax: +33 (0)4 67 04 63 06

UMR I083

« Sciences pour l'œnologie »
44 scientifiques (Agro. M/Inra/UMI)
Responsable : Guy Albagnac,
albagnac@ensam.inra.fr
fax: +33 (0)4 99 61 26 52

Laboratoire de « Botanique, Phytochimie et Mycologie »
3 scientifiques (UMR 5175/CEFE/UMI)
Responsable : Claude Andary,
candary@vww3.pharma.univ-montp1.fr
claude.andary@cefe.cnrs-mop.fr
fax: +33 (0)4 67 41 19 40

fonctionnalisation de ces structures et stabilisation physico-chimique et microbiologique :

- l'axe 1, fractionnement et génie particulaire, s'intéresse aux bases structurales du fractionnement des grains et graines, à la mécanique des milieux granulaires à leur adhésion et à la rhéologie des solides divisés, aux procédés de séparation et fractionnement des tissus ainsi qu'à l'hydratation des particules générées jusqu'à la formation de la pâte ;
- l'axe 2 concerne les systèmes macromoléculaires actifs et fonctionnels et étudie la physico-chimie et la microstructure de réseaux et co-réseaux à base de protéines ou de polysaccharides, les procédés technologiques de structuration de gels, de pâtes ou de films et la détermination et la modélisation des transferts de solutés, d'eau, de gaz et de composés dans des matrices ou des aliments complexes ; un domaine important d'application concerne l'emballage

et le conditionnement des aliments notamment les matériaux comestibles, biodégradables et/ou actifs (films antimicrobiens, antioxydants, emballages sous atmosphères modifiées de fruits et légumes etc.) ;

- l'axe 3, est orienté vers la maîtrise des effets des technologies « douces » de stabilisation et de fonctionnalisation sur les constituants et les structures alimentaires et leurs incidences sur la fonctionnalité et la stabilité microbiologique des produits.

L'UMR *Ingénierie des réactions biologiques, bioproductions*¹ s'intéresse à la biosynthèse et à la production de molécules biologiques d'intérêt (protéines hétérologues, catalyseurs de bioconversion, métabolites, etc.). Les recherches se font au niveau de la molécule ou du bioproduit en incluant l'isolement, la caractérisation biochimique et l'étude des propriétés fonctionnelles. Cette unité étudie les outils

biologiques (micro-organismes et systèmes enzymatiques) afin de sélectionner et/ou améliorer génétiquement les micro-organismes dégradant des substrats végétaux et/ou produisant des molécules d'intérêt. Le génie de la réaction biologique permet d'acquérir la maîtrise des procédés. Les domaines généraux d'application de ces recherches sont la production de protéines hétérologues, les fermentations alimentaires, la production et la caractérisation de métabolites et de molécules actives utilisables dans diverses industries ainsi que le développement de procédés de contrôle pour la maîtrise des fermentations et des bioproductions.

Des avancées significatives ont été également réalisées dans les procédés à membranes grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux membranaires intégrés dans le procédé, à une meilleure compréhension du transfert et des phénomènes interfaciaux ●●●

¹ UMR faisant partie du département de recherche « Agro-ressources et procédés biologiques » (ARPB) de l'UMRI. Responsable : Nathalie Gontard, gontard@univ-montp2.fr

Étudier la composition, la structure et les propriétés des tissus du grain de blé pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits céréaliers

Le grain de blé constitue un matériau complexe composé de plusieurs tissus de structure et composition différentes. Les procédés de fractionnement du grain (ou mouture) ont été optimisés pour permettre la fabrication de produits céréaliers de bonne valeur énergétique et possédant des propriétés technologiques, notamment viscoélastiques. Les procédés de mouture consistent à isoler l'albumen amylicé, composé principalement des protéines de réserve et de l'amidon présents dans le grain, sans contamination par les parties périphériques et à réduire sa granulométrie pour

produire des farines et semoules. Or, la majeure partie des constituants de type fibres et micronutriments (minéraux, vitamines, molécules à propriétés anti-oxydantes) sont présents dans les tissus périphériques, en particulier dans la couche à aleurone, et sont éliminés des farines et semoules et donc des produits céréaliers. Le contrôle de la séparation et de la dissociation de ce tissu au cours du fractionnement des grains constitue un préalable indispensable à une amélioration possible de la valeur nutritionnelle des produits céréaliers. Des travaux sont en cours dans notre équipe pour :

- décrire la composition et la structure fine des tissus et mettre en évidence des marqueurs biochimiques permettant de suivre spécifiquement les différents tissus du grain au cours de la mouture ;
- caractériser les propriétés physiques, notamment mécaniques, des différents tissus et identifier les bases compositionnelles et structurelles de ces propriétés ;
- mettre au point des conditions qui permettent d'améliorer la séparation des tissus en augmentant la résolution des procédés et/ou en agissant sur les interfaces des structures à dissocier.

**Contacts : Joël Abecassis, abecassi@ensam.inra.fr
& Valérie Lullien-Pellerin, lullien@ensam.inra.fr**

*Observation
microscopique
d'une coupe transversale
de grain de blé*

S. Peyron © UMR IATE



A



B



mais aussi à l'utilisation du couplage de procédés. Les activités de l'*Institut Européen des Membranes* relatives aux procédés mettant en œuvre des liquides portent, entre autres, sur les applications des techniques baromembranaires à la purification et/ou à la concentration de solutions biologiques et alimentaires par microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration (concentration de jus d'orange, par exemple), l'évaporation osmotique pour la concentration des produits thermosensibles tels que les jus de fruits et les techniques électromembranaires pour la désacidification des jus de fruits tropicaux acides.

En matière d'ingénierie des équipements, l'UMR *Information et technologies* pour les agro-procédés travaille sur la mise au point de nouveaux équipements pour les agro-procédés, dans un contexte de production agricole et alimentaire durable. Ces équipements intègrent des systèmes d'acquisition et d'exploitation d'information sur les produits ou l'état du procédé, afin d'aider à la décision et au contrôle et ainsi d'optimiser les critères de qualité. Des recherches sont également menées pour réduire les pollutions par les produits phytosanitaires : elles intègrent la connaissance des procédés de transport et de dépôt des produits phytosanitaires, l'adaptation et le développement de technologies alternatives. Enfin, des méthodes de conception d'équipements intégrant les différentes facettes d'un système durable (économique, sociologique et écologique) sont développées et appliquées aux pays du Sud par le Cirad.

Du raisin au vin...

L'élaboration du vin reste un processus très complexe. Afin de comprendre les éléments qui influent sur la qualité du vin, l'UMR *Sciences pour l'œnologie* mène des recherches qui s'articulent autour de trois axes principaux. Tout d'abord, l'analyse structurale et la physico-chimie des polyphénols sont étudiées ainsi que les mécanismes réactionnels qui sous-tendent leur impact sur les caractéristiques organoleptiques et la stabilité des produits. Leur effet bénéfique dans la prévention de certaines pathologies dégénératives est également étudié. Le deuxième axe de recherche s'intéresse à la physiologie et à la génomique des « levures industrielles ». En effet, il s'agit de souches de saccharomyces adaptées aux conditions tout à fait particulières et de stress de la fermentation en œnologie : pH très bas, milieu initial très pauvre en nutriments et très concentré en sucres, forte concentration finale en éthanol. Enfin, la génomique fonctionnelle du développement et de la maturation de la baie de raisin constitue le troisième axe. Une attention particulière est portée à la biosynthèse des composés phénoliques, à sa modulation par la contrainte hydrique et l'environnement thermoradiatif de la grappe et aux facteurs de transcription impliqués dans la réponse précoce aux stress abiotiques. Les équipements d'intérêt collectif ont été regroupés dans : une plate-forme analytique (plate-forme RIO, dédiée à l'analyse structurale et aux interactions des polyphénols) des plateaux techniques (salle d'analyse sensorielle et d'analyse des composés volatils).

Analyse des substances naturelles

Le Laboratoire de Botanique, *phytochimie et mycologie* axe ses activités de recherche sur la connaissance des substances naturelles végétales (analyses et procédés d'extraction) et leur mode d'action dans un but de valorisation dans les secteurs de la pharmacie, de la cosmétologie, de l'agronomie ou de l'agroalimentaire. L'équipe s'est plus particulièrement spécialisée sur la connaissance des polyphénols, métabolites ayant un rôle important chez les végétaux et chez l'homme. Leurs activités biologiques s'expriment aussi bien en agronomie que dans le domaine de la santé (antioxydants, anti-inflammatoires, antalgiques, antidiabétiques, anticancéreux...). Cette spécialisation a permis, ces dernières années, de valoriser des substances naturelles dans le domaine de la cosmétologie (Parfums *Christian Dior*) ainsi que dans le domaine de l'agroalimentaire (entreprise SCALIME, Lyon) pour la valorisation de déchets verts et la création d'extraits enrichis en polyphénols.

Les réactions chimiques des plantes en réponse aux stress biotiques et abiotiques sont étudiées ainsi que la compréhension des mécanismes de défense et de communication entre partenaires (signaux chimiques). Des études sont menées sur l'impact de la biodiversité des plantes tinctoriales et leurs applications au niveau coloristique et médicamenteux, couplées à un inventaire des plantes tinctoriales ainsi qu'un bilan des plantes indigènes potentiellement colorantes.

La création, en 2002, d'un *Jardin Conservatoire de Plantes tinctoriales* (Lauris, Vaucluse) possédant plus de 150 plantes tinctoriales permet la préservation d'un réservoir vivant d'échantillons étalons recherchés par les grands laboratoires de restauration d'œuvres d'art et d'expertises mais aussi appréciés par un large public. Ce jardin représente également une ressource non négligeable pour la découverte de substances naturelles d'intérêt pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire. ■

Explorer les mécanismes d'action des composants alimentaires

à l'échelle moléculaire, cellulaire et sur des modèles animaux

Les préférences alimentaires d'un individu définissent la palette d'aliments et donc de composants alimentaires auxquels il va exposer son organisme de manière répétitive (ou dont il va le priver). Les études sur cellules et animaux renseignent sur les composants potentiellement actifs et leurs mécanismes d'action. Plus que l'identification des propriétés des composants alimentaires, la compréhension de leurs mécanismes d'action est importante. Les recherches sur des cultures de cellules, les méthodes de la physiologie cellulaire et de la biologie moléculaire, mais aussi les technologies génomiques, protéomiques et métaboliques, seront employées à ces fins.

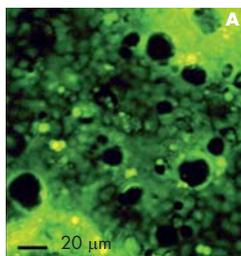
Capital Nutrition-Santé des aliments

La science des aliments est un passage obligé pour les études d'intervention et d'amélioration des conditions d'alimentation. Cette thématique inclut la connaissance des aliments et de l'évolution des produits au cours des procédés de transformation ménagers, artisanaux ou industriels. Il s'agit alors d'optimiser les filières de transformation de manière à préserver le capital nutrition-santé de l'aliment. Le Laboratoire *Nutrition et aliments* a pour thématique générale la valeur nutritionnelle de l'aliment et l'effet des procédés et traitements technologiques. En effet, la formulation d'aliments appropriés ou ciblés sur des groupes vulnérables ou à allégation nutritionnelle doit s'appuyer sur la connaissance des déterminants biologiquement actifs et de leur biodisponibilité. Le laboratoire étudie également les mécanismes aux niveaux cellulaire et moléculaire. Cette approche expérimentale a recours à des modèles cellulaires

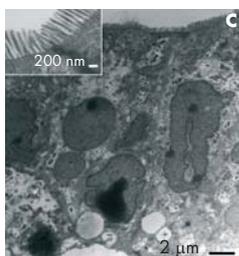
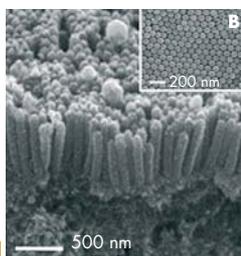
et animaux permettant d'analyser les mécanismes par étape faisant éventuellement appel à des techniques de biologie moléculaire. Il s'intéresse également à la valeur santé de l'aliment et à l'effet préventif contre le stress oxydant et enfin, aux interactions aliments – tractus digestif et biodisponibilité.

Apport de la nutrition à la compréhension des régulations biologiques et des affections cardiovasculaires

La thématique du Laboratoire de *Nutrition humaine et athérogénèse* est à la confluence de la nutrition, des régulations biologiques et des affections cardiovasculaires. Ce laboratoire développe en particulier des études sur la biodisponibilité et les mécanismes d'action d'antioxydants naturels (dont les polyphénols) intervenant dans la protection contre l'athérome. Les mécanismes envisagés impliquent



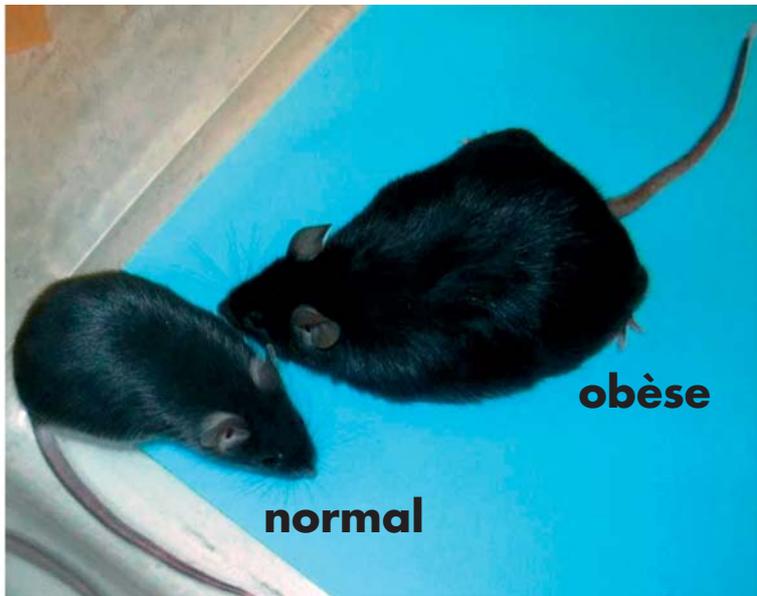
(A) *microscopie à fluorescence*
(B) *microscopie à balayage*
(C) *microscopie à transmission*



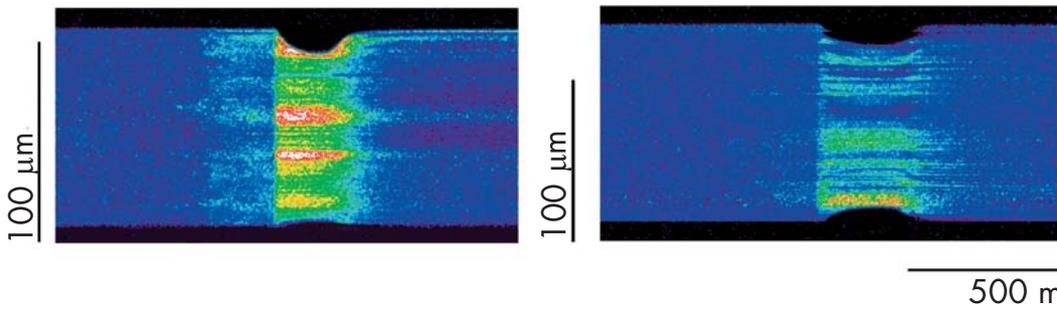
Modèle cellulaire pour l'étude de la biodisponibilité des nutriments

L'utilisation au laboratoire du couplage d'un système de digestion *in vitro* avec la lignée cellulaire Caco-2, issue d'un adénocarcinome de côlon humain, permet d'aborder *in vitro* la majorité des problèmes de biodisponibilité et de bioaccessibilité des micronutriments. Cette méthodologie facilite également la localisation de ces composés dans la cellule et favorise, avec l'aide des outils de la biologie moléculaire, l'impact de ces micronutriments sur la différenciation cellulaire. Ce type d'expérimentation peut être contrôlé par la microscopie électronique à transmission et à balayage ou par la microscopie à épifluorescence.

Contact : **Bertrand Caporiccio**,
bcaporic@univ-montp2.fr



Photographie d'une souris normale (à gauche) et d'une souris db/db obèse (à droite). Les souris db/db présentent une mutation des récepteurs de la leptine altérant la sensation de satiété. Ces souris obèses ont un diabète de type 2 et des problèmes cardiovasculaires.



Images obtenues par microscopie confocale à balayage sur un myocyte normal et un myocyte obèse diabétique de type 2 (db/db). Les cellules cardiaques de souris obèses se contractent moins et le signal calcique est diminué.

aussi bien la défense chimique face au stress oxydant qui prévaut dans l'athérogénèse que des interactions spécifiques de type physico-chimique qui peuvent conduire jusqu'à la modulation de gènes d'intérêt (ceux des récepteurs des LDL oxydées, d'enzymes pro- ou anti-oxydantes, par exemple). L'étude de l'implication du stress oxydant dans d'autres pathologies dégénératives concerne également l'insuffisance rénale chronique, l'insulino-résistance et les pathologies liées à l'âge. L'ensemble de ces études fait intervenir, selon le cas, des approches *in vitro* sur modèles cellulaires, *in vivo* sur modèles animaux (modèles d'insulino-résistance) et des interventions nutritionnelles chez l'homme (sujets sains ou patients) permettant de tester un aliment (ou une boisson) ou un ingrédient nutritionnel d'origine végétale. Leur objectif général est d'acquérir des connaissances qui débouchent sur une meilleure compréhension de la relation positive suggérée par les études épidémiologiques entre abaissement du risque cardiovasculaire et consommation d'aliments riches en antioxydants naturels caractéristiques de l'alimentation méditerranéenne.

Des régimes alimentaires adaptés (acides gras) peuvent corriger certains troubles du rythme cardiaque. Il est aussi connu que des populations carencées en sélénium, d'Asie centrale (Turquie) et de Chine, présentent des arythmies cardiaques avec risque de mort subite. La relation entre modèle alimentaire, nutrition, prévention et thérapie des risques cardiovasculaires peut donc être une base de recherche. L'objectif général de la recherche menée par l'Unité de *Physiopathologie cardiovasculaire* est de comprendre les altérations des mécanismes d'excitabilité cellulaire (mouvements ioniques) et d'activation de la contraction (signalisation calcique, sensibilité des protéines contractiles au calcium) du myocarde au cours de l'insuffisance cardiaque. Cette maladie est fréquente, invalidante et inéluctablement mortelle. Sa prévalence augmente actuellement avec le vieillissement de la population, l'émergence du diabète de type 2 et les troubles métaboliques. Les altérations de la vasomotricité de l'artère coronaire sont aussi abordées en amont, dans le contexte de l'insuffisance cardiaque d'origine ischémique. La finalité est d'envisager le développement de

stratégies thérapeutiques permettant d'intervenir sur la progression de la maladie et sur les troubles du rythme responsables de la mort subite qui lui sont liés dans bien des cas, y compris chez des patients dont la pompe cardiaque est stabilisée de manière satisfaisante par les médicaments. La correction nutritionnelle de certains aspects, comme ces troubles du rythme, est envisageable. Par ailleurs, l'unité s'oriente de plus en plus vers l'étude des effets cardiovasculaires du diabète et de l'obésité. L'un des objectifs du laboratoire est de déterminer les caractéristiques de l'homéostasie calcique chez des souris atteintes du diabète de type 2 lié à l'obésité. Ces animaux ont une mutation du récepteur à la leptine (qui provoque normalement un signal de satiété) et développent une hyperglycémie, une hyperlipidémie et une résistance à l'insuline due à l'obésité. Ce projet de recherche vise à déterminer l'origine de la dysfonction cardiaque dans le diabète de type 2 lié à l'obésité, en se focalisant sur le rôle clef du Ca^{2+} et en prenant en compte les différences mâles/femelles. Ce type de projet peut alors également mener à des stratégies de correction nutritionnelle. ●●●

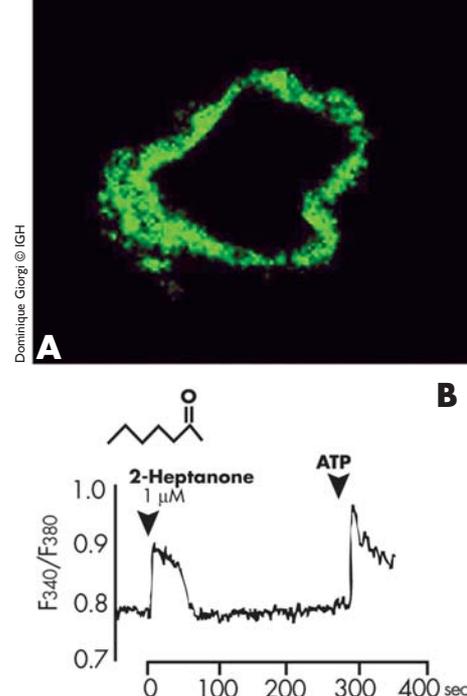
La génétique humaine décode les fonctions sensorielles

La détection chimique chez les mammifères s'effectue par trois voies différentes : l'olfaction, le goût et la communication par les phéromones. La fonction olfactive est un des thèmes étudiés par l'Equipe de Génétique moléculaire de l'olfaction et biologie cellulaire de l'Institut de Génétique Humaine (IGH). Elle permet la perception consciente d'une odeur lorsqu'un ligand odorant se lie à un récepteur olfactif (OR). Le répertoire des gènes OR (environ 1 000 membres) est distribué sur pratiquement tous les chromosomes chez l'homme mais plus de 60% des gènes sont des pseudogènes inactifs. L'évolution de la fonction olfactive est ainsi corrélée à la taille de son répertoire fonctionnel. Chez les primates, on note une augmentation de la fraction de pseudogènes depuis les singes du nouveau-monde jusqu'à l'homme, alors que ce taux est réduit chez la souris. Il a été aussi montré qu'un OR est spécifique d'une famille de ligands partageant des caractéristiques chimiques communes. Par ailleurs, les OR sont dépourvus de peptide signal et ne s'adressent pas spontanément à la membrane cellulaire lorsqu'ils sont exprimés dans des lignées cellulaires hétérologues, ce qui pose

un problème pour réaliser des criblages à haut débit *in vitro*. Pour comprendre comment les OR parviennent de manière efficace à la membrane cellulaire *in vivo*, l'équipe étudie également le trafic intracellulaire et le contrôle qualité des OR de manière à caractériser les facteurs nécessaires à leur expression normale.

Pour plus d'informations, lire Gaillard et al., *Eur. J. Neurosci.*, 15, 409-18, 2002

Contact : Dominique Giorgi,
Dominique.Giorgi@igh.cnrs.fr



La compréhension des relations entre alimentation, cancers hormono-dépendants et diabète passe par les connaissances en endocrinologie

Les recherches concernant la cancérogenèse confrontent des données issues de travaux sur modèles cellulaires, organes ou animaux, mais aussi chez l'homme sain ou malade et à l'échelle des populations. Elles ont mis en évidence, avec des degrés de certitude variables, le rôle de facteurs nutritionnels dans l'initiation ou l'expression clinique des différents cancers. Les facteurs alimentaires peuvent intervenir lors de chacune des phases du développement tumoral, pour le favoriser ou l'inhiber. On peut l'expliquer de nombreuses façons : effet mutagène ou anti-mutagène, effet anti-oxydant, action sur les mécanismes de croissance, de prolifération, de mort cellulaire par apoptose ou sur les capacités de

défenses immunitaires de l'organisme. Par ailleurs, l'alimentation peut intervenir à un niveau physiologique en entraînant une modification du profil hormonal impliqué dans les cancers hormono-dépendants. Des projets scientifiques s'intéressent à ce type de cancer, aux perturbateurs endocriniens environnementaux et à leurs interférences dans la reproduction humaine et la cancérogenèse, et enfin aux traitements hormonaux substitutifs des troubles de la ménopause et leurs conséquences en cancérologie. L'unité d'Endocrinologie moléculaire et cellulaire des cancers axe sa recherche sur l'analyse des mécanismes d'activation transcriptionnelle de différents récepteurs nucléaires (oestrogènes α et β , androgènes, rétinoïdes et PPAR) dans les cellules hormono-sensibles ou résistantes aux thérapeutiques hormonales. Son deuxième grand axe de recherche est l'étude des effets des récepteurs nucléaires et de différents gènes cibles des hormones et de leurs antagonistes dans les grandes fonctions cellulaires ou biologiques importantes en cancérogenèse.

Les équipes

Laboratoire

« Nutrition et aliments » (EA 3762)

7 scientifiques (UMI/Polytech/Montpellier)

Responsable : Pierre Besançon,
besancon@univ-montp2.fr

fax : +33 (0)4 67 14 36 49

Il fait partie du Département de recherche
« Agro-ressources et procédés biologiques »
(ARPB) de l'UMI.

Responsable : Nathalie Gontard,
gontard@univ-montp2.fr

Laboratoire

« Nutrition humaine et athérogenèse » (EA 2993)

13 scientifiques (UMI/CHU)

Responsable : Louis Monnier,
l-monnier@chu-montpellier.fr

fax : +33 (0)4 67 66 08 71

Unité « Physiopathologie cardiovasculaire » (ex U637)

11 scientifiques (Inserm/UMI)

Responsable : Sylvain Richard,
srichard@montp.inserm.fr

fax : +33 (0)4 67 41 52 41

Unité 540 « Endocrinologie moléculaire et cellulaire des cancers »

31 scientifiques (Inserm/UMI)

Responsable : Jean-Claude Nicolas,
nicolas@montp.inserm.fr

fax : +33(0)4 67 54 05 98

... suite page 16

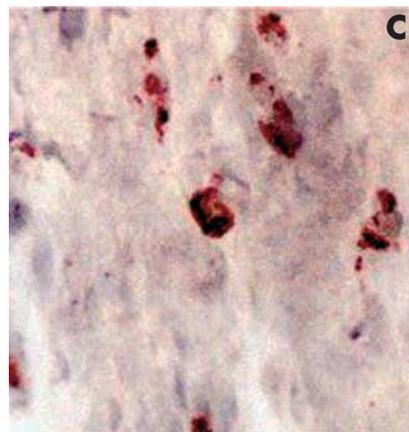
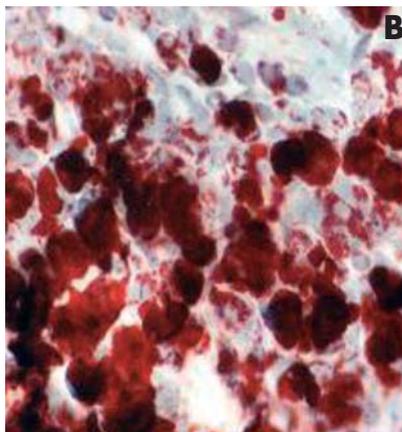
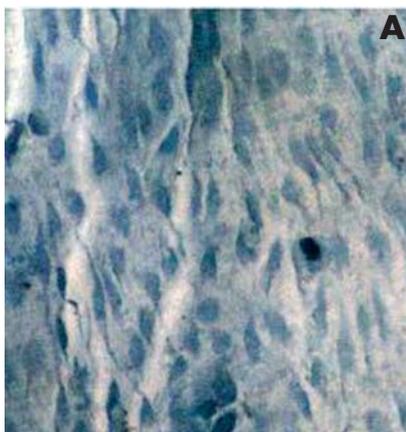
**Expression et fonction
du récepteur olfactif de
souris Mor912-93**

**A : membrane de cellules
HEK-293 du récepteur
couplé à la « Green
Fluorescent Protein » (en
vert) utilisant un vecteur
d'expression**

**B : Après criblage des
ligands odorants,
application spécifique
du récepteur
(heptanone) induisant
le signal calcique dans
des cellules HEK-293
chargées en FURA-2
(colorant ratiométrique
liant le calcium).**

La recherche sur le diabète s'intéresse également à l'endocrinologie pancréatique et gastro-intestinale, et notamment aux mécanismes régulant la synthèse, la sécrétion et les activités biologiques des peptides semblables au glucagon. L'endocrinologie des peptides tend à comprendre l'ensemble des mécanismes moléculaires, cellulaires et physiologiques dans lesquels ces molécules sont impliquées et à appliquer les données obtenues à la pharmacologie et à la clinique. L'unité *Endocrinologie des peptides et diabète* a son activité entièrement tournée vers l'étude de la cellule β sécrétant l'insuline. Les fonctions de cette cellule, essentielle pour la survie de l'organisme car synthétisant la seule hormone hypoglycémisante impliquée dans les diverses formes de diabète : diabète de type 1 dû

à la destruction auto-immune de cette cellule et diabète de type 2 qui présente à la fois un déficit insulino-sécrétoire et une insulino-résistance périphérique. Dans le domaine de la nutrition en relation avec la santé, l'unité a démarré un programme sur les effets bénéfiques des polyphénols présents dans le vin sur les cellules à insuline (avec un intérêt particulier pour les effets passant par la voie métabolique de l'AMP cyclique / Protéine-kinase A / Akaps et les MAP-Kinases P44/42, qui maintiennent la population cellulaire β et la capacité de ces cellules à répondre au glucose, le tout en relation avec les défauts mis en évidence dans le diabète de type 2). Les travaux sont axés sur les mécanismes généraux (quel que soit le type cellulaire) par lesquels les polyphénols modulent les relations prolifération cellulaire / apoptose. ●●●



Pierre Besançon © UMII/Polytech

Modèle d'étude de l'athérosclérose

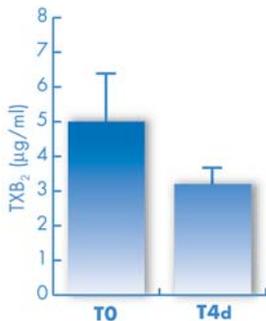
Le modèle hamster doré syrien a été utilisé par le *Laboratoire Nutrition et Aliments* (UMII/Polytech) pour étudier les propriétés anti-athéromateuses des composés phénoliques présents dans les produits de la vigne. Ce modèle expérimental a été choisi pour son métabolisme du cholestérol et un profil des lipoprotéines identiques à celui de l'homme. Il possède aussi une forte réactivité aux interventions anti-athérogéniques.

Ainsi, un régime riche en cholestérol et en acides gras saturés a été proposé aux animaux pendant 12 semaines de façon à induire un stress oxydant. Le régime est rendu déficient en vitamines C et E ainsi qu'en sélénium. Le but est de provoquer une réponse de la paroi artérielle à ce stress (formation de stries lipidiques, colorées en rouge sur les clichés, et émergence de l'athérosclérose) puis d'étudier la modulation de cet effet par des composés phénoliques purs ou des extraits produits par l'industrie de la vigne.

*À titre d'exemple,
les photos ci-dessus
représentent des coupes
d'aortes de hamsters
normolipidiques (A),
de hamsters traités
avec le régime
hyperlipidique
et présentant une
athérosclérose
précoce (B) et
de hamsters ayant
reçu le même régime
et recevant en même
temps du resvératrol à
une dose équivalente
à celle contenue dans
deux verres de vin
rouge par repas chez un
homme de 70 kg (C).*

**Contacts : Pierre Besançon, besancon@univ-montp2.fr
& Jean-Max Rouanet, jm.rouanet@univ-montp2.fr**

Rôle anti-thrombotique protecteur possible des margines vis-à-vis des maladies cardiovasculaires



Évolution du TXB₂ entre T0 (avant la prise de HT) et T4 (4 jours)

Les margines sont les eaux de végétation des olives, un co-produit du « passage » utilisé pour la production d'huile d'olive vierge extra première pression à froid. L'étude concerne l'effet protecteur d'une préparation riche en hydroxy-tyrosol (HT) sur 5 patients diabétiques de type I exposés à un risque cardiovasculaire accru. Ce polyphénol est la substance dont le pouvoir antioxydant est le plus élevé dans l'olive et son huile.

Durant quatre jours consécutifs, des mesures ont été effectuées à jeun sur ces patients afin de tester l'effet de l'administration d'une quantité de HT quotidienne comparable à celle rencontrée dans une alimentation normale (7 à 15 olives). Les mesures concernaient les constantes lipidiques, vitamine E, bêta-carotène, vitamine C plasmatique, la capacité antioxydante globale du plasma et ses principaux

déterminants. La quantité de 8-isoPGF_{2a} excrétée (marqueur d'oxydation des lipides de l'organisme) au niveau urinaire était mesurée ainsi que le thromboxane B₂ (TXB₂, dérivé stable du TXA₂) pour évaluer la libération plasmatique de TXA₂, plaquettaire (indicateur de l'agrégabilité plaquettaire) dépendante de la thrombine. Les indicateurs d'un stress oxydatif ne sont pas altérés par l'administration de HT. La vitamine E, le bêta-carotène, la capacité antioxydante globale du plasma et ses déterminants majeurs ne sont pas significativement modifiés, ni le marqueur urinaire d'oxydation 8-isoPGF_{2a}. On observe une diminution importante (-50 %) de la production de TXB₂. Ainsi, la prise de HT, à des doses nutritionnelles pendant quatre jours, ne semble pas présenter d'effet antioxydant direct mais peut déclencher un effet cellulaire conduisant à la diminution de la production plaquettaire de TXA₂, un eicosanoïde pro-agrégant et vasoconstricteur. Cet effet pourrait être d'un grand intérêt pour prévenir les phénomènes de thrombose et de microthrombose et les complications cardiovasculaires chez le diabétique.

Pour plus d'informations, lire Léger et al., 2002. *Free Rad Biol Med*.

Contact : Claude Léger, leger@univ-montpl.fr

Les équipes

.. suite de la page 14

Unité 376

« Endocrinologie des peptides et régulation génétique »

8 scientifiques (Inserm/UMI)

L'U376 est membre fondateur de l'IFR 3.

Responsable : Dominique Bataille, bataille@montp.inserm.fr
fax : +33 (0)4 67 41 52 22

UMR DCC

« Différenciation cellulaire et croissance »

15 scientifiques (Inra/Agro. M./UMI)

Responsable : Gérard Cabello, cabello@ensam.inra.fr
fax : +33 (0)4 67 54 56 94

Unité 632

« Détoxication et physiopathologie hépatique »

10 scientifiques (Inserm/UMI)

Responsable : Patrick Maurel, maurel@montp.inserm.fr
fax : +33 (0)4 67 52 36 81

Cette unité fait partie de l'Institut montpelliérain de biologie (IFR 122) UMI/UMI/Inserm CNRS/Inra/IRD/Ifremer

Responsable : Jean-Marie Blanchard, blanchard@igm.cnrs-mop.fr
fax : +33 (0)4 67 04 02 31

Equipe « Génétique moléculaire de l'olfaction et biologie cellulaire »

3 scientifiques (IGH/CNRS)

Responsable : Dominique Giorgi, Dominique.Giorgi@igh.cnrs.fr
fax : +33 (0)4 99 61 99 01

L'IGH, l'U540, l'U637 et l'U376

font partie de l'IFR 3 « Communications cellulaires normales et pathologiques »

CNRS/Inserm/CHU/UMI
Responsable : Joël Bockaert, Joel.Bockaert@ccipe.cnrs.fr
fax : +33 (0)4 67 54 24 32

Comprendre l'implication des mitochondries dans les processus du développement et de l'oncogénèse

L'UMR *Différenciation cellulaire et croissance* a pour thématique générale l'étude de la régulation du développement du tissu musculaire, tissu qui présente notamment d'importantes altérations au cours du vieillissement. Dans ce cadre, la régulation de l'activité mitochondriale (transcription du génome mitochondrial, activité de la chaîne respiratoire, production de radicaux libres...) via des récepteurs hormonaux présents dans l'organite, découverts dans l'Unité (récepteur des hormones thyroïdiennes, récepteurs des rétinoïdes) est particulièrement étudiée. Les travaux actuels montrent que l'importance physiologique de cette voie d'action concerne non seulement le métabolisme énergétique mais aussi des processus impliqués dans le vieillissement ou la transformation cellulaire. En effet, ils démontrent que des modifications de cette voie d'action hormonale ciblée sur les mitochondries altèrent le métabolisme cellulaire mais également des processus importants tels que la prolifération et la différenciation cellulaire. Elles peuvent également, dans

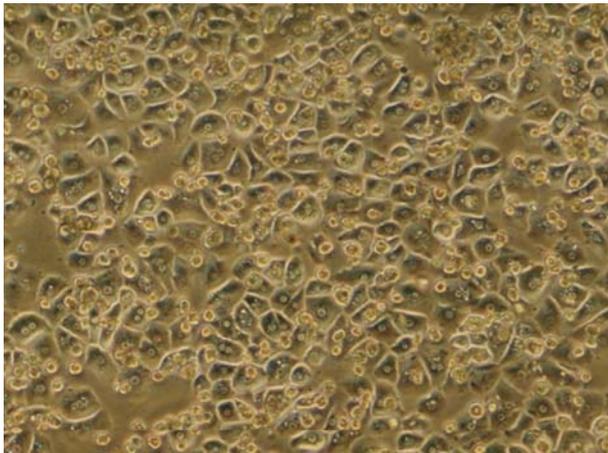
certains cas, induire la transformation cellulaire via l'extinction de gènes suppresseurs de tumeurs.

La production de radicaux libres semble impliquée dans ces processus. Le problème de la signalisation mitochondriale/noyau est abordé ainsi que celui de la caractérisation des gènes nucléaires cibles de l'activité de l'organite. Des approches *in vitro* sont réalisées sur cultures cellulaires et les approches *in vivo* utilisent les modèles animaux du développement tels que le poisson zèbre et les techniques de transgénèse chez la souris.

Physiopathologies du foie

L'unité de *Détoxication et physiopathologie hépatique* a pour objectif général de recherche de développer des systèmes variés de cultures primaires normales et, à long terme, d'hépatocytes humains hautement différenciés. Il s'agit de comprendre les mécanismes par lesquels différentes formes de physiopathologies du foie peuvent affecter ses fonctions et différenciations. Les recherches sont centrées sur deux thèmes principaux : la détoxication hépatique et l'infection par le virus de l'hépatite C. Un nouveau projet, basé sur une méthodologie originale, combine à la fois recherche fondamentale et recherche clinique. ■

Des résultats récents sur les physiopathologies du foie



© INSERM

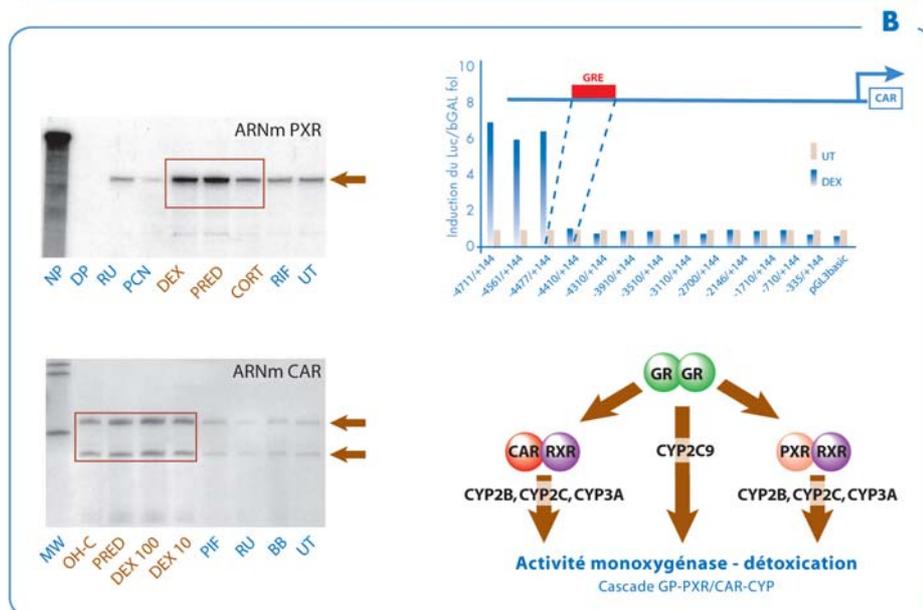
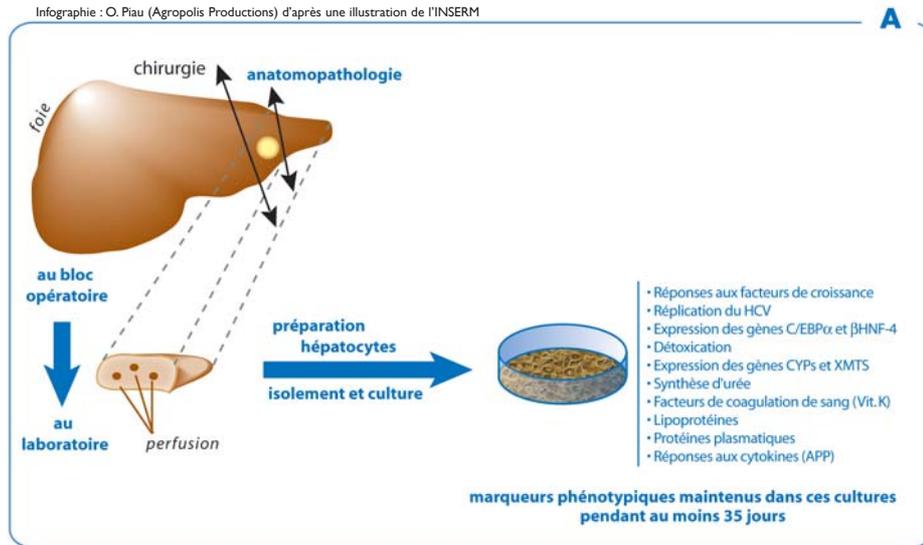
Hépatocytes humains en culture

Les projets de recherche développés par l'Unité 632 de l'INSERM sont basés sur un modèle original de culture primaire d'hépatocytes humains hautement différenciés. Les hépatocytes sont préparés à partir de pièces de lobectomies hépatiques.

Les recherches sur la détoxification hépatique concernent la régulation de l'expression des gènes CYP (acteurs majeurs) et des récepteurs nucléaires PXR et CAR impliqués dans ce contrôle. Il a été récemment montré que PXR, RXR et CAR sont régulés par le récepteur des glucocorticoïdes (GR). Les chercheurs ont alors proposé l'existence de la cascade GR-PXR/CAR-CYP. Cette cascade permet de mieux comprendre les modulations qui affectent la fonction de détoxification. Concernant l'infection par le virus de l'hépatite C, l'unité est la première à avoir montré que des hépatocytes isolés de patients non infectés puis exposés à du sérum de malade HCV positif (atteint du virus de l'hépatite C) étaient sensibles à l'infection et permissifs à la réplication du génome viral. Dans ce modèle, l'interféron (IFN) a un effet inhibiteur direct sur la réplication virale. Ce modèle est utilisé pour cribler de nouvelles molécules antivirales et pour caractériser les récepteurs du virus sur la membrane de l'hépatocyte humain.

Contact : Patrick Maurel, maurel@montp.inserm.fr

Infographie : O. Piau (Agropolis Productions) d'après une illustration de l'INSERM



Culture primaire d'hépatocytes humains hautement différenciés. (A) Les hépatocytes sont préparés à partir de pièces de lobectomies hépatiques. (B) Détoxification. Les travaux portant sur la régulation de l'expression des gènes CYP et des récepteurs nucléaires PXR et CAR impliqués dans ce contrôle.

Étudier les contaminants chimiques ou microbiens des aliments

Qu'ils soient de nature microbienne ou chimique, les contaminants des aliments constituent un danger majeur pour la santé humaine et animale. La sécurité des produits alimentaires est devenue un enjeu planétaire qui s'est largement médiatisé avec l'apparition de toute une série de crises alimentaires comme l'ESB (maladie de la « vache folle ») ou la tremblante du mouton. Les bactéries pathogènes constituent également un problème de santé publique considérable. Les contaminants chimiques ont des répercussions sur la santé, impliquant notamment le système hormonal ou entraînant l'apparition de cancers hormono-dépendants. Les recherches en cours devraient permettre d'avancer vers la connaissance de la nature des contaminants, leur mode d'action, leurs répercussions sur la santé et finalement vers une politique de prévention.

Les contaminants sont, par définition, des substances indésirables présentes dans l'alimentation. Une substance chimique ou un agent microbien ne devient contaminant que lorsqu'il comporte un risque pour la santé. Les contaminants chimiques proviennent soit de la pollution industrielle, soit de pratiques mal maîtrisées de l'agriculture, de la transformation des aliments et des substances naturelles. Les contaminants microbiens sont variés et leurs effets sont bien connus ; ils varient de la simple éruption cutanée jusqu'au décès. Citons entre autres les salmonelloses, la listériose, les gastrites dues à *Helicobacter pylori*, les stérilités dues à *Chlamydia*, la tuberculose, les diarrhées, ou les mycotoxines ...

Étude des mécanismes infectieux de certaines bactéries pathogènes

La solution serait le développement de vaccins efficaces et faciles d'utilisation. Mais les bactéries pathogènes à développement intracellulaire posent des problèmes spécifiques à l'hôte lors de la réponse immunitaire. Certaines de ces bactéries évitent la réponse immunitaire et se développent de façon chronique. La tuberculose est le cas le mieux documenté, la brucellose appartenant à cette catégorie. La conséquence simple est la difficulté rencontrée pour concevoir des vaccins efficaces.



Obtention *in vitro* de la forme pathogène de la protéine-prion



Jean-Pierre Liautard © UMR Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse

*fibre amyloïde
obtenue sous pression*

La protéine-prion, sous sa forme pathologique (état amyloïde), est associée à des affections neurodégénératives, notamment l'encéphalopathie spongiforme bovine. Elle existe chez tous les mammifères sous sa forme « normale ». Ni sa fonction physiologique exacte, ni les mécanismes impliqués dans sa transformation en agent pathogène, ne sont actuellement connus. Jusqu'à présent, l'utilisation de la chaleur ou d'un agent chimique n'a pas permis d'obtenir *in vitro* la forme infectieuse de cette protéine. Différents états amyloïdes ont été formés mais aucun n'avait les propriétés infectieuses de ceux trouvés chez les malades. Le changement de structure *in vivo* requiert en effet des

conditions particulières difficiles à reproduire. Des travaux menés par l'UMR *Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse* ont révélé l'existence de « paysages énergétiques » et de nombreux chemins alternatifs accessibles dans certaines conditions physico-chimiques. Des hautes pressions utilisées pour perturber le paysage énergétique de la protéine-prion, associées à une analyse spectrale d'absorption UV révèlent l'existence d'une multitude de structures intermédiaires possibles entre la protéine-prion normale et celle transconformée. En modifiant les conditions de températures, de pH et de pression, les chercheurs parviennent à privilégier la formation de l'une ou l'autre de ces structures, les stabiliser ou inverser leur formation. Ils ont ainsi obtenu une structure pré-amyloïde et une structure agrégée en fibres amyloïdes, similaire à la structure pathologique observée dans le cerveau des malades. Des expériences sur l'animal sont en cours et devraient permettre de confirmer si ces structures sont infectieuses. Ces recherches ouvrent des perspectives thérapeutiques pour des pathologies neurodégénératives toujours incurables.

Contact : Jean-Pierre Liautard, liautard@univ-montp2.fr

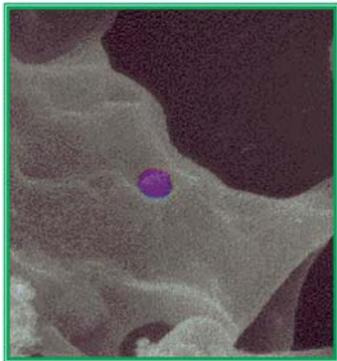
L'UMR *Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse* cherche à définir, en termes moléculaires, les mécanismes de l'infection et de la réponse immunitaire. Pour atteindre cet objectif, l'unité étudie les gènes de *Brucella* nécessaires à la multiplication dans le macrophage et identifie leurs cibles cellulaires. Elle cherche à mieux comprendre comment *Brucella* pénètre et se multiplie dans les cellules et évite l'attaque du système immunitaire. L'unité appréhende les mécanismes moléculaires en cause qui permettraient d'interférer efficacement avec l'infection. Le contrôle des mécanismes bactériens qui conduisent à un évitement de la réponse immunitaire de l'hôte est essentiel notamment pour espérer mettre au point un vaccin efficace.

Étude des protéines-prions, agents des encéphalopathies spongiformes subaiguës transmissibles

Les encéphalopathies spongiformes subaiguës transmissibles ou maladies à prions forment un groupe d'affections neurodégénératives. Chez l'homme, elles prennent la forme de la maladie de Creutzfeldt-

Jakob et chez l'animal, de la scrapie (tremblante de mouton) et de l'encéphalopathie spongiforme bovine (maladie de la vache folle). Ces maladies ont comme particularité unique d'avoir une transmission à la fois génétique et infectieuse. La nature de leur agent infectieux n'est pas déterminée avec certitude mais il est acquis que la protéine du prion (PrP) joue un rôle essentiel dans leur transmission. La PrP et les prions représentent ainsi un modèle unique de transmission d'une information conformationnelle dont les mécanismes sont encore incompris tout comme d'ailleurs la fonction normale et pathologique de la protéine.

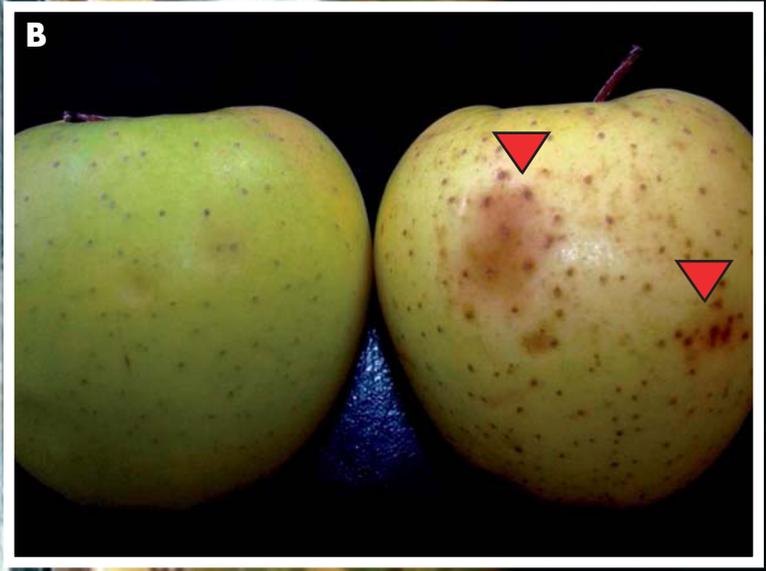
Les recherches menées par l'UMR *Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse* ont permis le brevet d'une méthode d'élimination de l'agent infectieux des maladies à prions dans les farines animales contaminées et son application est actuellement en cours de développement. Plus fondamentalement, la nature de l'agent infectieux prion et la fonction de la protéine normale dans les cellules lymphoïdes sont en cours d'identification. La protéine peut être produite par *E. coli* recombinée. Elle a été séquencée et elle est identique à la protéine cellulaire de l'ESB (encéphalopathie spongiforme bovine). Cette protéine pourra être utilisée pour produire des anticorps ●●●



© INSERM



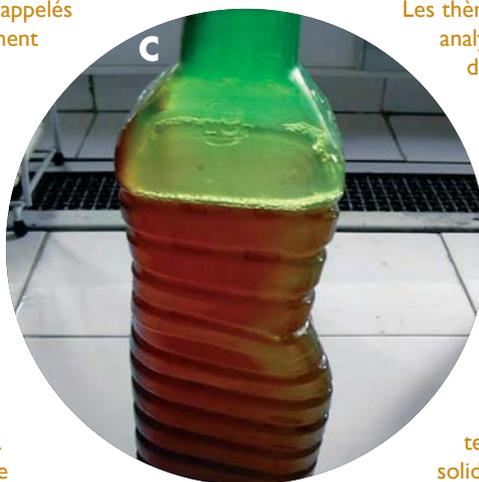
Invasion de macrophage (THP-1) par B. suis vue au microscope électronique à balayage.



Étude du comportement des matériaux plastiques mis au contact des denrées alimentaires

Quand un aliment est mis au contact d'un matériau, il peut s'établir entre eux des interactions conduisant à des échanges de matière. Ces phénomènes, appelés migrations, sont quelquefois volontairement recherchés (ex. vieillissement du vin en fût de chêne) mais apportent souvent des défauts organoleptiques (ex. goût de bouchon) ou sanitaires (ex. enrichissement en plomb d'aliments). Citons également le vin résineux grec ou les sardines contenues dans des boîtes en étain dont les déviations organoleptiques dues à des interactions sont adoptées par le consommateur.

Par souci sanitaire, les pouvoirs publics mirent rapidement en place une réglementation (dès le 28 juin 1912 en France par un arrêté). Celle-ci évolue sans cesse et tente de s'adapter à l'apparition de nouveaux matériaux. Une réglementation seule ne peut être totalement efficace et il est nécessaire, pour assurer la sécurité du consommateur, de comprendre les mécanismes en



jeu dans les phénomènes d'interactions avant de proposer des solutions aux industriels et aux utilisateurs.

Les thèmes abordés par le laboratoire de chimie analytique sont l'étude des résines époxydes destinées à recouvrir les cuves à vin, les châteaux d'eau et les canalisations ; le développement de méthodes d'évaluation du potentiel migratoire de matériaux polymères destinés au contact avec l'eau et l'absorption d'arômes par des matériaux plastiques. Des conclusions ont été formulées en matière de relations structure / migration, comportement du matériau en vieillissement au contact de l'eau chaude et d'irradiation, d'amélioration des techniques officielles de suivi des migrations par l'utilisation de techniques d'extraction telles que l'extraction solide/liquide, la microextraction en phase solide ou la désorption thermique.

Le laboratoire de Chimie analytique fait partie de l'UMR 1083 Sciences pour l'œnologie (Agro.MIINRA/UMI)

Contact : Michel Larroque, michel.larroque@univ-montp1.fr

spécifiques de la forme infectieuse et être mise à profit pour développer un kit de diagnostic. Parallèlement, le prion de la tremblante du mouton est étudié ainsi que la susceptibilité génétique de l'espèce. Plusieurs animaux modèles d'études ont été validés pour ces recherches (hamster, microcèbe et souris).

Le programme de *Biologie des encéphalopathies spongiformes transmissibles* de l'Institut de Génétique Humaine comprend trois axes principaux de recherche. La biologie cellulaire et le métabolisme de la PrP normale et pathologique sont étudiés ainsi que les mécanismes qui induisent la neurodégénérescence, élément central des maladies à prions. La recherche de la transmission des prions entre les cellules et plus généralement entre les espèces, est fondamentale pour comprendre les mécanismes de la conversion pathologique de la PrP. Enfin, l'effet de différentes « drogues » sur la réplication des prions est testé en culture et *in vivo*. Des approches de thérapie cellulaire et génique testées *in vivo* sont également développées. ■

Quelques exemples d'interaction entre matériaux et aliment
(A) Emballage multicouche d'une pâte d'amande diététique, l'extérieur est en polypropylène, le milieu en cuivre (pigments colorés), et l'intérieur en résine ionomère. La flèche montre l'oxydation du cuivre de l'emballage.
(B) Effet du traitement à base de solvant diluant de résines époxydiques. La pomme de gauche est non soumise au traitement, la pomme de droite est soumise à des vapeurs de xylène (72 h).
(C, à droite) : une bouteille de vin.

Les équipes

Unité 431

« Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse »
19 scientifiques (Inserm/UMI)

Responsable : Jean-Pierre Liautard,
liautard@univ-montp2.fr
fax : +33 (0)4 67 14 33 38

Cette unité fait partie de l'Institut montpellierain de biologie (IFR 122) UMI/UMI/Inserm/CNRS/Inra/IRD/Ifremer.

Responsable : Jean-Marie Blanchard,
blanchard@igm.cnrs-mop.fr
fax : +33 (0)4 67 04 02 31

Programme de recherche « Biologie des encéphalopathies spongiformes transmissibles »
6 scientifiques (IGH/CNRS)

Responsable : Sylvain Lehmann,
Sylvain.Lehmann@igh.cnrs.fr
fax : +33 (0)4 99 61 99 01

Cette unité fait partie de l'IFR 3 « Communications cellulaires normales et pathologiques » CNRS/Inserm/CHU/UMI.

Responsable : Joël Bockaert,
joel.bockaert@ccipe.cnrs.fr
fax : +33 (0)4 67 54 24 32

Laboratoire de Chimie Analytique
Responsable : Michel Larroque,
michel.larroque@univ-montp1.fr
fax : +33 (0)4 67 66 81 19

Étudier les relations entre l'alimentation et les facteurs de risques pathologiques majeurs

Au cours des dernières décennies, le développement économique, l'augmentation du pouvoir d'achat, les progrès dans les méthodes de production, de commercialisation et de distribution des denrées ont profondément modifié le contexte alimentaire dans l'ensemble des pays industrialisés et dans les pays en développement. Une situation d'abondance alimentaire et la substitution des protéines et graisses animales aux ressources végétales se sont développées, entraînant des déséquilibres alimentaires. Les résultats de la recherche ont confirmé que ces mauvaises habitudes alimentaires pouvaient favoriser l'apparition de certaines maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, les accidents vasculaires cérébraux, certains cancers, le diabète sucré, l'obésité, les troubles gastro-intestinaux et certaines maladies des os ou des articulations.

Les facteurs nutritionnels (excès ou insuffisance) ne peuvent pas, en règle générale, être considérés comme la cause directe des pathologies. Cependant, ils peuvent participer, d'une façon ou d'une autre, à leur déterminisme. En effet, ces maladies sont aujourd'hui reconnues comme étant multifactorielles, résultant de l'interaction de facteurs génétiques et de facteurs environnementaux (notamment l'alimentation et la sédentarité) qui interviennent dans leur développement ou leur expression clinique. Les facteurs alimentaires sont alors susceptibles d'être protecteurs ou, au contraire, facteurs de risque dans le déterminisme de ces maladies. Les recherches tentent d'identifier ces facteurs de risque et/ou de protection liés à l'alimentation afin d'aboutir à des recommandations et à des propositions de stratégies nutritionnelles permettant de diminuer la fréquence de certaines maladies chroniques et d'améliorer le bien-être et la santé.

Épidémiologie nutritionnelle

Méthodes de biostatistique et épidémiologie

Outre sa partie descriptive, l'épidémiologie permet, dans le domaine qui nous intéresse, d'expliquer les facteurs liés à la nutrition et l'alimentation en regard de telle ou telle pathologie (accroissement et diminution des facteurs de risques). Elle utilise une approche pluridisciplinaire associant, dans le domaine de la santé/nutrition, des biologistes, nutritionnistes, physiopathologistes, etc. Les études épidémiologiques requièrent également de nombreux examens répétés sur plusieurs années afin d'obtenir des résultats exploitables, notamment en termes statistiques et de modélisation. Parmi les activités de l'équipe d'épidémiologie et de statistique, l'équipe d'accueil *Epidémiologie*,



© INSERM

Cas d'obésité à la Réunion

L'étude des comportements alimentaires contribue à l'évaluation des risques sanitaires



Jean-François Roche © Agropolis-Museum

biostatistique et santé publique tente d'avoir une vue globale des facteurs de risque et/ou causaux de maladies chroniques, notamment les cancers, en incluant la nutrition (en collaboration avec le Centre Régional de Lutte contre le Cancer), la génomique et la protéomique. Elle est responsable du cancéropole du Grand Sud-Ouest pour la partie épidémiologie, gestion de bases de données et à ce titre met en place les outils permettant de fédérer l'information et de réaliser les études communes. Cette équipe a la responsabilité de l'évaluation de nombreux réseaux en Languedoc-Roussillon (oncologie, insuffisance cardiaque, polyarthrite, diabète de l'enfant) et gère aussi les registres des tumeurs de l'Hérault et du Gard ainsi que l'évaluation des campagnes de dépistage de masse dans l'Hérault. Elle a donc des liens institutionnels étroits avec deux registres, l'ORS et les institutions de santé publique locales. Cette équipe travaille également en collaboration avec les équipes d'Heidelberg (Allemagne) et d'Algérie.

Alimentation et maladies neurodégénératives

Les maladies dégénératives constituent l'une des affections les plus fréquentes du système nerveux central. Leur relative fréquence, la sévérité de leurs atteintes, les infirmités qu'elles engendrent les ont rendues tristement célèbres (maladie d'Alzheimer, de Parkinson, chorée de Huntington, sclérose en plaques, etc.). Leur gravité, souvent liée à l'absence de thérapeutique, en fait un fléau redoutable qui, de par leur diversité, peut atteindre la moelle ou l'encéphale, la motricité comme les fonctions supérieures. Elles peuvent toucher les neurones et les constituants de la substance blanche (myéline), se limiter à des structures très précises ou s'étendre à l'ensemble du système nerveux, concerner l'enfant et l'adulte jeune ou, au contraire, faire partie des maladies liées au vieillissement. Leur mécanisme génère une dégénérescence progressive et souvent inéluctable, d'où leur appellation de maladies neurodégénératives.

Le domaine de recherche de l'équipe *Pathologies du système nerveux : recherche épidémiologique et clinique* est le développement de modèles étiologiques concernant les pathologies du système nerveux. Ses projets de recherche se focalisent à la fois sur les pathologies neurologiques et psychiatriques, deux disciplines qui se recouvrent largement car partageant certains facteurs de risque biochimique, génétique et clinique. Les recherches se divisent en cinq thèmes dont « épidémiologie et clinique des maladies neurodégénératives ». Ce thème tente d'identifier les facteurs de risques et la détection de marqueurs biologiques dans les pathologies neurologiques afin d'élaborer des modèles étiologiques. Ces derniers devraient permettre de cibler les populations à risque pour élaborer des stratégies de prévention et de traitement innovantes à des stades précoces de détérioration cognitive. L'équipe développe une étude longitudinale sur le vieillissement cérébral en population générale qui fait partie d'un programme de recherche multicentrique prévoyant le suivi d'une cohorte de 10 000 sujets de plus de 65 ans dans trois régions françaises : Bordeaux, Dijon, Montpellier (*Étude des 3 Cités*). Le but principal est d'analyser la relation entre facteurs de risques vasculaires et vieillissement cérébral (démence et maladie d'Alzheimer, accidents vasculaires cérébraux) et les interactions entre les différents facteurs de risques. Parmi les facteurs de risque biologique du vieillissement cérébral normal et pathologique, l'importance du stress oxydatif est évaluée en fonction de certains facteurs de risque génétique. L'impact des facteurs nutritionnels sera déterminé par une étude des habitudes alimentaires couplée à des prélèvements biologiques (vitamines, acides gras et peroxydation biologique). L'importance de l'alimentation (très liée au mode de vie) sur de nombreux paramètres biologiques rend indispensable une approche biologique et nutritionnelle conjointe dans l'étude des mécanismes pathogéniques du vieillissement. Des projets de recherche clinique sont aussi en cours sur la démence à corps de Lewy, les facteurs prédictifs de maladie d'Alzheimer dans le MCI (« *Mild Cognitive Impairment* » ou trouble cognitif léger) ou l'impact biologique d'une supplémentation en antioxydants. ...

Site Internet des allergènes alimentaires et séquences protéiques allergéniques



Les allergènes alimentaires appartiennent à différentes catégories d'aliments, d'origine végétale (graines, fruits et légumes) ou animale (lait, poissons, ...). Les informations sur les allergènes et les séquences protéiques allergéniques sont disponibles dans plusieurs bases de données sur Internet mais sont le plus souvent incomplètes et hétérogènes. Ces données résultent d'approches différentes dont les résultats sont difficilement comparables.

Une première démarche standardisée a été effectuée par le

site Protall. Le fait que l'allergénicité d'une protéine est fonction des individus et de la réponse immunitaire de chacun constitue un degré de complexité supplémentaire. Il est donc primordial que les avancées au niveau de la structure des protéines alimentaires et les avancées en immunogénétique soient prises en compte.

IMGT, the international ImMunoGeneTics information system ©, <http://imgt.cines.fr>, créé à Montpellier en 1989 (UMI et CNRS), est la référence internationale en immunogénétique et immunoinformatique. IMGT est spécialisé dans l'analyse des immunoglobulines, des récepteurs T, du complexe majeur d'histocompatibilité et d'autres protéines apparentées du système immunitaire. IMGT comprend 6 bases de données, standardisées et expertisées, 9 outils sur Internet et plus de 8 000 pages HTML de ressources Web. Afin de répondre au besoin de standardisation des données, IMGT propose une description des allergènes alimentaires d'origine végétale. Cette standardisation est d'autant plus utile que ces allergènes alimentaires sont, pour la plupart, identiques aux allergènes des pollens et montrent des réactions croisées. IMGT fournit également la liste des sites Internet sur les allergènes alimentaires.

Ces informations, sont accessibles à partir de *The IMGT Immunoinformatics Page*, *The IMGT Medical Page* et *IMGT Lexique*.

Contact : Marie-Paule Lefranc, lefranc@ligm.igh.cnrs.fr



Dégénérescence maculaire de la rétine

Étude POLANUT

POLANUT, étude d'épidémiologie nutritionnelle, vise à estimer les apports nutritionnels d'une population de plus de 70 ans. Outre ses objectifs descriptifs, cette étude cherche à déterminer le rôle de l'alimentation sur la santé. De nombreuses études s'accordent à reconnaître l'influence de l'alimentation dans l'apparition des maladies chroniques dégénératives, première

cause de mortalité et de morbidité dans notre société, notamment des personnes âgées. Le rôle des anti-oxydants alimentaires (vitamines E et C, caroténoïdes) et des acides gras oméga 3 dans la protection vis-à-vis des maladies cardiovasculaires et neurodégénératives (alzheimer, dégénérescence maculaire...) nous paraît particulièrement prometteur. Une autre piste concerne la dénutrition de la personne âgée, facteur

connu de mortalité, qui pourrait être également impliquée dans les maladies dégénératives. POLANUT a recueilli de nombreuses données pour chaque participant concernant l'état de santé général (maladies cardiovasculaires, diabète, cancer, maladies oculaires...), les médicaments et le mode de vie (tabac, alcool). POLANUT comporte également un volet biologique qui concerne les défenses anti-oxydantes (vitamines A, E et C, caroténoïdes, enzymes anti-oxydantes, oligo-éléments), effectué par le *Laboratoire de Biologie et Biochimie des Lipides* (Jean-Paul Cristol, CHU Lapeyronie). POLANUT permettra d'estimer les associations entre les apports en divers nutriments et la survenue de maladies chroniques dégénératives ou du décès. Elle permettra en outre d'étudier les liens entre nutrition et défenses anti-oxydantes afin de mieux comprendre les mécanismes qui lient l'alimentation et les maladies dégénératives.

Contacts : Cécile Delcourt & Claudine Berr berr@montp.inserm.fr

Études cliniques

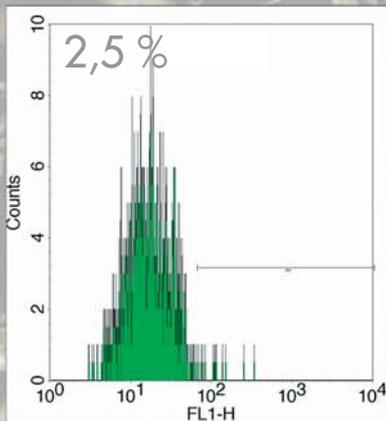
Maladies chroniques et alimentation

Une alimentation saine et variée joue un rôle majeur dans la prévention du diabète de type 2, le plus courant des diabètes sucrés. Chez ceux qui ont un terrain génétique approprié, l'obésité est le facteur de risque le plus important pour ce diabète. Une surcharge pondérale favorise l'expression de la maladie chez la majorité des diabétiques. La prévention nutritionnelle est essentielle vis-à-vis du diabète, de l'obésité et d'autres perturbations métaboliques. L'évaluation nutritionnelle et de la consommation alimentaire, nécessaire aux études d'interventions nutritionnelles et à la prescription du médecin, s'appuie sur la mesure des consommations et des prises alimentaires. L'enquête alimentaire fournit une analyse chiffrée des différents nutriments consommés. Cette analyse reste quantitative et ne renseigne ni sur le choix ni sur la qualité des aliments consommés, qui eux peuvent se faire avec des logiciels diététiques, un des outils utilisés par le *Laboratoire de nutrition humaine*. Le laboratoire étudie également l'effet sur le métabolisme de certains nutriments (vitamine E, protéines, etc.) par supplémentation ou substitution. Une étude est menée chez l'obèse, visant à définir dans quelles proportions les glucides et les acides gras monoinsaturés devraient être apportés selon la répartition des graisses (obésité androïde ou gynoïde) et les perturbations métaboliques associées.

Modèle alimentaire, nutrition, prévention et thérapie des risques cardiovasculaires et rénaux

De très nombreux facteurs de risques impliqués dans le déterminisme des maladies cardiovasculaires ont été identifiés : les hyperlipidémies (hypercholestérolémie et hypertriglycéridémie), l'hypertension artérielle, le tabagisme, l'obésité, le diabète, etc. Différents facteurs alimentaires et de mode de vie exercent une très forte pression sur leur développement : effet délétère des acides gras saturés et du cholestérol alimentaire, effets « protecteurs » de certains facteurs tels que les acides gras insaturés, mono et polyinsaturés, les fibres, les vitamines et oligoéléments antioxydants, les polyphénols, les vitamines B9, B6 et B12... La consommation alimentaire en sodium a également un rôle important pour le système cardiovasculaire. Il existe en effet des relations entre sodium alimentaire, hypertension artérielle et hypertrophie cardiaque. C'est ce qu'étudie, entre autres thèmes, le *Groupe Rein et hypertension*. Dans le modèle d'hypertension induite par sténose de l'artère rénale chez le rat, la disparition chez les animaux privés de sel de l'hypertrophie cardiaque normalement observée chez les animaux hypertendus non restreints en sel suggère que l'ion sodium est un modulateur de l'hypertrophie cardiaque. Les études en cours sur le modèle d'hypertension induite par administration d'angiotensine II semblent confirmer l'effet préventif de la restriction de l'apport sodé sur le développement de l'hypertrophie cardiaque associée à l'hypertension.

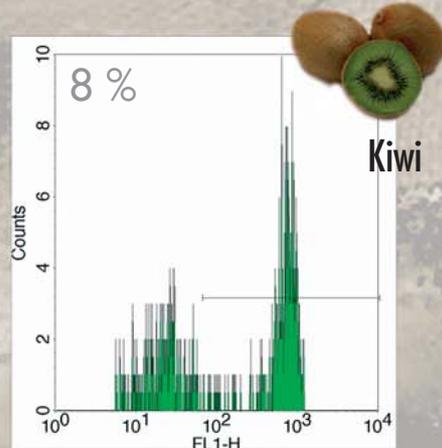
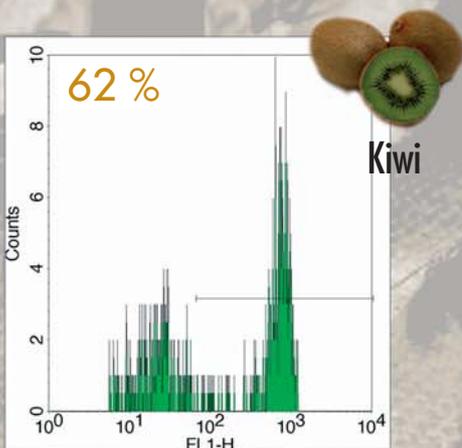
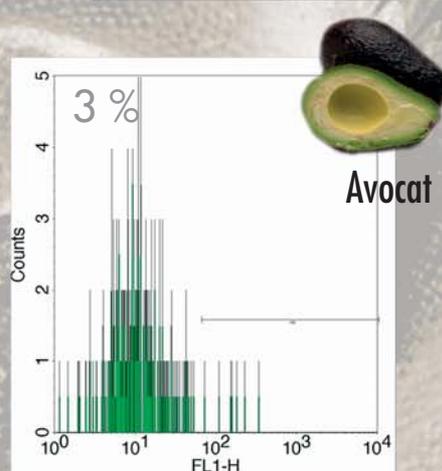
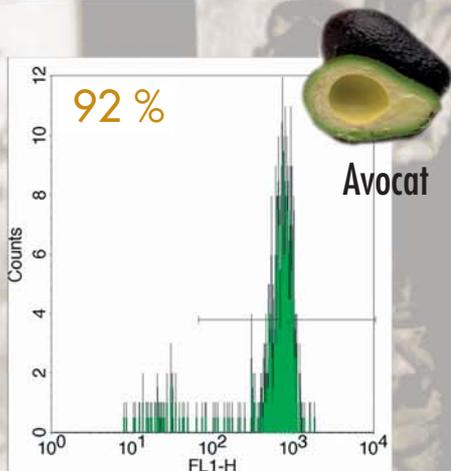
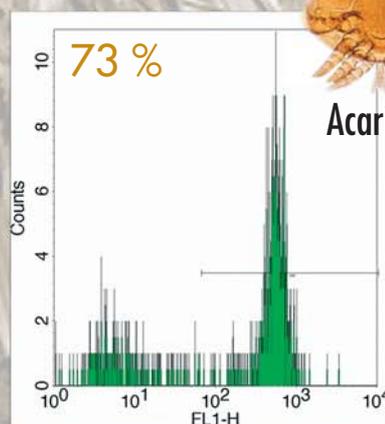
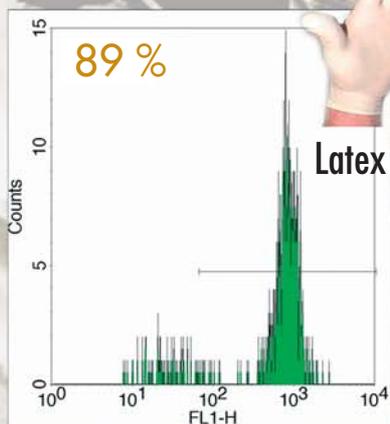
En matière d'investigation clinique, une des spécificités du groupe est la possibilité d'analyse simultanée de paramètres rénaux, cardiaques et métaboliques. Les anomalies hémodynamiques et fonctionnelles rénales et les anomalies structurales et fonctionnelles cardiaques associées à l'hypertension artérielle essentielle sont évaluées chez les patients qui n'ont jamais reçu de traitement antihypertenseur, par opposition à la plupart des études disponibles qui ont enrôlé des patients en rupture de traitement. Sont ainsi analysés dans le même temps la filtration glomérulaire et le débit sanguin rénal (clairances isotopiques), la microalbuminurie, la masse et la fonction ventriculaire gauche (échographie) ainsi que des paramètres nutritionnels et métaboliques (tolérance glucidique, lipides plasmatiques, apport protéique et sodé...). Il a été également démontré que l'obésité était associée à une hyperfiltration glomérulaire et à une majoration de la microalbuminurie en présence d'hypertension artérielle. Il a été établi que l'insulinorésistance était associée à une hyperfiltration glomérulaire et à une hypercontractilité myocardique sans hypertrophie. La masse ventriculaire gauche est directement influencée, en plus du rôle majeur du niveau de pression artérielle, par l'apport sodé, chez le sujet normotendu comme chez le patient hypertendu jamais traité. L'atteinte des organes-cibles de l'hypertension artérielle est donc modulée à une phase très précoce par de nombreux facteurs, dont certains sont bien identifiés comme les facteurs de risque cardiovasculaire. ...



Expression de la protéine CDG³ sur les basophiles de sujets allergiques exposés à divers allergènes.

Seuil de positivité : pourcentage supérieur à 15%

Cellule au repos

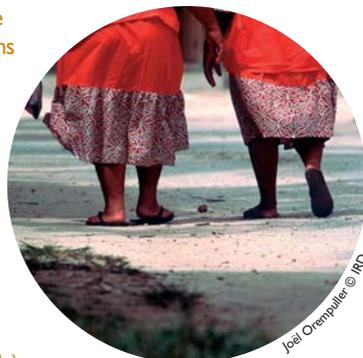


Sujet A
allergie alimentaire

Sujet B
allergie à la poussière
de maison

Prévalence du diabète en Nouvelle-Calédonie

Le diabète de type 2 (non insulino-dépendant) est une affection qui se développe à une allure épidémique dans certaines populations, en liaison avec les changements de mode de vie induits par l'urbanisation. La maladie fait peser de graves menaces pour la santé publique, du fait des complications qu'elle entraîne (insuffisance rénale, problèmes cardio-vasculaires...). Pour espérer enrayer cette « épidémie », il est nécessaire de connaître les facteurs qui la favorisent, tant au niveau des pratiques collectives (par exemple nouveaux modes alimentaires, sédentarité) qu'à celui des prédispositions particulières des individus ou des groupes ethniques. Une enquête de prévalence du diabète, menée en Nouvelle-Calédonie sur 9 390 sujets âgés de 30 à 59 ans (étude CALDIA), a permis d'estimer que 9,1 % des européens du territoire, 9 % des mélanésiens et 15,7 % des polynésiens étaient diabétiques. Outre leur fort taux de diabète, les polynésiens étaient aussi l'ethnie comptant le plus d'obèses, ce qui n'avait a priori rien de très surprenant, car on connaît depuis longtemps le lien entre surpoids et risque de diabète. Cependant, une analyse complémentaire chez les sujets non diabétiques de l'étude CALDIA a montré que les polynésiens n'avaient pas de signes biologiques de résistance à l'insuline mais que, en revanche, leur capacité de sécrétion de l'insuline était plus basse que dans les deux autres ethnies. Il semblerait donc que, contrairement au schéma habituel selon lequel l'obésité induit une insulino-résistance qui débouche, à terme, sur un épuisement pancréatique, le risque de diabète chez les polynésiens de Nouvelle-Calédonie soit davantage lié à un défaut primaire de la sécrétion d'insuline.



Joël Ormiller © IRD

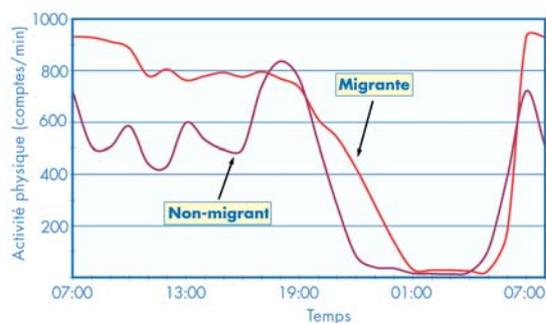
Deux polynésiennes obèses de Tuvalu marchant nonchalamment

Immunogénétique et allergènes alimentaires

La fréquence des allergies alimentaires a doublé en cinq ans. La prévalence dans la population générale est évaluée à 3,2% en France. Elle est trois fois plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte. L'Unité d'immunopathologie de l'inflammation cherche à caractériser les lymphocytes T auxiliaires Th1 et Th2 dans la maladie asthmatique qui peut être une manifestation respiratoire de l'allergie alimentaire correspondant à des réactions d'hypersensibilité de type I. Les techniques de marquages utilisées au laboratoire permettent la détection simultanée des cytokines intra-cytoplasmiques et des antigènes membranaires. Elles sont associées aux techniques de RT-PCR quantitatives. L'analyse d'un modèle de différenciation des lymphocytes T natifs de sang de cordon permettra de reproduire *in vitro* les observations faites au niveau de la bronche du malade. ■

Contact : Annick Fontbonne, fontbon@montp.inserm.fr

Effets de la migration urbaine de travail sur l'activité physique habituelle et le sommeil chez des adolescentes sénégalaises



Différence d'activité physique et de sommeil selon le statut de migration

d'après Garnier and Bénédicte Ann Hum Biol 2001

Cette étude concerne la mesure de l'activité physique habituelle et le sommeil quotidiens chez des adolescentes issues du même milieu rural sénégalais. Certaines travaillent comme domestiques à Dakar ; les autres restent au village pour aller à l'école et/ou aider aux tâches ménagères. L'étude a été réalisée en milieu urbain (Dakar) et rural (Niakhar), dans le cadre d'un suivi de cohorte de la croissance à la puberté de 406 adolescentes, sur un sous-échantillon de 80 adolescentes. L'état nutritionnel est estimé par des mesures anthropométriques ; la maturation pubertaire par l'apparition des premières règles et l'appréciation du stade de développement des seins (classification de Tanner). L'intensité et la répartition de l'activité

physique dans le temps ainsi que la durée et la qualité du sommeil sont mesurées par accélérométrie. Les adolescentes présentent un retard de croissance et une puberté plus tardive par rapport aux populations de même âge des pays industrialisés. Les migrantes ont un meilleur statut pondéral (+3,5 kg) et une adiposité sous-cutanée plus importante que les non migrantes. La reproductibilité de l'activité physique et de la durée de sommeil mesurées par accélérométrie est excellente mais moins bonne en milieu rural. L'intensité de l'activité physique sur 24 heures est élevée, supérieure en milieu urbain par rapport au milieu rural. Les migrantes consacrent plus de temps à des activités modérées et fortes (5,9 vs. 4,0 heures). Les non migrantes dorment et restent inactives plus longtemps que les migrantes (8,8 vs. 7,8 heures). Elles prennent aussi plus de temps de repos (4,4 vs. 3,1 heures). Les migrantes les moins avancées en puberté sont plus actives que les autres migrantes. À l'inverse, chez les non migrantes, ce sont les adolescentes devenues adultes qui ont une activité plus intense. Malgré une activité physique plus intense entraînant une dépense énergétique plus importante, les migrantes ont un meilleur état nutritionnel que les non migrantes, ce qui peut être attribué à une amélioration de leurs conditions de vie et d'alimentation.

Contact : Denis Garnier, dgarnier@mpl.ird.fr

Développer l'approche nutritionnelle en santé publique

Le système alimentaire est le point de rencontre de différentes politiques qui régulent le jeu des acteurs impliqués (consommateurs, agriculteurs, transformateurs, distributeurs, pouvoirs publics) ainsi que son évolution : politique économique et d'échanges internationaux (commerciaux et aides alimentaires), politique de sécurité (sanitaire et environnementale), politique alimentaire et politique d'emploi. Ces politiques sont construites et partagées par des acteurs privés et publics, du local à l'international. La compréhension du système alimentaire dans ses déterminants économiques, sociologiques, juridiques et biologiques est nécessaire aux politiques publiques de ce secteur, notamment en inventant de nouveaux modes d'intervention.

Aujourd'hui, plus de la moitié de la population mondiale est atteinte de malnutrition, maladies de carences et/ou d'excès. Malgré les efforts et en dépit de certains progrès, les objectifs de réduction des malnutritions fixés lors des sommets internationaux des années 90 sont loin d'être atteints. La causalité complexe des problèmes nutritionnels et leurs liens très étroits avec les facteurs politiques, socio-économiques, environnementaux et la gestion des ressources appellent à dépasser l'approche biomédicale classique et les solutions isolées. Une autre approche est nécessaire, plus globale et plus complexe dans ses applications. Elle oblige ainsi à repenser les fondements théoriques et pratiques de nombreuses politiques et interventions.

Alimentation et nutrition dans les sociétés du Sud

Connaître la fréquence et la distribution des problèmes nutritionnels, leurs déterminants et conséquences, mesurer l'efficacité des interventions et comprendre leurs effets, sont nécessaires pour formuler des décisions, politiques et programmes d'intervention en matière de santé publique et de nutrition. Les recherches menées par l'UR106 *Nutrition, alimentation, sociétés* portent sur ces différents aspects dans les pays du Sud. Elle conduit, dans ce cadre, plusieurs programmes de recherche : (i) Transition alimentaire et nutritionnelle ; (ii) Epidémiologie des carences en micronutriments et stratégies de contrôle chez les groupes à risque ; (iii) Epidémiologie du retard de croissance et stratégies d'intervention en milieu rural pauvre ; (iv) Étude des voies d'amélioration de la qualité nutritionnelle et sanitaire des aliments ; (v) Étude des conditions de transfert et évaluation de stratégies d'amélioration de l'alimentation de groupes à risque ; (vi) Politiques alimentaires : Acteurs, normes et comportements.

Jean-François Roche © Agropolis-Museum



Yves Paris © IRD



Les enfants sont particulièrement exposés aux déséquilibres alimentaires, dans les pays du Nord comme du Sud.



La publicité conditionne la transition nutritionnelle qui affecte surtout les jeunes, entraînant fréquemment des excès alimentaires

d'un profil épidémiologique où prédominent les infections et les carences nutritionnelles à un profil où les maladies chroniques, dégénératives liées à l'alimentation sont majoritaires) constitue une des nouvelles priorités en matière de politiques de santé dans les pays du Maghreb, qui se trouvent alors confrontés à une double charge de maladies infectieuses et de maladies non transmissibles avec des coûts croissants pour leur système de santé. Le projet de recherche Tahina, financé par l'Union Européenne dans la perspective d'une meilleure gestion de cette

PROJET TAHINA

Transition épidémiologique et impact sur la santé en Afrique du Nord

La transition épidémiologique que l'on peut observer dans les pays émergents et qui va apparaître progressivement dans les pays les moins développés (passage

transition épidémiologique, se propose d'articuler deux types d'analyse complémentaires : (i) la caractérisation de la transition épidémiologique, de ses déterminants et de ses conséquences ; (ii) l'analyse des représentations de cette transition par les acteurs (populations, professionnels et décideurs) et des pratiques qui s'y rapportent. Ce programme pluridisciplinaire mobilise des équipes montpelliéraines (IRD, IAM.M, Cirad) et des partenaires belges de l'IMT (Institut de Médecine Tropicale) d'Anvers, tunisiens de l'INSP (Institut National de Santé Publique) de Tunis et de l'Institut National de Nutrition, et algériens de l'INSP d'Alger et de l'Université d'Oran. Dans le cadre de ce projet, sont notamment menées des études sur la consommation alimentaire, l'activité physique et l'état nutritionnel des adultes tunisiens et algériens en liaison avec le contexte d'apparition des maladies chroniques liées à l'alimentation.

Contact : Bernard Maire,
mair@mpl.ird.fr

Divers schémas d'étude sont utilisés : diagnostics de situation (état nutritionnel, composition corporelle, consommation alimentaire, activité physique), essais randomisés contrôlés et en conditions réelles, etc. En Afrique du Nord, il s'agit de proposer des politiques de prévention des conséquences de la transition alimentaire (p.ex. cas de la Tunisie et de l'Algérie : projet européen TAHINA piloté par l'IRD). Au Vietnam et dans d'autres pays, diverses approches de prévention et de lutte contre la carence en fer ont été testées : nouveau schéma de supplémentation hebdomadaire en fer chez les nourrissons, en fer/folates chez les femmes en âge fertile et au cours de la grossesse ; enrichissement en fer du nuoc mam, etc. Au Burkina Faso, l'efficacité de la consommation libre et volontaire d'huile de palme non raffinée, riche en bêta carotène, sur le statut en vitamine A de jeunes enfants et de leurs mères, a été montrée dans une région qui n'en consommait pas. Au Sénégal, les effets du programme national de Nutrition Communautaire sur l'état nutritionnel des jeunes enfants ont été évalués. Dans plusieurs pays, l'introduction d'aliments de compléments améliorés fabriqués par des unités de production locales est testée pour améliorer la croissance et le statut en micronutriments des nourrissons.

Le comportement alimentaire, objet de science

Les facteurs qui déterminent le comportement alimentaire sont multiples. Ce dernier comporte de nombreux déterminants psychosociaux d'ordre individuel (neurobiologiques, psychopathologiques), mais aussi collectif (familiaux et culturels).

Un aliment ne se réduit pas à ses nutriments et l'étude du comportement alimentaire et de ses perturbations définit un carrefour où interfèrent les champs neurophysiologiques, psychosensoriels, socioculturels et affectifs. La physiologie, la psychologie et la science du comportement, entre autres, sont nécessaires à la compréhension des déterminismes de ce comportement. La manière dont il est exécuté dépend de multiples conditions de l'environnement. Il est clair que les qualités sensorielles des substances disponibles ont un impact décisif sur le choix des aliments et la quantité ingérée. De plus, parmi les nombreux facteurs de l'environnement, les circonstances sociales du repas sont aussi importantes. Divers outils méthodologiques sont disponibles pour révéler les actions et interactions qui déterminent le comportement alimentaire chez l'homme.

Le Département *Marchés, entreprises et alimentation* de l'IAM.M s'intéresse

à trois thèmes de recherche dont l'un porte plus particulièrement sur les attentes et les comportements alimentaires des consommateurs. Dans ce cadre, outre les analyses des caractéristiques de l'alimentation et des comportements des populations méditerranéennes, le département a coordonné une enquête régionale (*Baromètre Nutrition 2002*, INPEIS). L'alimentation et la santé des collégiens et lycéens font également l'objet d'un programme de sensibilisation aux comportements alimentaires favorables à la santé. Ces analyses s'intègrent dans un deuxième thème : celui de la mise en place d'une veille alimentaire et nutritionnelle, notamment en Tunisie et en Languedoc-Roussillon, outil d'informations au service des décideurs. La sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations est également une préoccupation du département qui a développé, en partenariat avec la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), un projet de coopération portant sur le rôle des collectivités locales dans l'approvisionnement alimentaire local et la sécurité alimentaire dans les villes méditerranéennes. Enfin, un projet sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique du Nord (en collaboration avec l'IFPRI, *International Food Policy Research Institute*) est en gestation. ●●●

Cécile Jourdié © IRD



Les comportements alimentaires sont fonction de déterminants individuels et collectifs, ici familiaux

L'UPR NOMADE (*Normes et régulations des marchés agricoles face à la demande*) traite des questions relatives : (i) aux conditions d'élaboration des différentes formes de régulation des marchés des produits agricoles, en s'attachant en particulier au rôle et à la place des consommateurs, (ii) à leurs effets, en prenant en compte d'une part les politiques commerciales « classiques » intervenant sur les quantités mises en marché (quotas) et les prix (subventions ou taxations), et d'autre part la normalisation, privée et publique, c'est-à-dire l'établissement de règles définissant les caractéristiques des produits à échanger ou les conditions de leur production. Ces travaux contribuent à renforcer les capacités des pays du sud (gouvernements et acteurs), à négocier la régulation des marchés, à anticiper ses effets et à informer les décideurs du nord sur les effets au sud de leurs politiques commerciales et de normalisation.

Agriculteur, transformateur, commerçant et pouvoirs publics : stratégies d'acteurs

L'UMR *Marché, organisations, institutions et stratégies d'acteurs* s'intéresse aux problématiques liées aux stratégies d'acteurs, qu'ils soient privés ou publics, individuels (consommateurs) ou collectifs (groupes sociaux de production marchande ou non marchande). Cette unité étudie également leur mode d'organisation interne (entreprises) ou périphérique (coordinations verticales et horizontales), le fonctionnement des institutions (marchés, régulations), appliqués aux systèmes agricoles agroalimentaires et ruraux en zone euro-méditerranéenne, dans les Pays d'Europe Centrale et Orientale (PECO) et les pays en voie de développement (PVD). La démarche mise en oeuvre emprunte à différents courants théoriques de l'économie institutionnelle (coûts de transaction, conventions, évolutionnisme, etc.) et des sciences de gestion (marketing et analyse stratégique), appuyés par des éléments d'approches socio-anthropologiques.

Législation alimentaire et Droit de la consommation

L'alimentation est soumise à des changements fréquents dépendant des progrès techniques dans la fabrication des aliments mais aussi dans la compréhension des dangers pour la santé du consommateur qui peuvent être inhérents à ces denrées. Il est donc important de

Au cours de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, des mutations profondes technico-économiques (industrialisation, tertiarisation, libéralisation et mondialisation des économies nationales) et sociétales (urbanisation, transformation de la structure démographique, flux migratoires, augmentation de l'activité économique féminine et du taux de scolarisation) ont fortement transformé l'organisation des filières agroalimentaires. Le département *Marchés, entreprises et alimentation* s'intéresse à l'organisation, à la coordination des filières et aux stratégies d'acteurs. L'analyse des filières apporte un éclairage essentiel à l'étude des systèmes agroalimentaires en mettant en avant l'importance du continuum rural-urbain dans l'écoulement des produits agricoles et alimentaires de l'agriculteur vers le consommateur final, à travers les différents stades de transformation et de commercialisation. Le département simule les évolutions à moyen terme, incluant les opportunités de création de valeur pour la société civile et les entreprises et dégage des recommandations pour les pouvoirs publics sur les domaines sensibles de la mise à niveau, de la politique de la concurrence, de la normalisation et des aides à l'innovation.

Les équipes

UR 106

« Nutrition, alimentation, sociétés »

22 scientifiques (IRD)

Responsable : Francis Delpeuch,
delpeuch@mpl.ird.fr

fax : +33 (0)4 67 41 63 30

Département

« Marché, entreprises et alimentation »

6 scientifiques (CIEHAM/IAM.M)

Responsable : Martine Padilla,
padilla@iamm.fr

fax : +33 (0)4 67 54 25 27

UPR NOMADE

« Normes et régulation des marchés agricoles face à la demande »

29 scientifiques (Cirad)

Responsable : Nicolas Bricas,
nicolas.bricas@cirad.fr

fax : +33 (0)4 67 61 55 15

UMR MOISA

« Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs »

29 scientifiques (Agro. M/IAM.M/Cirad/Inra/IRD)

Responsable : Jean-Louis Rastoin,
rastoin@ensam.inra.fr

fax : +33 (0)4 67 63 54 09

EA 709 « Centre de droit de la consommation et du marché »

10 scientifiques (UMI)

Responsable : Henri Temple,
conso@univ-montpl.fr

fax : +33 (0)4 67 61 46 85

CERTAP

Centre d'études et de recherches sur les transformations de l'action publique

14 scientifiques (UP)

Responsable : François Féral,
feral@univ-perp.fr

fax : +33 (0)4 68 66 20 18

faire la distinction entre un corps de principes relativement stables et des règlements précis qui peuvent être adaptés rapidement à chaque nouvelle situation. Ceci est tout l'objet des réglementations techniques. Ainsi, une législation alimentaire complète et facilement applicable comprend deux volets d'essence un peu différente, bien que traitant des mêmes thèmes : la loi de base et les règlements (ou textes) d'application. Dans le secteur agroalimentaire, la loi de base doit aborder plusieurs thèmes : définition des objectifs fondamentaux, concepts de base et champ d'application. Elle doit spécifier les compétences pour l'application de la loi, les procédures et moyens d'inspection et d'analyse, leur mise en œuvre et les sanctions. Elle définit la notion de norme, propose les principes de réglementation des additifs et procédures pour l'autorisation de leur emploi (par exemple pour les pesticides, antibiotiques et autres contaminants), ainsi que la notion de tolérance y afférente et les principes liés à l'emballage et l'étiquetage. Parallèlement, la réglementation, quant à elle, aborde en détail les thèmes complémentaires que sont la réglementation générale, les normes, les principes d'hygiène alimentaire, les additifs alimentaires, les pesticides,

l'emballage et l'étiquetage des aliments, ainsi que les mentions de type publicitaire portées sur l'aliment ou les allégations.

La majeure partie des textes ayant trait à l'alimentation est réunie au sein du « Code de la consommation » afin que toutes les administrations s'appuient sur l'ensemble des mêmes textes dans leurs activités liées aux contrôles et que les professionnels aient un moyen d'être certains qu'ils ont connaissance de tous les textes ayant trait à leur activité. L'un des thèmes d'étude du *Centre de droit de la consommation et du marché* est la modernisation du code français de la consommation. Il s'intéresse plus particulièrement aux obligations juridiques des professionnels de l'alimentation (traçabilité amont, contrôle préalable, conditions de fabrication, de stockage, de transport et de mise en vente, obligations de suivi) et aux conséquences des manquements à ces obligations. Le principe de précaution retient particulièrement l'attention ainsi que son impact sur les règles européennes et mondiales de libre circulation. Le Centre est à l'origine, en France et à l'étranger, non seulement de travaux de recherche mais encore de la rédaction de textes : codes, lois, décrets, etc.

Droits et politiques du développement durable

Le développement durable est un nouveau concept de politique publique et de droit international s'appliquant de plus en plus aux interventions de l'État et s'ouvrant sur d'importants problèmes sociaux. Le *Centre d'études et de recherches sur les transformations de l'action publique* focalise ses travaux autour de ce thème dans les disciplines des sciences politiques et du droit public. Les analyses conduites selon la méthodologie des politiques publiques permettent en effet d'intégrer les disciplines juridiques en tant qu'outil de l'action publique. Grâce à cette démarche, les catégories et leur évolution soumise à l'environnement décisionnel peuvent être approfondies. Le centre apporte ses contributions à des disciplines sectorielles s'intégrant à la thématique du développement durable : droit de l'alimentation, droit de l'environnement, anthropologie juridique, droit du développement et du commerce international, droit international public...

Il apporte son expertise dans le domaine institutionnel et normatif à des organisations internationales (FAO, Commission du Codex, UEMOA [Union Économique et Monétaire Ouest Africaine], Union Européenne...). ■

Jean-Pierre Guyot © IRD



Projet CEREFER Qualité sanitaire et nutritionnelle de céréales fermentées en Afrique

De nombreux aliments fermentés africains à base de céréales sont produits au niveau de petites unités familiales ou artisanales. Ces aliments traditionnels sont fréquemment utilisés pour préparer des bouillies infantiles. Bien qu'il soit communément admis que la fermentation lactique confère à ces aliments une meilleure qualité nutritionnelle et sanitaire, dans la pratique ils ne réunissent pas les critères spécifiques nécessaires à la satisfaction des besoins nutritionnels

des jeunes enfants (par exemple, ils présentent une densité énergétique inadéquate, une faible disponibilité en micronutriments) et pouvant leur garantir une qualité hygiénique satisfaisante.

Le projet de recherche CEREFER, financé par l'Union Européenne, se propose, à travers trois aliments fermentés africains, deux à base de mil au Burkina Faso et un aliment à base de maïs au Congo, d'étudier les voies d'amélioration de la qualité nutritionnelle et sanitaire de ceux-ci en partant d'études qui caractérisent leurs modes de production et de consommation, et en terminant sur l'étude des modalités de transfert des procédés modifiés en direction des producteurs, après une étape de validation par les consommateurs portant sur l'acceptabilité des aliments améliorés. Ce projet réunit des spécialistes en nutrition, microbiologie et technologie des aliments à travers la formation d'un consortium constitué de l'Université de Ouagadougou, de l'Équipe pluridisciplinaire de recherche en alimentation et nutrition (EPRAN) au Congo, de l'Université de Jaén en Espagne, de l'Université de Wageningen en Hollande et de l'IRD (UR106) en France.

Préparation de bouillie fermentée à base de mil à Ouagadougou (Burkina-Faso) dans des unités familiales

Contact : Jean-Pierre Guyot, Jean-Pierre.Guyot@mpl.ird.fr

Transférer les technologies auprès des industries agroalimentaires

Centre régional d'innovation et de transfert de technologie (CRITT), financé dans le cadre du Contrat de Plan État-Région, le Pôle TRIAL* contribue à l'essor des entreprises agroalimentaires du Languedoc-Roussillon. En assurant l'interface entre les industriels et les centres de ressources publics ou privés, TRIAL favorise les partenariats technologiques et économiques, permettant ainsi aux PME d'être plus réactives et compétitives. TRIAL est membre de l'ACTIA (Association de coordination technique pour l'industrie agroalimentaire) et du Réseau régional des pôles, et partenaire de l'ARIA-LR (Association régionale des industries agroalimentaires du Languedoc-Roussillon).

* Le pôle TRIAL devient le département
Agronomie Alimentation
de l'association Transferts LR
Espace Odysseum
417, rue Samuel Morse
Le Millénaire II
34000 Montpellier
Tél. +33 (0)4 67 22 68 42,
Fax +33 (0)4 67 22 68 47,
web : www.transferts-lr.org

Les équipes

Transferts LR
Président : Christophe Carniel
info@transferts-lr.org
fax : +33 (0)4 67 22 68 47

**Association régionale
des industries agroalimentaires du
Languedoc-Roussillon (ARIA-LR)**
Responsable : Brigitte Bouillut,
aria-lr@agropolis.fr
fax : +33 (0)4 67 04 75 19

Sa mission est de mettre l'innovation au service des PME régionales par :

- la diffusion d'informations (lettre, site Internet, carrefours technologiques, etc.) : pour sensibiliser, informer et échanger,
- le pilotage de projets (études de faisabilité, recherche/développement) : depuis l'identification des besoins, l'élaboration du cahier des charges, la recherche de partenaires et de financements ... jusqu'au transfert en entreprise : pour faire gagner du temps, des compétences et de l'argent
- l'expertise technique (diagnostics, accompagnements, etc.) sur des thématiques fédératrices : nutrition/santé, performance des ateliers, gestion des co-produits, qualité : pour répondre aux préoccupations techniques

La thématique nutrition/santé, démarrée en 2000, a pour objectif de sensibiliser les PME régionales à la nutrition, afin qu'elles l'intègrent dans leur stratégie de développement de produits et contribuent ainsi à la démarche nationale de Santé Publique (Programme national de nutrition santé, PNNS). Parmi les actions spécifiques mises en place :

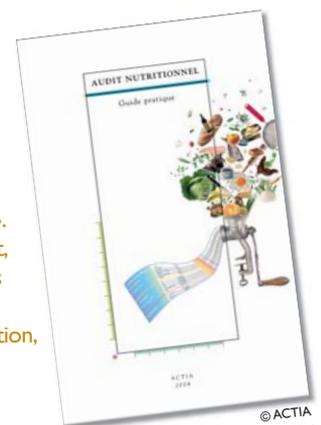
- Services aux entreprises : veille ciblée sur Internet (www.nutriaa.com), réunions d'information du Club nutrition (allégations nutritionnelles, enrichissement, etc.), réalisation d'audits nutritionnels, d'étiquetage réglementaire, action collective sur l'alimentation méditerranéenne, etc.,
- Participation à des réseaux régionaux (Agropolis), nationaux (Actia : guide pratique sur l'audit nutritionnel 2004 ; groupe de travail impact des technologies ; outil de veille nutrition) et européens (Med Diet Net : réseau de centres techniques sur l'alimentation méditerranéenne).

Audit nutritionnel un outil stratégique pour les professionnels

Visant à améliorer et à enrichir une méthodologie jusqu'alors empirique, ce guide pratique (ACTIA, 2004), issu de partages d'expériences entre différents experts, formalise les différentes étapes d'un audit nutritionnel.

L'audit nutritionnel aboutit à un état des lieux permettant de repositionner le produit dans son contexte, sur un marché, dans un cadre réglementaire, par rapport à une cible «consommateur». Il met en évidence les atouts et faiblesses nutritionnels du produit, fournissant des éléments fiables aux décideurs sur les aspects scientifiques, réglementaires et marketing. Les industriels peuvent alors élaborer une stratégie pertinente en termes de communication, positionnement, validation, amélioration, développement, etc.

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



© ACTIA
Illustration de couverture :
Anne-Lise Dermenghem



Claude Corbier © Région Languedoc-Roussillon

Opération de calibrage de pommes

Alimentation méditerranéenne : quand le plaisir se fait santé

En partenariat avec la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et les deux fédérations professionnelles (ARIA, FRIAA), TRIAL co-anime, depuis 2000, une action collective soutenue par les pouvoirs publics locaux (Conseils Régionaux, Draf, DRRT) visant la « valorisation nutritionnelle des produits méditerranéens » :

- Une première action (PRIAM) a permis d'étudier la qualité nutritionnelle de 42 produits transformés et a donné lieu à la rédaction d'un guide pratique (ACTIA, 2003) permettant aux PME d'améliorer, de concevoir ou de valoriser, sur le plan nutritionnel, les produits méditerranéens ;

- La deuxième action en cours concerne la mise en place d'un programme cadre de recherche sur les cinq années à venir avec des équipes scientifiques pluridisciplinaires (nutritionnistes, technologues, socio-économistes, ...), en collaboration avec des entreprises régionales, au sein d'un Comité Permanent Méditerranéen.

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

L'association régionale des industries agroalimentaires du Languedoc-Roussillon (ARIA-LR) est une structure de représentation et de développement du secteur agroalimentaire régional. Elle a pour vocation de fédérer l'ensemble des entreprises industrielles de ce secteur, quels que soient leur taille, leur statut juridique et leur domaine d'activités. Elle intervient sur l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon ainsi qu'au niveau départemental. La démarche de l'ARIA-LR est conduite en relation avec les institutions concernées (administrations, collectivités territoriales, organisations professionnelles, chambres consulaires, etc.). Ses missions sont, entre autres :

- de représenter les entreprises et le secteur agroalimentaire régional, notamment auprès des pouvoirs publics, des institutions départementales, régionales et nationales et plus généralement de l'environnement socio-économique : force de proposition, interface ;
- de fédérer les entreprises, créer des liens entre les dirigeants et leurs collaborateurs, les mettre en réseau ;
- d'accompagner les entreprises, au travers d'actions collectives visant l'optimisation des performances ou la modernisation des méthodes et répondre au mieux à leurs besoins.

Les actions développées portent sur des domaines fondamentaux pour le devenir des entreprises agroalimentaires :

- Qualité, sécurité, environnement, développement durable
- Ressources humaines, formation, emploi, insertion
- Financement des I.A.A.
- Stratégie
- Développement à l'export
- Internet - développement de l'usage des T.I.C.
- Promotion, valorisation
- Groupements d'achats.



Jean-François Roche © Agropolis-Museum

Diffuser la culture scientifique et technique au grand public

En 1986, le fondateur d'Agropolis, Louis Malassis, proposa la création d'Agropolis-Museum, outil de diffusion de la culture scientifique et technique de la communauté scientifique d'Agropolis au grand public.

Le musée a été conçu comme institution de relations culturelles entre la communauté scientifique et les citoyens. Agropolis-Museum, musée des nourritures et des agricultures du monde, est aujourd'hui visité par un grand nombre de personnes. Il collecte et conserve des documents muséographiques et des objets concernant l'agriculture et l'alimentation dans le monde. Il contribue ainsi à un patrimoine international dans ce domaine.

Se nourrir est une nécessité, à laquelle les hommes ont répondu par des systèmes alimentaires, ensembles d'activités coordonnées concernant l'acquisition (cueillette, chasse), la production (agriculture, élevage), la transformation (cuisine, industrie agro-alimentaire), la distribution, etc. Ces systèmes ont beaucoup évolué au fil de l'histoire et sont très divers à la surface de la planète. La culture, la technique, la science et les aspirations des hommes déterminent des systèmes différents.

Agropolis-Museum développe ses activités au travers de quatre composantes :

- *Le musée* proprement dit, lieu de recherche, de culture et de communication sur les systèmes alimentaires d'hier et d'aujourd'hui
- *Le Cyber-Museum* qui élargit le champ de vision et d'information du musée, accessible sur le web.
- *Le département d'animation* qui organise des manifestations scientifiques et culturelles et diffuse les expositions itinérantes.

• *Le service jeune public* qui accueille toute l'année des groupes scolaires et des jeunes pour des animations, des ateliers d'éveil sensoriel, des outils pédagogiques, des jeux ...

Musée vivant

tourné vers le présent et l'avenir, car les façons de manger comme les aliments de demain s'inventent aujourd'hui.

Musée de société

car l'alimentation et l'agriculture sont le support d'enjeux sociaux et techniques, dont le plus important est le combat inachevé contre la faim.

Centre de culture scientifique

car la science est aujourd'hui, parmi les moteurs du changement, un des plus importants et peut-être le moins compris.

Une culture partagée

car la culture et le souci de l'avenir appartiennent à chacun.

Savoirs partagés : des débats sur la société

Ces rencontres s'attachent à

- diffuser et valoriser la culture scientifique en Languedoc-Roussillon,
- contribuer au dialogue entre les scientifiques et la société civile,
- offrir des moyens de valorisation aux partenaires intéressés.

Les grands thèmes traités, enjeux globaux, sociétés, alimentation et santé concernent indistinctement toutes les régions du globe, les pays du Sud comme ceux du Nord. Leur rétrospective avec comptes-rendus et textes associés aux sujets abordés peut être consultée sur le site d'Agropolis-Museum.

Contact

Agropolis-Museum
951 Avenue Agropolis
34394 Montpellier CEDEX 5
museum@agropolis.fr
www.museum.agropolis.fr
fax : +33 (0)4 67 04 13 69



Vue du module Céréales de l'exposition Aliments du Monde

Les expositions permanentes racontent le combat historique de l'homme pour une alimentation suffisante et de qualité, la diversité des aliments, des nourritures et des agricultures du monde. Elles introduisent la réflexion et le débat sur les échanges et les inégalités entre les modes alimentaires dans le monde.

- La *Fresque historique* évoque les trois âges de l'alimentation : l'âge pré-agricole, l'âge agricole et l'âge agro-industriel.
- Les *Agriculteurs et Agricultures du monde* : des paysans témoignent dans leur maison de divers types d'agricultures, leur adaptation à des milieux productifs dans des sociétés humaines soumises à des développements économiques et culturels.

Des expositions permanentes

- Les *Paysages agraires du monde* : un grand diaporama évoque l'action des paysans et interroge sur l'avenir. Des dispositifs muséographiques à travers quelques cas expliquent les paysages en tant que reflet de systèmes de production agricole.
- Les *Aliments du monde* : les divers types d'aliments, céréales, tubercules, légumineuses, matières grasses, viandes, lait et produits laitiers, poissons, fruits et légumes, produits de luxe ou de terroirs... sont exposés avec des témoignages culturels, outils de production, transformation, conservation, économie, relation avec la santé.
- Les *Nourritures du monde* mettent en scène les cuisines du monde qui assemblent des aliments pour satisfaire les besoins nutritionnels de l'homme et jouent un rôle dans les cultures des peuples. Une fresque murale évoque les façons de manger dans le monde sur un mur de 20 mètres de long, depuis la nécessité de manger jusqu'aux rites et croyances en passant par les manières de table, les rapports sociaux, l'opulence et la pauvreté. Six cuisines sont exposées avec leurs outils, leurs savoir-faire et leur art de table.
- Les *Boissons du monde* sont présentées dans une grande vitrine murale, dans leur grande diversité, avec les savoirs et les objets concernant chaque groupe de boissons depuis l'eau jusqu'aux boissons alcoolisées.
- Le *Banquet de l'Humanité* met en scène de façon artistique le grand débat sur les inégalités alimentaires dans le monde. Huit familles alimentaires – élaborées à partir des bilans nutritionnels de la FAO – sont autour de la table du banquet. Ce qui est dans leur assiette, est détaillé derrière les personnages, car il n'y a pas de place pour tous à « la table de la nature » et les exclus sont également présents. Le vieux combat de l'humanité contre la faim est un combat inachevé.

Sur le site Internet d'Agropolis-Museum un exemple d'exposition virtuelle

Le site Web d'Agropolis-Museum¹ connaît un franc succès en terme de fréquentation (377 000 visiteurs et 1,5 million de pages vues en 2004). Les versions Internet des expositions permanentes, les conférences et débats et les outils pédagogiques sont largement consultés et téléchargés. Agropolis-Museum est dorénavant considéré comme un centre de ressources incontournable par ceux qui s'intéressent à l'agriculture et à l'alimentation.

Dans le cadre d'un partenariat avec le Musée d'agriculture du Caire, une exposition virtuelle sur les céréales et leurs produits en Égypte a été élaborée, en collaboration avec le laboratoire d'égyptologie du CNRS / Université Paul Valéry (Montpellier) et avec le soutien de l'IAM.M. Ce projet a eu un écho inattendu. Il comble une lacune dans l'information disponible sur l'Égypte ancienne, centrée sur les monuments et les pharaons, et oublieuse du travail des paysans. Mais l'Égypte présente l'avantage

unique d'offrir une iconographie très riche et d'une grande beauté.

On peut ainsi documenter toutes les étapes du travail des champs et de la fabrication du pain et de la bière. Les céréales étaient aussi au cœur des rites et des religions. Le module sur la

botanique et l'histoire des blés a également été très apprécié, dans la mesure où il n'existe pratiquement pas d'ouvrage de vulgarisation sur les plantes de grande culture.



Arnaud du Boistesselin

¹ www.museum.agropolis.fr

Maquette d'araire avec deux hommes et deux bœufs Moyen Empire (vers 2000 av J.C.)

Coll. Musée de l'Agriculture ancienne du Caire - Inv. n° 1457

Thématiques couvertes par les équipes de recherche

(mars 2005)

Les différentes unités et équipes de recherche apparaissent dans les tableaux par ordre de citation dans le texte du dossier Agropolis. De plus, une différenciation a été faite entre, d'une part, les équipes dont la programmation fait référence aux domaines « alimentation » ou « nutrition » en relation avec la santé (*fond orangé*)

et d'autre part, les équipes qui collaborent à des projets de recherche ou à des formations des domaines ANS ou qui disposent d'outils et de méthodes et modèles pouvant contribuer aux recherches des domaines ANS (*fond blanc*).

1. Science des aliments, Génie des procédés, Technologies
2. Métabolisme Biologie des composants alimentaires, Nutrition
3. Sécurité sanitaire des aliments
4. Alimentation et facteurs de risques pathologiques majeurs
5. Approche nutritionnelle en santé publique
6. Valorisation, transfert des technologies

Unité	pages	1	2	3	4	5	6	Spécificités
UMR PIA « Polymorphismes d'intérêt agronomique » (Agro.M/Cirad, Inra) J.-C. Glaszmann et Ph. Joudrier	5		•					
UPR 19 « Performances des élevages et des filières, et qualité des produits animaux » (Cirad) D. Richard	5							Alimentation animale Zootechnie
UPR 20 « Aquaculture et valorisation des ressources aquatiques » (Cirad) J. Lazard	5							Alimentation animale Aquaculture
UPR 24 TROPICAL « Développement d'aliments tropicaux de qualité pour une démarche intégrée » (Cirad) M. Reynès	7	•		•			•	Alimentation et nutrition PED Valorisation – Transfert de technologies
UPR 33 IMPAQ « Identification, mesure, production et valorisation d'attributs de qualité : une approche intégrative appliquée aux produits tropicaux à usages agro-industriels et en particulier aux produits issus de cultures pérennes » (Cirad) A. Rouzière	7	•		•		•	•	Comportements alimentaires Valorisation – Transfert de technologies
UPR 45 QUALITER « Qualité et territoires : qualification territoriale, réseaux d'acteurs et innovation agroalimentaire » (Cirad) D. Sautier	7						•	Économie agroalimentaire Droit consommation - Valorisation
ENSIA-SIARC F. Giroux	7	•		•			•	Valorisation – Transfert de technologies
UMR 016 - Laboratoire « Génie des procédés d'élaboration des bioproduits » (UMII/Cirad/Ensia-Siarc) A. Grasmick	8	•						
UMR IATE « Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes » (Agro. M/Inra/Cirad/ UMII) S. Guilbert	8	•					•	Valorisation – Transfert de technologies
UMR 1212 « Ingénierie des réactions biologiques, bioproductions » (Inra/Agro. M/UMII) J.-P. Guiraud	9	•		•				
UMR 5635, IEM – Institut européen des membranes (UMII/CNRS/ENSCM) G. Pourcelly	11	•					•	Valorisation – Transfert de technologies
UMR ITAP « Information et technologies pour les agro-procédés » (Cemagref/Agro. M /Cirad) V. Bellon-Maurel	11	•		•			•	Prévention des contaminants chimiques Valorisation – Transfert de technologies
UMR 1083 « Sciences pour l'oéologie » (Agro. M/Inra/UMI) G. Albagnac	11	•	•					
Laboratoire de « Botanique, phytochimie et mycologie » (UMR 5175, CEFE, UM1) C. Andary	11	•	•				•	Allégations nutritionnelles Valorisation – Transfert de technologies

Unité	pages	1	2	3	4	5	6	Spécificités
EA 3762 – Laboratoire « Nutrition et aliments » (UMII/Polytech' Montpellier) P. Besançon	12	•	•	•				Allégations nutritionnelles
EA 2993 – Laboratoire « Nutrition humaine et athérogenèse » (UMI/CHU) L. Monnier	12					•		Diabète type 2 Obésité Maladies cardiovasculaires
Unité 637 « Physiopathologie cardiovasculaire » (ex U390) (Inserm/UMI) S. Richard	14					•		Signalisation calcique Vasomotricité de l'artère coronaire Correction nutritionnelle
U 540 « Endocrinologie moléculaire et cellulaire des cancers » (Inserm/UMI) J.-C. Nicolas	14		•					
U 376 « Endocrinologie des peptides et régulation génique » (Inserm/UMI) D. Bataille	15		•		•			
UMR DCC « Différenciation cellulaire et croissance » (Inra/Agro. M/UMII) G. Cabello	16		•		•			
U 632 « Détoxification et physiopathologie hépatique » (Inserm/UM1) P. Maurel	16		•		•			
Equipe « Génétique moléculaire de l'olfaction et biologie cellulaire » (IGH/CNRS) D. Giorgi	14	•					•	Comportements alimentaires Olfaction Valorisation
Unité 431 « Microbiologie et pathologie cellulaire infectieuse » (Inserm/UMII) J.-P. Liautard	19			•				Maladies à prion Contaminants microbiens
Programme de recherche « Biologie des encéphalopathies spongiformes transmissibles » (IGH/CNRS) S. Lehmann	21			•				Maladies à prion
EA 2415 – Laboratoire de « Biostatistique, d'épidémiologie et de recherche clinique » (UMI/CHU) J.-P. Daurès	22-23					•	•	Épidémiologie
CRLC – Centre Régional de Lutte contre le Cancer M. Gerber et P. Sésenne	23						•	Épidémiologie Nutritionnelle Nutrition et cancers
Équipe 0361 « Pathologies du système nerveux : recherche épidémiologique et clinique » (Inserm/UM1) K. Ritchie	23					•	•	Épidémiologie Risques neurodégénératifs
UR 024 « Épidémiologie et prévention » (IRD) F. Simondon	24		•	•	•	•		Alimentation et nutrition PED Épidémiologie
Laboratoire de « Nutrition humaine » (UMI/CHU) L. Monnier	25		•		•			Athérogenèse Risques cardiovasculaires
EA 3127 « Groupe rein et hypertension » (IURC) A. Mimran	25				•			Hypertension
U 454 « Immunopathologie de l'inflammation » (Inserm/UM1) J. Bousquet	27				•			Allergies
UPR 1142 Laboratoire d'ImmunoGénétique Moléculaire (LIGM) (CNRS/IGH) M.-P. Lefranc et G. Lefranc	23		•	•	•			Allergènes
UR 106 « Nutrition, alimentation, sociétés » (IRD) F. Delpeuch	28	•		•	•	•		Alimentation et nutrition PED
Département « Marché, entreprises et alimentation » (CIHEAM/IAMM) M. Padilla	29					•		Économie agroalimentaire
UPR 58 NOMADE « Normes et régulation des marchés agricoles face à la demande » (Cirad) N. Bricas	30					•		Demandes, normes, marchés Organisation des acteurs des filières, sciences sociales.
UMR MOISA « Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs » (Agro. M/IAM.M /Cirad/Inra/IRD) J.-L. Rastoin	30					•	•	Économie agroalimentaire Stratégies d'acteurs Valorisation – Transfert de technologies
EA 709 « Centre de droit de la consommation et du marché » (UMI) H. Temple	31			•	•	•		Droit de la consommation
CERTAP – « Centre d'études et de recherches sur les transformations de l'action publique » (UP) F. Féral	31							Droit de la consommation Politiques publiques de santé
Transferts LR H. Thiery	32			•	•		•	Valorisation – Transfert de technologies – Innovation Allégations nutritionnelles
ARIA LR – « Association Régionale des Industries Agroalimentaires du Languedoc-Roussillon » B. Bouillut	33			•			•	Accompagnement du développement économique des industries agroalimentaires

La formation Agropolis

dans le domaine Alimentation Nutrition Santé

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

80 formations diplômantes (de bac +2 à bac +8 : technicien, ingénieur, licence, master, doctorat...) ainsi qu'une centaine de modules de formation continue (préexistants ou montage de formations à la carte). Les tableaux présentés ci-après détaillent les formations relevant

du domaine alimentation-nutrition-santé. Ils précisent les niveaux de diplômes, les intitulés des formations et les établissements opérateurs.

Les formations diplômantes

Formations entièrement centrées sur la thématique « Alimentation – Nutrition – Santé »

Niveau	Diplôme	Intitulé de la formation	Établissement
Bac +2	DUT	Génie biologique - Options « Diététique » et « Industries alimentaires et biologiques »	IUT (UMII)
	DU	Marketing du vin et des produits agroalimentaires	UMI
		Biotraçabilité	CREUFOP (UMII)
BTS		Viticulture - Oenologie	Lycée Agropolis
		Technico-commercial – Boissons, vins, spiritueux	
Bac +3	Licence Professionnelle	Commercialisation et signes de qualité des vins	UMI / Agro. M
		Emballage et conditionnement des produits du vivant	IUT (UMII)
	Licence	Sciences de Gestion - Spécialité « Commerce et vente »	UMI /Agro. M / IFRIA
Bac +5	DU	Diététique Médicale	UMI
	Ingénieur	Spécialisations (DAA) « Viticulture – Oenologie », « Agroalimentaire et Agro-Industrie », « Agro-managers »	Agro. M
		Spécialisation « Industries Alimentaires Régions Chaudes »	Ensia-Siarc
		Sciences et technologies des industries alimentaires	Polytech' (UM II)
	Master Recherche	Sciences et Technologies - Mention Biologie Santé - Spécialité « Biologie-Santé »	UMI/UMII
		Sciences et Technologies - Mention BGAE - Spécialité « Bio-produits et maîtrise des procédés de transformation »	Polytech' (UM II) / Agro. M
		Sciences et Technologies - Mention Physique/Chimie Spécialité « Chimie et Physico-chimie des Matériaux »	UMII
		Economie et Gestion - Mention Economie rurale et agroalimentaire Spécialité « Economie et gestion du développement agricole, agro-alimentaire et rural »	UMI /Agro. M
	Master Professionnel	Stratégies rurales et agro-alimentaires	UMI
		Sciences et Technologies - Mention BGAE - Spécialités « Productions animales en régions chaudes » et « Bioressources aquatiques en environnement méditerranéen et tropical »	UMII
		Sciences et Technologies - Mention Physique/Chimie - Spécialité « Physico-chimie Appliquée des Matériaux »	UMI / UMII
		Sciences et Technologies - Mention Biologie Santé - Spécialités « Métiers et Ingénierie de la Santé », « Interface Chimie Biologie », « Nutrition, Aliments, Santé publique »	
		Sciences et Technologies - Mention Biologie Santé - Spécialité « Biotechnologies »	UMI / UMII / Agro. M
Agronomie et Agroalimentaire - Spécialisation « Qualité des systèmes agro-alimentaires en régions chaudes »		Agro. M/ Ensia-Siarc	
Marketing, Commerce - Spécialité « Ingénierie du Commerce et de la Distribution »		UMI / Agro. M/ IFRIA	

(suite)

Niveau	Diplôme	Intitulé de la formation	Établissement
Bac +5	Master professionnel IUP	Sciences et Technologies - Mention Physique et Chimie – Spécialité « Bio Arômes, Parfums et Cosmétologie »	UMI / UMII / ENSCM
		Sciences et Technologies - Mention BGAE – Spécialité « Biotraçabilité, Biodétection, Biodiversité »	UMII
	Master of Science	Entreprises, filières et marchés agroalimentaires	IAM.M
		Politiques et choix publics en agriculture et alimentation	
		Génie agro-alimentaire Méditerranéen et Tropical <i>Food Science and Technology</i> (délocalisé en Thaïlande, dispensé en anglais)	Ensia-Siarc
	DRT	Génie des Procédés Industriels - Matériaux	UMII
		Génie Alimentaire et Biologique	
		Ingénierie de la santé	UMI
	Autres diplômes	Diplôme National d'œnologie	UMI / Agro. M
		MBA Agri-business	IAM.M
		Master Européen NATURA – Transformation des produits tropicaux à vocation alimentaire	Ensia-Siarc
	Bac +6	Mastère spécialisé CGE	Innovation Alimentation
Management agro-industriel			
Gestion intégrée des risques en industries agroalimentaires : risques alimentaires, environnementaux et professionnels			
Bac +8	Doctorat	Différentes Écoles Doctorales permettent la préparation d'un Doctorat en lien avec la thématique « Alimentation- Nutrition - Santé » (voir présentation ci-dessous)	

Formations centrées sur d'autres thématiques, dont des composantes significatives portent sur la thématique « Alimentation – Nutrition – Santé »

Niveau	Diplôme	Intitulé de la formation	Établissement
Bac +2	DUT	Technicien supérieur en Biologie	IUT (UMII)
	DEUST	Parfums, arômes et cosmétique	UMII
Bac +3	Licence Professionnelle	Sciences et Technologies - Mention Chimie Parcours « Chimie, Parfums, Arômes et Cosmétiques »	UMII
	Licence	Sciences et Technologies - Mention Biologie	UMII
		Sciences de la Terre et de l'Environnement	
		Génie des Systèmes Industriels	UP
Bac+5	DU	Sciences de l'environnement et santé publique	UMI
	Master Professionnel	Agronomie et Agroalimentaire – Spécialisation « Productions Animales en Régions chaudes »	Agro. M / Cnearc
		Agronomie et Agroalimentaire – Spécialisation « Systèmes de culture intégrés »	Agro. M / Cnearc
		Agronomie et Agroalimentaire – Spécialisation « Vigne et vin »	Agro. M / ENITAB
	Master Recherche	Sciences et Technologies - Mention Informatique, Mathématiques et Statistique – Spécialité « Biostatistique »	UMI / UMII / Agro. M
	Master Professionnel	Phytoressources	UP
Sciences et Technologies - Mention Informatique, Mathématiques et Statistique – Spécialité « Biostatistique »		UMI / UMII / Agro. M	



Les formations courtes non diplômantes

Modules courts de formation

Établissement	Intitulé
Agro. M	Relations Industries agro-alimentaires/Grande distribution, nouveaux enjeux (3 jours)
	Législation des vins : tenue des documents administratifs de la cave (2 jours)
Agro. M Modules optionnels de 2 ^{ème} année de la filière ingénieur ouverts à la formation continue	Agriculture, agroalimentaire et média (2 semaines)
	<i>Let's talk wine</i> (2 semaines)
	Du champ à l'assiette : itinéraires techniques et qualité des aliments (2 semaines)
	Consommation alimentaire (4 semaines)
	Fermentations industrielles – Biotechnologie microbienne (4 semaines)
	Les T.I.C. dans l'agriculture et l'agroalimentaire (4 semaines)
	Maîtrise de la qualité en agroalimentaire et analyse des risques (4 semaines)
	Emballage des denrées alimentaire (4 semaines)
	Le « Green Bio-project » : conception et mise en œuvre d'un bio-procédé : de la recherche à l'industrialisation (4 semaines)
	Les boissons (4 semaines)
	Gestion financière de projets agro-industriels (4 semaines)
	Analyses physico-chimiques des aliments pour le contrôle de la qualité et pour le développement de nouveaux aliments (2 semaines)
	Analyses microbiologiques : sécurité des aliments (2 semaines)
	Cirad
Devenez expert en Cacao (2,5 jours)	
Les séminaires sur le café (4 jours)	
Ensia-Siarc	Transformation des fruits et légumes en régions chaudes (2 semaines)
	Brasserie – Malterie (1 semaine)
	Transformation des céréales tropicales et produits amylacés (2 semaines)
	Transformation des produits d'origine animale (2 semaines)
	Sucrierie de canne (1 semaine)
	Génie industriel alimentaire (3 semaines)
	Economie alimentaire (3 semaines)
	Equipements agroalimentaires et leur maintenance pour les régions chaudes (2 semaines)
	Outils de la qualité dans l'entreprise agroalimentaire (2 semaines)
	Projets agroalimentaires dans les régions chaudes (4 semaines)
	Création de petite entreprise agroalimentaire en zone tropicale (1 semaine)
Travaux pratiques de transformation des produits agricoles (4 semaines)	
IAM.M	Systèmes agro-alimentaires (3 semaines)
	Le développement international de l'entreprise agro-alimentaire (15 jours)
	Méthodes d'enquêtes et analyse des données (15 jours)
	Filières et marchés agro-alimentaires (15 jours)
	Relations européennes et choix publics. Contexte régional et enjeux collectifs (15 jours)
	Mondialisation et géostratégies agro-alimentaires (3 semaines)
	Les nouvelles attentes des consommateurs et leurs impacts sur la politique marketing des firmes (15 jours)
	Modélisation pour l'analyse des politiques agricoles (15 jours)
	Normes internationales et stratégies d'acteurs (15 jours)
	Marchés, politiques et négociations – Méthodes d'analyses, constitution de dossiers de recherche et d'étude (15 jours)

Formations certifiantes validées par un CESA (Certificat d'Études Supérieures Agronomiques)

Établissement	Intitulé
Agro.M	Responsable Qualité-Sécurité-Environnement en industrie agroalimentaire (8 mois)
	Responsable du développement international de l'entreprise agroalimentaire (8 mois)

Formations « en ligne »

Un certain nombre de cours du Master of Science de l'IAM.M ont été conçus pour être étudiés en ligne
(<http://www.iamm.fr/html/acti/ens/default.html>)

Établissement	Intitulé
IAM.M	Système alimentaire (135 heures) en collaboration avec l'Agro. M
	Comportements alimentaires et marketing (10 jours) en collaboration avec l'INA Tunis
	Mondialisation et géostratégies agroalimentaires (140 heures)

Formations courtes à la carte intra-entreprises

L'Ensia/Siarc dispense des formations courtes à la carte. Ces actions de formation continue sont réalisées à la demande des entreprises et répondent à leurs besoins spécifiques ; elles font l'objet d'une étude au cas par cas.

*Formation sur le terrain
dans les vignes pédagogiques
de l'Agro. M/Inra*



Écoles doctorales en rapport avec le thème de l'Alimentation, Nutrition, Santé

D'une durée de trois ans, le Doctorat sanctionne un travail de recherche dans un laboratoire. Tout étudiant s'inscrivant en Doctorat est en outre rattaché à une École Doctorale.

Les Écoles Doctorales regroupent les unités de recherche ou laboratoires d'accueil autour de grandes thématiques. Elles ont pour mission, outre l'encadrement scientifique direct des doctorants, d'offrir des compléments de formation apportés sous forme de séminaires et conférences scientifiques, de modules de formation pendant les trois années de préparation de la thèse. Ces modules ont pour but d'améliorer la formation scientifique des doctorants et de mieux préparer leur avenir professionnel.

École doctorale « Science et Procédé Biologiques et Industriels »

L'ED est commune à l'Université Montpellier II, l'Université Montpellier I, l'AGRO Montpellier et l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier.

Elle regroupe les unités de recherche permettant la préparation d'un de doctorat dans les domaines des sciences des aliments et du génie des procédés. Cette école s'insère dans le complexe agronomique et agroalimentaire montpelliérain Agropolis.

Les mots clés de formation de l'école doctorale sont : Aliments, Eau et Effluents, Qualité Sécurité Hygiène, Génologie, Nutrition, Biotechnologie, Bioproduits, Emballages, Extraction, Fermentation, Formulation, Modélisation.

À l'interface Sciences de l'Ingénieur / Sciences du vivant, l'École Doctorale propose des modules de formation concernant la formulation et la structuration, les réseaux et émulsions, les substances et matériaux naturels, les interactions et les phénomènes aux interfaces ou encore les conception, maîtrise et contrôle en ligne des réacteurs.

L'ED accueille environ 40 nouveaux doctorants par an.

Contacts et coordonnées

École doctorale « Science et Procédé Biologiques et Industriels » (UM I, UMII, Agro. M, ENSCM)
Jean-Marie Navarro, UMI,
navarro@sun480.isim.univ-montp2.fr
www.polytech.univ-montp2.fr
fax : +33 (0)4 67 14 42 92

École doctorale « Sciences Chimiques et Biologiques pour la Santé » (UM II)
Jacques Demaille, IGH,
Jacques.Demaille@igh.cnrs.fr
<http://cbs2.igh.cnrs.fr>
fax : +33 (0)4 99 61 99 01

École doctorale « Économie et Gestion » (UM I, Agro. M)
Jean-Marie Boisson, UMI,
boisson@univ-montp1.fr
www.edeg.univ-montp1.fr
fax : +33 (0)4 67 15 84 67

École Doctorale

« Sciences chimiques et biologiques pour la santé »

L'École Doctorale *Sciences Chimiques et Biologiques pour la Santé* rassemble tout le potentiel de recherche de la région Languedoc-Roussillon dans le domaine de la Biologie et de la Chimie tournées vers les problèmes de santé, depuis la chimie du médicament jusqu'à la recherche clinique, en s'appuyant sur une palette de grands laboratoires dans les domaines de la génétique, du développement, des biomolécules, de la biologie cellulaire et de la physiologie.

Dans ce grand thème santé, elle peut se comparer aux autres métropoles universitaires régionales par le nombre et la qualité des thèses produites, comme par les débouchés ouverts.

École Doctorale « Économie et Gestion »

L'ED, commune à l'Université Montpellier I et l'AGRO Montpellier, a pour mission principale d'assurer, dans les meilleures conditions possibles, l'encadrement des étudiants durant leurs parcours doctoraux dans le domaine des sciences économiques et de gestion.

À cet effet, elle assure la coordination des modules de formation aux différentes étapes de ces parcours. L'ED favorise l'insertion professionnelle de ses étudiants et, à cet effet, suit régulièrement le devenir de ses anciens diplômés.

L'ED participe enfin au développement des relations internationales et au rayonnement scientifique et culturel du Pôle universitaire de Montpellier. ■



© Cnearc

Réforme de l'enseignement supérieur en France

La réforme, destinée à faire converger l'architecture de l'enseignement supérieur français vers les systèmes universitaires européens, est progressivement mise en œuvre depuis 1998. La nouvelle architecture des études est fondée principalement sur l'obtention des trois grades (licence à Bac +3, master à Bac +5, doctorat à Bac +8) structurant l'enseignement supérieur tout en préservant les niveaux intermédiaires. L'organisation des formations se fera dorénavant en semestres et en unités d'enseignement. L'adoption généralisée du système européen d'unités capitalisables et transférables, dit « système européen de crédits (ECTS) », et la description des diplômes permettent d'assurer leur lisibilité au plan international. Le grade de licence s'obtient sur la base de 180 crédits et le grade de master sur la base de 300 crédits universitaires européens de telle sorte que les règles d'accumulation des crédits garantissent le niveau d'études concerné. La réforme devrait être effective sur l'ensemble du territoire pour l'année universitaire 2005/2006.

Liste des abréviations

ACTIA	Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agroalimentaire
Agro. M	École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier
ARIA-LR	Association Régionale des Industries Agroalimentaires du Languedoc-Roussillon
ARPB	Agro-Ressources et Procédés Biologiques
BTS	Brevet de Technicien Supérieur
Cemagref	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement
CESA	Certificat d'Études Supérieures Agronomiques
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIHEAM	Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes
Cirad	Centre de coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNAM	Conservatoire National des Arts et Métiers
CNEARC	Centre National d'Études Agronomiques des Régions Chaudes
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CREUFOP	Service de formation professionnelle continue de l'Université Montpellier II
CRITT	Centre Régional d'Innovation et de Transfert de Technologie
CRLC	Centre Régional de Lutte contre le Cancer
CRNH	Centre de Recherche en Nutrition Humaine
DAA	Diplôme d'Agronomie Approfondie
DEA	Diplôme d'Études Approfondies
DESS	Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées
DESTA	Diplôme d'Études Supérieures des Techniques Aquacoles
DESTOM	Diplôme d'Études Supérieures des Techniques d'Outre-Mer
DEUG	Diplôme d'Études Universitaires Générales
DEUST	Diplôme d'Études Universitaires Scientifiques et Techniques
DIAT	Diplôme d'Ingénieur en Agronomie Tropicale
DRT	Diplôme de Recherche Technologique
DTSM	Diplôme de Technicien Supérieur de la Mer
DU	Diplôme Universitaire
DUT	Diplôme Universitaire de Technologie
EA	Équipe d'accueil
ED	École doctorale
ENITAB	École Nationale d'Ingénieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux
ENSCM	École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier
Ensia-Siarc	École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires
	Département Industries Agroalimentaires Régions Chaudes
EPHE	École Pratique des Hautes Études
ESB	Encéphalopathie spongiforme bovine
ESCAIA	École Supérieure de la Coopération Agricole et des Industries Agroalimentaires
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GRF	Génie Rural des Eaux et des Forêts
HT	Hydroxy-tyrosol
IAM.M	Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
IDI	Information Diététique Intégrée
IAA	Industries Agroalimentaires
IEM	Institut Européen des Membranes
IFPRI	<i>International Food Policy Research Institute</i>
IFR	Institut Fédératif de Recherche
IFRIA	Institut de Formation Régional des Industries Alimentaires du Languedoc-Roussillon
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IGH	Institut de Génétique Humaine
IMGT	<i>International ImMunoGeneTics information system</i>
INAT	Institut National Agronomique de Tunis
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
ISTOM	École Supérieure d'Agro-Développement International
IUP	Institut Universitaire Professionnalisé
IURC	Institut Universitaire de Recherche Clinique
IUT	Institut Universitaire de Technologie
LIGM	Laboratoire d'ImmunoGénétique Moléculaire
M.S.DAT	Mastère Spécialisé de la Conférence des Grandes Écoles - Développement Agricole Tropical
MBA	<i>Master of Business and Administration</i>
MEP	Master d'Études Professionnelles
MP	Master professionnel
MR	Master Recherche
MS	Mastère Spécialisé
MSc	<i>Master of Science</i>
MST	Maîtrise des Sciences et Techniques
NATURA	<i>Network of European Agricultural (Tropically and subtropically oriented) Universities and scientific complexes related with Agricultural development)</i>
OGM	Organisme Génétiquement Modifié
OR	Récepteur olfactif
PECO	Pays d'Europe Centrale et Orientale
PME	Petites et moyennes entreprises
Polytech' Montpellier	École Polytechnique Universitaire de Montpellier (ex-ISIM)
PRIAM	Programme Interrégional Alimentation Méditerranéenne
PrP	Protéine du prion
PVD	Pays en voie de développement
SPIR	Spectrométrie proche infrarouge
T.I.C.	Technologies de l'information et de la communication
TRIAL	Centre de transfert de technologies agroalimentaires du Languedoc Roussillon (<i>maintenant intégré dans Transferts LR</i>)
UEMOA	Union Économique et Monétaire Ouest Africaine
UM I	Université Montpellier I
UM II	Université Montpellier II
UM III	Université Montpellier III
UMR	Unité mixte de recherche
UP	Université de Perpignan
UPR	Unité propre de recherche
UR	Unité de recherche
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

Les organismes membres et partenaires
d'Agropolis impliqués dans le domaine de
l'alimentation, nutrition, santé

Agro. M
www.agro-montpellier.fr

Agropolis-Museum
www.museum.agropolis.fr

ARIA-LR
www.agroalimentaire-lr.com

Cemagref
www.cemagref.fr

CHU Montpellier
www.chu-montpellier.fr

Cirad
www.cirad.fr

Cnearc
www.cnearc.fr

CNRS
www.cnrs.fr

CRLC
www.valdorel.fnclcc.fr

Ensia-Siarc
www.ensia-siarc.agropolis.fr

CIHEAM/IAM.M
www.iamm.fr

Inra
www.inra.fr

Inserm
www.inserm.fr

IRD
www.ird.fr

IURC
www.iurc.montp.inserm.fr

Polytech' Montpellier
www.polytech.univ-montp2.fr

Transferts LR
www.transferts-lr.org

UM I
www.univ-montp1.fr

UM II
www.univ-montp2.fr

UM III
www.univ-montp3.fr

UPVD
www.univ-perp.fr

Directeur de la publication : Gérard Matheron

Réalisation : Isabelle Amsallem, Marc Puygrenier

Coordonnateur scientifique : Marc Puygrenier

Ont participé à ce numéro :

Joël Abecassis, Guy Albagnac, Claude Andary,
Sylvie Avallone, Michel Averous, Denis Bastianelli,
Dominique Bataille, Marie-Pierre Belleville,
Véronique Bellon-Maurel, Claudine Berr,
Pierre Besançon, Fabienne Biondi, Jean-Marie Blanchard,
Jean-Marie Boisson, Brigitte Bouillut, Christian Bourdel,
Jean Bousquet, Nicolas Bricas, Catherine Bruguier,
Gérard Cabello, Bertrand Caporiccio, Jean-Louis Chanal,
Gérard Chuzel, Jacques Clot, Jean-Paul Cristol, Jean-Louis Cuq,
Jean-Pierre Daurès, Hubert de Bon, Cécile Delcourt,
Francis Delpuech, Claude Diebolt, Hélène Dorche,
Christophe Durant, François Féral, Annick Fontbonne,
Denis Garnier, Anne Gérard, Mariette Gerber, Dominique Giorgi,
François Giroux, Jean-Christophe Glaszmann, Nathalie Gontard,
Danièle Grangé, Alain Grasmick, Stéphane Guilbert,
Joseph-Pierre Guiraud, Jean-Pierre Guyot, Philippe Joudrier,
Bernard Jover, Michel Larroque, Jérôme Lazard,
Hermine Lecuret, Marie-Paule Lefranc, Gérard Lefranc,
Claude-Louis Léger, Sylvain Lehmann, Danièle Lestang,
Jean-Pierre Liautard, Robert Lifran, Guy Linden,
Valérie Lullien-Pellerin, Jacques Maillot, Bernard Maire,
Patrick Maurel, Robert menuet, Albert Mimram,
Jean-Marie Miossec, Louis Monnier, Martine Padilla,
Gérard Pourcelly, Philippe Petit Huguenin, Thanh Chi Pham,
Valérie Piazza, Michel Pina, Serge Pinatel, Jean-Louis Rastoin,
Max Reynès, Didier Richard, Sylvain Richard, Gilbert Rios,
Karen Ritchie, Jean-Max Rouanet, André Rouzière,
Denis Sautier, François Simondon, Henri Temple,
Françoise Vignon, Pierre Villeneuve.

Remerciements pour l'icôno-graphie :

Danièle Cavanna et Claire Lissalde (Photothèque INDIGO
de l'IRD), Claude Corbier (Région Languedoc-Roussillon),
Christiane Davois (Inserm),
Nathalie Villemejeanne, ainsi que les auteurs
des différentes photos présentées dans l'ouvrage.

Corrections : Marie-Claude Kohler,
Joëlle Nuguet, Claudine Soudais

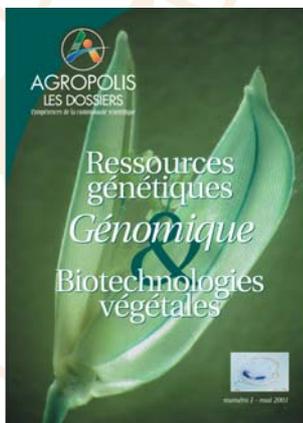
Mise en page et infographie :
Olivier Piau (Agropolis Productions)

Impression : Les Petites Affiches (Montpellier)

ISSN: 1628-4240 • Dépot légal : Septembre 2005



Dans la même collection



Mai 2001 • 24 pages
Français et Anglais

Photos couverture : © Cl. Corbier, © IRD, © Société Epigrain, © Inra



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