

## Présentation des projets financés au titre de l'édition 2008 du programme ALimentation et Industries Alimentaires (ALIA)

<b>ACRONYME et titre du projet</b>	<b>Page</b>
<b>ACV BIO</b> – Analyses de cycle de vie de filière bio et conventionnelles, et étude du bilan environnemental du panier moyen d'un consommateur de produits bio vs de produits conventionnels	3
<b>AGEcaninox</b> - Marqueurs de l'oxydation des lipides polyinsaturés : genèse dans des aliments enrichis en oméga-3, effets sur le stress oxydant in vivo et perception par les seniors	5
<b>ALIMI</b> - La culture alimentaire à l'épreuve de la migration. Conséquences pour les politiques alimentaires	7
<b>BISENS</b> - Conception raisonnée de biscuit à bénéfice satiété	9
<b>BRAISE</b> – Boulangerie Raisonnée et Efficacité Energétique	11
<b>EPIPREF</b> – Préférences et comportements alimentaires vis-à-vis du gras, du salé et du sucré	13
<b>FOOD MICROBIOMES</b> - Outils innovants pour favoriser, en toute sécurité, l'utilisation des microorganismes naturels dans l'alimentation	15
<b>GLOBULE</b> - Micro structuration de protéines globulaires par traitements thermiques directs	17
<b>HETEROS YEASTS</b> - Exploitation du phénomène d'hétérois pour l'amélioration des levures d'œnologie	19

<b>ICAPS</b> - Effet de l'activité physique à l'adolescence sur les habitudes et attitudes alimentaires à 18 ans – Suivi à 6 ans de la cohorte ICAPS	21
<b>NABAB</b> - Stratégie Non AntiBiotique Anti-Bactéries pathogènes : exploration des capacités inhibitrices des écosystèmes naturels contre les contaminations à S. aureus en contexte laitier	23
<b>NANOLIA</b> - Elaboration par homogénéisation à haute pression et caractérisation de particules submicroniques destinées à la vectorisation de molécules d'intérêt	25
<b>NOMAC</b> - Nouvelles ressources pour maîtriser le devenir digestif des nutriments des produits céréaliers	27
<b>PREDEXPITOPE</b> - Prédiction in silico d'épitopes d'allergènes alimentaires et validation expérimentale sur les allergènes du blé	29
<b>REACTIVE POWDER</b> - Contribution des facteurs "procédés" et des "propriétés de surface" des particules dans les mécanismes impliqués dans la granulation de poudres alimentaires	31
<b>SPICECLEAN</b> - Evaluation de l'efficacité microbicide et du bénéfice organoleptique de traitements athermiques innovants de décontamination appliqués à des épices et des herbes aromatiques séchées	33
<b>GLUTEN</b> - Perméabilité intestinale: un facteur clé de l'intolérance au gluten	35
<b>METALIPOX</b> - influence des corps gras chauffés sur les processus cellulaires et métaboliques modulés par le PPAR gamma chez le porc	37
<b>MINIMOUSE</b> - La souris PRM/Alf: un modèle d'étude des interrelations entre le Microbiote, les Nutriments et l'Intestin	39
<b>TASTE GPR120</b> - Génération d'un modèle animal pour l'étude de la détection orosensorielle du gras	40

**Titre du projet** **ACV BIO** - Analyses de cycle de vie de filière bio et conventionnelles, et étude du bilan environnemental du panier moyen d'un consommateur de produits bio vs de produits conventionnels

**Résumé**

Les outils d'analyse de cycle de vie visent à quantifier les impacts environnementaux des produits. Leur adaptation à l'étude du bilan environnemental des productions alimentaires n'a pas encore permis d'établir, dans le contexte français, une comparaison claire entre produits issus de culture biologique et ceux issus d'itinéraires conventionnels. Dans un contexte de fort développement du marché des produits issus de l'agriculture biologique, nous proposons d'améliorer les connaissances sur le bilan environnemental comparé des filières biologiques vs leurs alternatives conventionnelles, en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie des produits. Nous proposons surtout d'élargir cette approche portant sur les produits pris individuellement à une approche portant sur le profil global de consommation, en caractérisant le "panier moyen" de différents types de consommateurs afin d'évaluer et de comparer le bilan environnemental de la consommation alimentaire globale d'un consommateur bio vs un consommateur conventionnel.

Le premier volet du projet visera à définir un profil de consommateur bio et à caractériser son panier moyen, afin d'analyser dans quelle mesure ses habitudes de consommation sont réellement différentes de celles du consommateur moyen. Pour cela, nous utiliserons des panels de données de consommation existants et réaliserons des enquêtes de terrain auprès des consommateurs, sur différents lieux de vente (grande surface généraliste et spécialisée). Cette définition sera le point de départ d'une comparaison des impacts environnementaux associés à ce panier de consommation bio à ceux du panier d'un consommateur conventionnel. La comparaison des paniers de consommation sera réalisée en appliquant la méthodologie d'analyse de cycle de vie (ACV) à l'ensemble des produits composant chaque panier.

Cette approche permettra de mettre en évidence les impacts environnementaux de différents modes de consommations depuis la conception des produits (culture, élevage, transport, transformation, distribution) jusqu'à l'achat et l'utilisation par le consommateur.

Pour conduire cette analyse, il faut utiliser des données d'ACV propres à chaque type de produit constituant le panier moyen. C'est pour cela, qu'une partie du projet sera consacrée à la constitution d'une base de données bibliographique sur les ACV des produits alimentaires. Mais pour être en mesure d'apprécier les biais et marges d'erreur associés aux données bibliographiques disponibles (essentiellement en

provenance d'Europe du Nord), nous réaliserons l'ACV spécifique de 5 filières complètes (en dédoublant filière biologique et filière conventionnelle) dans le contexte français. Le caractère novateur de ce projet réside ainsi :

- d'une part, dans la caractérisation du panier moyen de différents profils de consommateurs surconsommant des produits issus de l'agriculture biologiques,
- d'autre part dans l'application de la méthodologie de l'ACV aux filières de l'agriculture biologique en France,
- enfin, et surtout, dans son approche globale visant à comparer les impacts environnementaux des filières alimentaires bio et conventionnelles à travers le panier moyen des consommateurs, sur leur cycle de vie complet.

**Partenaires**

Bio Intelligence Service (BIO IS) (partenaire coordinateur)  
Synabio  
Casino  
INRA UR 1303 : ALimentation Sciences Sociales (ALISS)  
Triballat  
Biocoop  
La Vie Claire  
Pro Natura

**Coordinateur**

M. Eric Labouze – Bio Intelligence Service  
[eric.labouze@biois.com](mailto:eric.labouze@biois.com)

**Aide de l'ANR**

346 729 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 - 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-01

**Résumé**

Les recommandations en matière d'apport lipidique alimentaire portent notamment sur l'intérêt, pour des raisons de santé publique, d'augmenter les apports en acides gras polyinsaturés de la série n-3 (AGPI oméga-3) dans l'alimentation. Ces apports doivent comprendre, en particulier pour les populations fragilisées comme les seniors, non seulement de l'acide alpha-linolénique (C18:3 n-3), indispensable, mais aussi des acides gras essentiels à longue chaîne, notamment de l'EPA (C20:5 n-3) et du DHA (C22:6 n-3). Le consommateur se voit ainsi offrir de plus en plus d'aliments formulés 'enrichis en oméga-3'. Or, ces acides gras sont des molécules très réactives dont l'oxydation donne naissance à une multitude de produits de structures, réactivité chimique et activités biologiques variées. A l'heure actuelle les quantités de produits issus de l'oxydation des lipides consommés avec les aliments sont inconnues de même que les effets biologiques de leur ingestion. Pourtant, les travaux allant dans le sens d'effets délétères possibles des produits d'oxydation présents dans l'aliment ou formés pendant les premières phases de la digestion se multiplient. L'une des raisons du manque de données réside dans l'absence de méthodes fiables permettant de quantifier les produits d'oxydation des lipides dans les aliments.

Nos objectifs sont ainsi de suivre, grâce notamment au développement de méthodes adaptées du domaine biologique, certains marqueurs de l'oxydation des AGPI depuis les matières premières jusqu'à la consommation d'un aliment en s'intéressant à leur devenir et leurs effets métaboliques in vivo et en s'assurant de l'acceptabilité sensorielle des aliments formulés. La démarche consiste à (i) développer des vecteurs d'acides gras oméga-3 dont le potentiel à s'oxyder sera maîtrisé ; (ii) mettre au point de nouvelles méthodes permettant de quantifier, dans les matières premières lipidiques, les vecteurs et les aliments, des marqueurs spécifiques de l'oxydation des lipides ; (iii) mesurer l'absorption in vitro de ces marqueurs, et, chez l'animal, les effets sur le stress oxydant, de leur présence dans les aliments en quantités modérées, (iv) évaluer, dans des conditions réelles de préparation et de consommation, l'acceptabilité sensorielle par des sujets âgés d'un aliment contenant des quantités modérées de ces marqueurs d'oxydation. Il s'agit enfin (v) de connaître l'attitude du consommateur âgé autonome devant le concept d'aliment enrichi en oméga-3.

Le consortium s'appliquera à démontrer l'applicabilité des résultats obtenus en conditions industrielles ou de restauration collective et à formuler des recommandations d'utilisation des vecteurs pour les professionnels. De même, les nouvelles méthodes d'analyse quantitative des produits d'oxydation seront validées sur des produits alimentaires réels et diffusées auprès des professionnels.

Ce projet rassemble 3 laboratoires publics, un laboratoire privé et une PME et une agence de marketing dont les compétences complémentaires vont de la technologie des huiles au métabolisme

lipidique et à la sociologie du consommateur en passant par la physicochimie et la chimie des lipides alimentaires, la modélisation en dynamique moléculaire, l'analyse sensorielle et l'art culinaire.

**Partenaires**

INRA UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (BIA) (Partenaire coordinateur)  
INRA UMR 1235 Régulations Métaboliques, Nutrition et Diabète (RMND)  
Laboratoires de Sciences et Génie Alimentaire (LSGA)  
Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse (IPBR)  
Polaris

**Coordinateur**

Mme Claude Genot – INRA BIA  
[claude.genot@nantes.inra.fr](mailto:claude.genot@nantes.inra.fr)

**Aide de l'ANR**

548 646 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 - 48 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-02

**Résumé**

La connaissance de l'alimentation des migrants en France est encore très limitée. Pourtant elle constitue un enjeu important pour une meilleure compréhension mutuelle des populations, pour l'économie agroalimentaire et pour les politiques de santé publique et d'action sociale. Les objectifs de cette recherche sont de caractériser les styles alimentaires (systèmes de pratiques, d'attitudes, de normes et de représentations) et d'évaluer le bien-être alimentaire des Marocains et des Maliens, en France et dans leurs pays d'origine. Ces groupes sont largement représentés dans la population migrante vivant en France. Ils commencent à être étudiés, dans leurs pays d'origine, par deux des partenaires du projet, ce qui a contribué au choix de ces deux pays. Ils vivent des mutations rapides dans leurs modes de vie et d'alimentation, tant en France que dans leurs pays d'origine. Dans les deux cas, leurs conditions de vie sont souvent précaires, ce qui les rend particulièrement vulnérables à certains risques de santé (carences, obésité et pathologies).

Au-delà des migrants, cette recherche vise à comprendre les mécanismes de recomposition, d'agencement, de métissage, voire d'abandon des normes dans un environnement caractérisé par leur multiplicité. Il s'agit également d'évaluer les effets d'une individualisation croissante des choix et des pratiques alimentaires, à l'œuvre au niveau global. Même si ces processus sont particulièrement visibles chez les migrants, ils sont aussi révélateurs des dynamiques alimentaires de la société française dans son ensemble. La complémentarité des approches qualitative (entretiens individuels, « focus group », observation in vivo) et quantitative (enquêtes par questionnaire auprès de 3000 individus au total en milieu rural et urbain au Maroc, au Mali et en France) permettra de couvrir une diversité de situations et autorisera des comparaisons à valeur de représentativité statistique. La démarche comparatiste entre pays d'origine et de résidence est en outre très peu courante en sciences sociales appliquées à l'alimentation.

Le regard pluridisciplinaire de l'équipe, composée de sociologues, d'économistes et de nutritionnistes, spécialistes des pays du Nord et du Sud, renforcera la robustesse scientifique de la recherche. Les apports scientifiques sont doubles.

D'une part, cette recherche viendra enrichir un corpus scientifique non constitué sur les liens entre alimentation et migration. D'autre part, le projet ambitionne de développer un questionnaire sur les représentations, les pratiques alimentaire et les indicateurs du bien-être alimentaire, intégrant à la fois des caractéristiques objectives (comme les indicateurs anthropométriques), mais aussi des indicateurs plus subjectifs, renvoyant aux affects associés aux expériences vécues en lien avec l'alimentation. Les résultats obtenus contribueront à la définition des politiques d'alimentation (attentes et besoins spécifiques en termes de produits, de qualité de l'offre, demande pour les aliments ou plats ethniques,...), de santé publique et de nutrition (éducation, communication) et d'action sociale (dialogue, intégration,..). Les enquêtes menées au Maroc et au Mali fourniront également des informations novatrices sur la sécurité alimentaire et ses déterminants,

utiles à la fois pour les pouvoirs publics de ces pays et pour les institutions de coopération internationale et d'aide au développement.

**Partenaires**

Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales UMR 8177 Centre Edgar Morin: Institut Interdisciplinaire d'Anthropologie du Contemporain (IIAC) (Partenaire coordinateur)  
CIRAD UMR 99 Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs (MOISA)  
IRD UR 106 Nutrition, ALimentation, Sociétés (NALIS)  
CNRS UMR 5044 Centre d'Etude et de Recherche Travail, Organisation, Pouvoir (CERTOP)

**Coordinateur**

M. Claude Fischler – IIAC  
[Claude.Fischler@ehess.fr](mailto:Claude.Fischler@ehess.fr)

**Aide de l'ANR**

438 697 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 - 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-03



**Résumé**

Le projet concerne le processus de conception raisonnée de biscuits fonctionnels devant répondre à un cahier des charges complexe et multi-critères : profil nutritionnel amélioré, comportement technologique et propriétés organoleptiques "acceptables" et bénéfice satiété validé. La satiété, ou retour retardé de la sensation de faim, est elle-même influencée par des facteurs physiologiques (liés notamment à la formulation du produit, son procédé d'obtention et à son évolution au cours de la digestion) et des facteurs psychologiques (plaisir, appréciation, etc...). Dans ce contexte, il est proposé de développer une approche multidisciplinaire et intégrative afin de déterminer, à l'aide de protocoles séparés mais complémentaires et menés sur un même prototype alimentaire, l'impact des facteurs physiologiques et psychologiques sur les sensations de faim et la prise alimentaire.

Pour répondre à cet objectif, le projet combine les expertises de plusieurs équipes académiques (développement technologique de biscuits, caractérisation physico-chimique, évaluation sensorielle, évaluation de la satiété et assemblage des connaissances) avec celle d'un partenaire industriel, spécialisé dans la production de biscuits et produits céréaliers. Pour les besoins de l'étude, des biscuits secs ayant un profil nutritionnel amélioré (faible teneur en sucres et en matières grasses, bonne qualité d'acides gras, teneur élevée en céréales complètes) seront réalisés. Ces biscuits seront de plus enrichis en fibres et en protéines, ingrédients connus pour leur caractère satiant. Le choix de biscuits nutritionnels comme produits support de l'étude est justifié par le fait qu'il s'agit de produits ayant une bonne densité nutritionnelle mais riches en énergie, pour lesquels il est légitime de chercher à améliorer l'effet satiant.

Le développement de tels prototypes nécessitera une mise au point en jouant sur la composition du produit et sur le procédé de fabrication afin d'optimiser les propriétés organoleptiques des biscuits. L'étude intégrative des facteurs physico-chimique, nutritionnel, sensoriel, hédonique, psychologique et physiologique, qui pourraient influencer la satiété, apportera de l'information permettant de proposer des recommandations pour un nouvel itinéraire et une logique de conception raisonnée d'aliments. Un livre de connaissance rassemblera les différents facteurs de la satiété mais également le détail des implications technologiques de l'amélioration du profil nutritionnel et de l'enrichissement en fibres et/ou en protéines du biscuit. L'ensemble de ces données viendra enrichir le corpus de connaissances nutritionnelles à la disposition des industries voulant développer des produits à bénéfice satiété et pourra éclairer les politiques nutritionnelles publiques, en particulier la régulation des allégations satiété.

Le développement de tels prototypes nécessitera une mise au point en jouant sur la composition du produit et sur le procédé de fabrication afin d'optimiser les propriétés organoleptiques des biscuits. L'étude intégrative des facteurs physico-chimique, nutritionnel, sensoriel, hédonique, psychologique et physiologique, qui pourraient influencer la satiété, apportera de l'information permettant de proposer des recommandations pour un nouvel itinéraire et une logique de conception raisonnée d'aliments. Un livre de connaissance

rassemblera les différents facteurs de la satiété mais également le détail des implications technologiques de l'amélioration du profil nutritionnel et de l'enrichissement en fibres et/ou en protéines du biscuit. L'ensemble de ces données viendront enrichir le corpus de connaissances nutritionnelles à la disposition des industries voulant développer des produits à bénéfice satiété et pourront éclairer les politiques nutritionnelles publiques, en particulier la régulation des allégations satiété.

**Partenaires**

AgroParisTech UMR 1145 Genie Industriel Alimentaire (Partenaire coordinateur)  
INRA UMR 927 Sciences du Bois et des Biopolymères (US2B)  
INRA UMR 914 Physiologie de la Nutrition et du Comportement Alimentaire  
LU France Kraft Biscuit Europe

**Coordinateur**

Mme Camille Michon – AgroParisTech  
[Camille.Michon@agroparistech.fr](mailto:Camille.Michon@agroparistech.fr)

**Aide de l'ANR**

499 063 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 - 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-04

**Résumé**

Le projet BRAISE (Boulangerie Raisonnée et Efficacité Energétique) vise au développement d'approches multi-énergies pour la cuisson du pain et aussi à la mise en place d'outils fiables d'évaluation de leur efficacité énergétique.

Aujourd'hui, la cuisson du pain est une étape extrêmement énergivore puisqu'elle consomme environ 5MJ par kg de pain. Ramenée à la consommation française de pain et surtout au grand nombre d'artisans boulangers (30 000) en France, il s'agit alors de 300 000 tonnes-équivalent-pétrole qui sont consommées chaque année. Bien que très peu de chiffres récents soient aujourd'hui disponibles sur ce point, les scientifiques et industriels du secteur estiment que seulement 25% de l'énergie consommée est réellement utilisée pour la cuisson, les 75% restants étant dissipés dans les fumées, les buées, à travers les parois et aussi perdus en raison de l'inertie des fours.

Quatre leviers d'action ont été identifiés et ce projet vise à agir sur ceux-ci :

- le temps de cuisson,
- l'amélioration des échanges en surface pour diminuer l'écart entre température du four et température du produit,
- l'inertie du four à travers le temps de préchauffage,
- un contrôle optimal du procédé.

Pour agir sur ces quatre leviers, différentes sources d'énergie seront associées et leurs interactions avec le produit lors de la cuisson seront étudiées, afin de vérifier que le produit répond à un cahier des charges qualité établi au départ.

Les sources d'énergie comme les micro-ondes, les infrarouges, les jets impactant seront privilégiés, ainsi que l'électro-convection, une approche émergente permettant d'intensifier les échanges convectifs grâce à un vent ionique créé par un champ électrostatique intense.

Aussi, étant donné que le projet se tournera spécifiquement vers les fours à sole, des approches visant à réduire l'inertie de la sole et à en accroître la contrôlabilité seront étudiées.

Une attention toute particulière sera apportée au contrôle de ces procédés multi-énergie, notamment en appuyant les lois de commande sur des approches multi-critères permettant de tenir compte de contraintes énergétiques, exergétiques, économiques et de qualité produit.

Du point de vue du produit, l'objectif est également de mieux comprendre les liens entre cinétiques de cuisson et évolution des propriétés physico-chimiques du pain, mais aussi d'établir un lien entre cinétiques de cuisson et qualité finale du produit.

En fin de parcours, ce projet vise au développement d'un prototype industriel multi-énergie.

**Partenaires**

ENITIAA UMR 6144 Laboratoire de Génie des Procédés, Environnement, Agroalimentaire (GEPEA) (Partenaire coordinateur)

CNRS UMR 6607 Laboratoire de Thermocinétique de Nantes (LTN)

Université de Bretagne Sud Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux (UBS-LIMATB)

INRA UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages

CNRS UMR 5216 Grenoble Image Parole Signal Automatique (GIPSA)

EDF R&D  
Institut National de la Boulangerie Pâtisserie (INBP)  
Bongard SAS

**Coordinateur**

M. Lionel Boillereaux- GEPEA  
[Lionel.boillereaux@enitiia-nantes.fr](mailto:Lionel.boillereaux@enitiia-nantes.fr)

**Aide de l'ANR**

545 681 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 - 48 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-05

**Résumé**

Une surconsommation d'aliments gras, salés ou sucrés est nuisible à la santé. L'offre alimentaire et les rythmes de vie exposent de plus en plus l'enfant et l'adulte à de telles surconsommations. Même si elles sont entendues du public, les recommandations nutritionnelles visant à éviter ces comportements à risque sont peu suivies. En effet, les aliments gras, salés ou sucrés portent en eux une valeur hédonique souvent forte qui entre en conflit avec la raison de la nutrition. L'épidémiologie possède des méthodes fondées sur des questionnaires pour repérer de telles surconsommations. Par contre, il n'existe pas d'outil pour mesurer l'attraction hédonique intrinsèque que peut avoir un individu vis à vis de la sensation gustative de gras, de salé ou de sucré. Or, un tel outil serait fort utile dans un grand nombre de recherches sur les comportements alimentaires, visant soit à comparer des groupes spécifiques de sujets, soit à caractériser l'évolution des préférences d'une population.

Le projet propose la mise au point d'un outil d'analyse sensorielle permettant le phénotypage des individus vis à vis de l'hédonicité du gras, du salé et du sucré. L'outil consistera en une batterie de tests hédoniques constitués chacun d'une gamme (ou modèle) de produits décrivant un gradient de gras, de sel, ou de sucre, ou encore un croisement de deux gradients (gras et sel, ou gras et sucre). En combinant un nombre suffisant de gammes décrivant la variété des différentes occurrences du gras-sel-sucre dans l'alimentation, l'outil devrait permettre de délimiter la diversité des préférences des consommateurs et de calculer pour chaque sujet 3 scores synthétiques d'« hédonicité » pour le gras, le sel et le sucre indépendants du choix des modèles effectués. La mise au point de cet outil nécessitera de tester un grand nombre de modèles pour n'en sélectionner qu'un plus petit nombre représentatif de l'ensemble. Au final, la batterie de tests ainsi créée devra pouvoir être administrée à tout sujet en 4 à 6 séances d'analyse sensorielle seulement.

En parallèle, un questionnaire de mesure des préférences auto-déclarées vis-à-vis du gras-salé-sucré sera développé et validé selon une approche plus épidémiologique. L'intérêt de cet outil est qu'il pourra être administré à plusieurs milliers de sujets, dont certains issus de l'étude SUVIMAX pour lesquels un historique sur plusieurs années de leur alimentation et état de santé est disponible. Ce questionnaire permettra de proposer des populations aux préférences spécifiques à la batterie de tests sensoriels de phénotypage des préférences. Ainsi, on pourra comparer les résultats des deux outils, sensoriel et épidémiologique, afin que chacun puisse participer à la validation de l'autre. D'autre part, des questionnaires de comportement alimentaire et un suivi des consommations des sujets seront également mis en place, selon les méthodes éprouvées lors de l'étude SUVIMAX, afin de rapprocher préférences et comportements alimentaires. Le questionnaire de préférence sera administré à 6 000 sujets, dont environ 500 passeront la batterie de tests sensoriels.

Un "classificateur sensoriel" des aliments sera également développé. Cet outil vise à transformer un relevé de consommation alimentaire en un profil d'exposition du sujet aux sensations de gras, de salé et de sucré. Pour finir, des prélèvements de salive seront effectués sur les

sujets de l'étude, afin de mettre en évidence la relation entre la composition salivaire des individus et leur perception et préférence vis-à-vis du gras/salé/sucré. Dans ce projet, l'expertise en analyse sensorielle, sociologie et physiologie sera apportée par la plateforme sensorielle de l'INRA de Dijon, celle en épidémiologie et nutrition par le CRNH de Bobigny et enfin la possibilité de déployer les tests d'analyse sensoriel partout en France par les centres ACTIA associés à l'INRA au sein du Réseau Mixte de Technologie en analyse sensorielle. Le CEDUS soutient ce projet en y apportant une aide financière et son expertise dans le domaine du sucre lors de la mise au point des modèles.

**Partenaires**

INRA UMR 1214 Sciences du Goût (CESG) (Partenaire coordinateur)  
INRA UMR 1129 Flaveur, Vision et Comportement du consommateur (FLAVIC)  
Université Paris 13 UMR U557  
Actilait Maisons du goût  
Centre d'Etudes et de Documentation du Sucre (CEDUS)

**Coordinateur**

M. Pascal Schlich- CESG  
[schlich@cesg.cnrs.fr](mailto:schlich@cesg.cnrs.fr)

**Aide de l'ANR**

549 712 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-06

**Résumé**

Les produits fermentés, comme les fromages, sont produits par l'action de flores complexes dont une partie est inoculée par les producteurs. Cependant, pour beaucoup de fromages, une grande proportion de la flore présente dans les produits finis provient de microorganismes de l'environnement fermier ou du site de production. En Europe, l'EFSA conduit une consultation pour promouvoir un cadre législatif, nommé "Qualified Presumption of Safety" (QPS) pour l'utilisation des microorganismes définis inoculés par les producteurs. L'EFSA a publié une opinion et une liste préliminaire d'espèces bactériennes et de levures pour lesquelles un statut QPS serait recevable. Cependant, aucun champignon filamenteux n'a été jugé admissible du fait du manque de connaissances permettant leur traçabilité ou concernant leur innocuité. Les microorganismes peu étudiés, car entrant dans la fabrication de produits locaux ou à faible volume de production, sont dans la même situation. Cependant, ils sont parfois nécessaires à l'élaboration de ces produits.

L'évolution des procédés dans leur filière pourrait nécessiter l'inoculation de nouveaux microorganismes dans le futur. Cette utilisation les poussera probablement dans le champ de la future réglementation. Lors d'études prospectives sur l'impact qu'une réglementation basée sur le principe QPS aurait sur la filière du lait, le groupe RESOMIL a soulevé les problèmes possibles qui seront conséquents au manque de connaissance sur plusieurs groupes de microorganismes largement utilisés. En particulier, le manque de connaissance concernant leur identité exacte, leur histoire d'utilisation et leur métabolisme ne permettront pas de leur attribuer un statut «QPS». De plus, la possibilité de développer de nouveaux produits à petite ou moyenne échelle avec ces microorganismes pourrait être considérablement bridée par une réglementation très restrictive.

Plus généralement, il a été trouvé que, pour de nombreux microorganismes inoculés ou se développant « spontanément » dans les procédés, l'état des connaissances n'est pas à un niveau satisfaisant au regard des principes de qualité et de sécurité que les producteurs veulent assurer aux consommateurs. Afin d'assurer le développement et l'exploitation en toute sécurité du fort potentiel d'innovation que présente la grande variété de microorganismes existant dans l'alimentation, il est nécessaire d'établir et de consolider un « corpus de connaissance » sur les écosystèmes alimentaires, en particulier pour les microorganismes encore peu, voire pas étudiés.

Dans ce projet, nous allons :

(i) développer une approche innovante basée sur les nouvelles capacités de séquençages à très haut débit pour construire une base de données des signatures nucléiques du « microbiome » de 40 fromages du patrimoine français et européen. Elle constituera une référence pour l'étude des écosystèmes fromagers.

(ii) Développer des outils qui faciliteront l'évaluation de l'innocuité des microorganismes quelle que soit la réglementation.

**Partenaires**

INRA UR 0895 Génétique Microbienne (INRA – GM) (Partenaire

coordinateur)  
Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)  
Université de Brest EA 3882 Laboratoire de Biodiversité et Ecologie  
Microbienne (UBO)  
INRA UMR 1238 Microbiologie et Génétique Moléculaire (INRA - CIRM)  
Lactalis R&D  
Syndicat des Producteurs de Présure et Auxiliaires pour l'Industrie Laitière  
(SPPAIL)  
Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL)  
Bretagne Biotechnologie Alimentaire (BBA)  
MIKONOV

**Coordinateur** M. Pierre Renault – INRA – GM  
[pierre.renault@jouy.inra.fr](mailto:pierre.renault@jouy.inra.fr)

**Aide de l'ANR** 549 669 euros

**Début et durée** Janvier 2009 – 36 mois

**Référence** ANR-08-ALIA-07



**Résumé**

La valorisation des sous produits issus des technologies de production des fromages a toujours été une préoccupation pour les industriels agroalimentaires fromagers. Depuis deux ans la forte augmentation du prix des matières premières et de l'énergie a exacerbé ces besoins et a placé la valorisation des sous produits dans les priorités pour maintenir une rentabilité globale et garantir une activité économique satisfaisante pour l'industrie laitière.

La transformation des protéines sériques quelles soient d'origine de sérum de fromagerie, de sérum acide de caséinerie ou de microfiltration du lait est une des plus importantes transformation des sous produits de l'industrie laitière.

Historiquement ces protéines de sérum étaient utilisées pour la nourriture animale mais les propriétés fonctionnelles des protéines sériques, en particulier de la  $\beta$  lactoglobuline en font un ingrédient de choix pour de nombreux produits formulés de l'industrie agro alimentaire.

Les protéines sériques ont été largement étudiées et le catalogue des ingrédients produits est important et couvre un grand nombre d'applications. Cependant la connaissance des applications de ces produits repose plus sur une démarche expérimentale et une acquisition de savoir faire sur des essais basés sur échec réussite.

Il n'y a pas réellement d'ingénierie des fonctionnalités des protéines sériques.

Il y a une forte potentialité d'applications dans la « gélification » ou la structuration des protéines sériques obtenue par concentration, isolation, traitements thermiques ...

Les produits réalisés sont faiblement reproductibles, et l'origine de ces instabilités est difficile à identifier.

Cela est dû au fait que même si les propriétés intrinsèques des protéines sériques sont bien connues, les études ont été réalisées sur les protéines purifiées, (obtenues par chromatographie échangeuse d'ions) dans un environnement ionique contrôlé, ces travaux réalisés dans des laboratoires de biochimie sont très éloignés des conditions d'exploitation industrielle.

Il y a un manque de connaissances fondamentales sur le processus de structuration des protéines sériques dans des conditions d'utilisation industrielles.

L'objectif de ce projet est de maîtriser le procédé de transformation des protéines sériques en prenant en compte à la fois la dénaturation des protéines sériques avec un objectif d'orientation de leurs fonctionnalités au travers du contrôle des conditions physicochimiques du process mais aussi le process de traitement thermique (cinétiques de chauffage et de refroidissement, cisaillement.....)

pour maximiser la concentration des protéines pendant le traitement (économie d'énergie pendant le traitement thermique et le transport sur les lieux d'utilisation), et réduire l'encrassement (augmentation de la productivité et réduction des consommations en énergie des produits de nettoyage, réduction des effluents).

Des équipements classiques existent pour réaliser la préparation des protéines sériques mais ne répondent pas à nos attentes en termes de rentabilité et d'impact environnemental.

Le procédé classique optimisé servira de référence pour positionner de nouveaux procédés de traitements thermiques de protéines sériques basés sur des équipements de chauffage et refroidissement directs.

**Partenaires**

SOREDAB SAS (Partenaire coordinateur)  
AgroParisTech UMR 1145 Génie Industriel Alimentaire (GENIAL)  
INRA UR 638 Génie des Procédés et Technologie Alimentaires  
GEA process Engineering France

**Coordinateur**

M. Didier Beudon – SOREDAB SAS  
[didier.beudon@soredab.org](mailto:didier.beudon@soredab.org)

**Aide de l'ANR**

543 481 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-08

**Résumé**

La sélection de souches starters de levure représente un enjeu économique stratégique important pour l'industrie française du vin. Etant donné les réticences publiques vis-à-vis des organismes génétiquement modifiés, la sélection génétique fondée sur les méthodes développées pour la sélection animale et végétale représente une voie très prometteuse, facilitée par les multiples ressources génétiques, moléculaires et génomiques disponibles chez *Saccharomyces cerevisiae* et les espèces proches. En sélection génétique, le phénomène d'hétérosis, ou vigueur hybride, est classiquement exploité, mais n'a jamais été utilisé pour améliorer des micro-organismes industriels.

Le but de ce projet est de combiner différentes approches biologiques, génomiques et statistiques pour :

- Analyser soigneusement l'hétérosis intra et inter spécifique sur deux espèces de levure (*S. cerevisiae* et *S. uvarum*) à partir d'un dispositif diallèle (12 souches parentales homozygotes et 66 hybrides), pour des critères de sélection pertinents pour les souches starter (profil aromatique et autres métabolites), et pour des caractères qui pourraient être liés à des cibles de la sélection (flux de CO<sub>2</sub>, concentrations d'enzymes/protéines, taille des cellule, taille des populations, génotype mitochondrial et nucléaire).
- Utiliser de nouveaux types de marqueurs nucléaires, une nouvelle technique de protéomique quantitative et des méthodes originales d'analyse de données pour construire des prédicteurs d'hétérosis à partir des données parentales.
- A long terme fournir des souches hybrides de levure ayant de hautes performances œnologiques.

Le programme consiste en 6 tâches : (1) construire et caractériser sur le plan génétique le matériel biologique (2) réaliser les fermentations des 78 souches homozygotes et hétérozygotes à 2 températures, et avec 3 répétitions (au total 468 échantillons) (3) Mettre au point une technique de protéomique basée sur la spectrométrie de masse et analyser environ 500 protéines (4) caractériser le vin synthétique et la population de levure à la fin de la fermentation (5) analyser les données avec outils statistiques récents (6) enfin exploiter les résultats pour la sélection génétique.

Ce projet représente la première étude extensive intra et inter spécifique chez la levure et devrait fournir des souches améliorées pour l'œnologie. Les méthodes techniques et statistiques pour atteindre ce but sont innovantes et devraient déboucher sur des outils et des concepts utiles non seulement pour la communauté levure, mais au-delà pour la communauté biologique. En particulier, nous espérons maîtriser une nouvelle méthode de protéomique quantitative pour quantifier à haut débit des centaines de protéines, et développer des prédicteurs multivariés de l'hétérosis. Ceci pourrait fortement accélérer les programmes de sélection de levure et ouvrir de nouvelles voies pour l'analyse génétique des caractères complexes. En plus des publications académiques, tout résultat d'intérêt industriel pourra être breveté.

**Partenaires**

INRA UMR 0320 Génétique Végétale (Partenaire coordinateur)  
Université de Bordeaux II UMR 1219 OENOLOGY  
SARCO Company  
INRA UR 0341 Unité de Mathématiques et d'Informatique Appliquées  
(MIA/INRA)

**Coordinateur**

M. Dominique de Vienne – INRA  
[devienne@moulon.inra.fr](mailto:devienne@moulon.inra.fr)

**Aide de l'ANR**

476 555 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 48 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-09

**Titre du projet****ICAPS - Effet de l'activité physique à l'adolescence sur les habitudes et attitudes alimentaires à 18 ans – Suivi à 6 ans de la cohorte ICAPS****Résumé**

S'inscrivant dans le contexte de la stratégie nationale de prévention de l'obésité infantile (PNNS 1 et 2), les résultats à 4 ans de l'étude ICAPS (Intervention auprès de Collégiens centrée sur l'Activité Physique et la Sédentarité) ont démontré l'efficacité d'un programme socio écologique de promotion de l'activité physique sur la prévention de l'excès de poids chez l'adolescent. Etant données les relations entre la pratique d'une activité physique et l'adoption d'autres comportements de santé, en particulier l'alimentation, il est possible que le programme ait eu des répercussions positives sur l'alimentation habituelle. De plus, bien qu'il soit généralement admis que les habitudes de vie se mettent en place tôt, jusqu'à présent aucune étude n'a prouvé l'efficacité à long terme de stratégies de prévention.

La présente étude se propose 1) d'étudier l'efficacité à long terme de ce programme original et d'évaluer ses répercussions indirectes sur d'autres comportements reliés à la santé, en particulier la consommation alimentaire, 2) d'étudier en détail l'alimentation habituelle des jeunes adultes qui est peu connue, 3) de comprendre l'attitude et le comportement de jeunes adultes vis-à-vis des choix alimentaires et leurs attentes vis-à-vis de l'offre alimentaire et 4) d'évaluer si le programme de promotion de l'activité physique dont ils ont bénéficié à l'adolescence a eu un impact sur ces attitudes. Pour cela, un suivi des adolescents de la cohorte, alors âgés de 18 ans, sera réalisé plus de 2 ans après la fin de l'intervention et, en parallèle à l'évaluation à long-terme des effets sur l'IMC, l'activité physique et différents facteurs de risque cardiovasculaire (financée par ailleurs), l'alimentation habituelle des sujets sera étudiée par questionnaire de fréquence et rappel des 24-h. Des groupes de discussions seront tenus pour comprendre leurs choix alimentaires.

Les données obtenues dans cette étude de suivi sont essentielles pour la définition de politiques de santé publique et le développement de programmes de prévention adaptés aux adolescents français. L'étude permettra également de recueillir des données originales sur l'alimentation habituelle des jeunes adultes et les déterminants de leurs choix alimentaires. Enfin, les données obtenues serviront également à l'industrie agro-alimentaire pour développer une offre alimentaire correspondant aux attentes des jeunes adultes.

**Partenaires**

Centre de Recherche en Nutrition Humaine (CRNH) Rhône Alpes (Partenaire coordinateur)  
Inspection Académique Bas-Rhin - Mission de Promotion de la Santé en faveur des Elèves  
INSERM UMR 870 Régulations métaboliques, Nutrition et Diabètes  
Institut de Recherches Interdisciplinaires sur les Sciences et la Technologie

**Coordinateur**

Mme Chantal Simon – CRNH- RhôneAlpes  
[chantal.simon@recherche.univ-lyon1.fr](mailto:chantal.simon@recherche.univ-lyon1.fr)

**Aide de l'ANR**

236 706 euros

**Début et durée** Janvier 2009 – 36 mois

**Référence** ANR-08-ALIA-10

## Résumé

Contexte économique.

La bactérie pathogène *Staphylococcus aureus* constitue un problème majeur pour la filière laitière, de la ferme (mammites) à l'assiette (lait et produits laitiers sont la principale source de TIAC staphylococciques en France). *S. aureus* provoque ainsi de lourdes pertes économiques pour la filière. Ces problèmes persistants ont une résonance particulière dans le contexte actuel : augmentation des coûts de production et, pour les producteurs de lait cru, demande sociétale en terme de sécurité alimentaire, durcissement des réglementations sanitaires et difficultés à l'export.

Contexte scientifique.

Dans le contexte de la filière laitière, *S. aureus* est le plus souvent en interactions avec d'autres bactéries (écosystème de la peau, bactéries lactiques -BL) et, hormis pour le traitement des mammites, l'usage d'antibiotiques y est exclu. Il est donc nécessaire de trouver des alternatives aux antibiotiques tenant compte de ces spécificités.

A ce titre, les interactions entre *S. aureus* et microbiotes positifs tels que les BL ou les staphylocoques à coagulase négative (SCN) non pathogènes ouvrent des perspectives intéressantes. Ces microbiotes sont des inhibiteurs naturels de bactéries pathogènes mais les mécanismes impliqués sont encore mal connus. Très peu de données sont disponibles sur les mécanismes d'interactions inter-espèces. Elles sont inexistantes si on se place dans les conditions de croissance rencontrées par *S. aureus* en environnement laitier : biofilm (machine à traire, mammites persistantes, surfaces d'atelier) ou colonies (matrice fromagère).

Objectifs.

Le projet NABAB porte sur les interactions entre *S. aureus* et les microbiotes positifs en biofilm et en colonie, deux consortiums microbiens représentatifs de la filière en termes de santé animale et sécurité alimentaire.

Les approches envisagées permettront d'élucider les mécanismes impliqués dans l'inhibition à deux niveaux (croissance et expression de la virulence), dans ces deux contextes (colonie et biofilm). Ce projet vise à identifier les cibles staphylococciques et les effecteurs de l'inhibition produits par les microbiotes positifs. Deux espèces modèles seront particulièrement étudiées : *Lactococcus lactis* et *Staphylococcus xylosus*. Le criblage d'une banque de souches de BL et SCN sera mené en co-culture avec *S. aureus* sur des critères tels que l'impact sur la formation de biofilm et l'expression de la virulence. Ces études combineront des approches post-génomiques et biochimiques : profils d'expression génique de *S. aureus*, suivi de consortiums microbiens à l'échelle du biofilm et de la colonie (microscopie confocale), identification des effecteurs et de leurs déterminants géniques. Ces résultats permettront ensuite de suivre les interactions en écosystèmes complexes.

Les interactions seront ainsi validées pour certaines souches en conditions de fabrications fromagères. Les effecteurs seront testés sur

*S. aureus* en interaction avec des cultures cellulaires mimant le contexte mammité.

Accroître nos connaissances fondamentales sur ces mécanismes d'interaction permettra la sélection de souches naturellement inhibitrices, l'utilisation biotechnologique des composés inhibiteurs et le développement de nouvelles stratégies préventives ou curatives respectueuses de l'équilibre des écosystèmes microbiens en place.

L'implication de partenaires publics et privés et de représentants de l'industrie laitière assure une synergie de compétences et renforce la volonté commune d'application des résultats obtenus.

**Partenaires**

INRA UMR 1253 Science et Technologie du Lait et de l'Œuf (STLO)  
(Partenaire coordinateur)

INRA UR 454 Unité Microbiologie (MIC)

CNRS UMR 6250 Littoral Environnement et Sociétés (LIENSs)

INRA ER888 Bactéries Lactiques et Pathogènes Opportunistes (UBLO)

Institut Pasteur Unité de Biologie des Bactéries Pathogènes à Gram Positif

INRA UR 545 Unité de Recherches Fromagères (URF)

INRA UMR 792 Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés (LISBP)

Mutabilis

BioFilm Control SAS

Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL)

**Coordinateur**

M. Yves Le Loir – STLO

[Yves.LeLoir@rennes.inra.fr](mailto:Yves.LeLoir@rennes.inra.fr)

**Aide de l'ANR**

549 688 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 48 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-11



**Titre du projet****NANOLIA - Elaboration par homogénéisation à haute pression et caractérisation de particules submicroniques destinées à la vectorisation de molécules d'intérêt****Résumé**

L'objectif du projet est de préparer par homogénéisation à haute pression (ultra-high pressure homogenisation, UHPH) puis de caractériser des nano-particules à finalité alimentaire, et capables d'immobiliser des molécules d'intérêt. Ces particules submicroniques pourront acquérir une fonctionnalité particulière et/ou participer, en tant qu'éléments de base à la structuration de matrices alimentaires (approche « bottom up »). Ces particules seront préparées à partir d'ingrédients alimentaires et pourront être des agrégats de protéines, des néo-micelles issues du lait ou des gouttelettes d'huile émulsifiées. Elles seront élaborées à l'aide d'un nouveau procédé physique, l'homogénéisation à très haute pression. Ce procédé repose sur les effets dynamiques de la pression (chute de pression, forces élongationnelles de cisaillement, cavitation, turbulences, impacts). Il est en effet possible de produire des émulsions dans le domaine de taille nanométrique, d'induire un dépliement des protéines suivi d'une agrégation contrôlée ou encore de modifier la structure des micelles de caséines, comme le suggère des études très récentes.

De plus, il s'agit d'un procédé innovant et propre vis à vis de l'environnement. Des composés hydrophobes pourront être liés aux nano-agrégats protéiques ou aux micelles du lait, ou encore incorporés à la phase huileuse d'émulsions. Ainsi les nanoparticules pourront acquérir une fonctionnalité biologique spécifique visant à délivrer des nutriments lipophiles plus efficacement. Les caractéristiques physico-chimiques de ces particules, leur stabilité à l'entreposage seront évaluées, de même que leurs propriétés de transport à travers des lits cellulaires (cellules épithéliales intestinales prises comme modèle de barrières naturelles). Une étude des effets de la pression sur la formation des agrégats, ou les réactions d'association/dissociation des micelles du lait en présence du composé lipophile est aussi prévue. Ce projet pourra permettre le développement de composés fonctionnels (techno -fonctionnalité et/ou fonctionnalité biologique) que l'on pourra inclure dans des matrices alimentaires pour en augmenter la valeur ajoutée.

**Partenaires**

Université Montpellier II UMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Techniques Emergentes (IATE) (Partenaire coordinateur)  
Université Montpellier II UMR 710  
CNRS UMR 6231 Centre de Recherche en Neurobiologie – Neurophysiologie

**Coordinateur**

Mme Eliane Dumay – UMR 1208 IATE  
[e.dumay@univ-montp2.fr](mailto:e.dumay@univ-montp2.fr)

**Aide de l'ANR**

306 962 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois



**Résumé**

Dans les pays occidentaux, les maladies liées à des désordres nutritionnels sont un problème sociétal important. La surcharge pondérale et l'obésité progressent à un rythme alarmant dans le monde et en Europe plus particulièrement. L'obésité constitue l'un des problèmes de santé publique les plus graves que connaît l'Europe parce qu'elle augmente de manière significative le risque de contracter de nombreuses maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2. La nutrition est un déterminant majeur de la santé et une priorité dans les politiques de santé publique, spécialement en Europe. La consommation d'aliments céréaliers à faible index glycémique, riche en fibres et en micronutriments est recommandée. Le but de ce travail est de fournir de nouvelles solutions pour des produits alimentaires à base de céréales : la connaissance et la compréhension de leur devenir in vivo seront utilisées pour définir des caractéristiques structurales permettant d'augmenter la valeur ajoutée des aliments.

L'objectif de ce projet est d'utiliser de nouvelles ressources génétiques et de comprendre le rôle de la viscosité sur la vidange gastrique et sur les aspects cinétiques de la digestion de l'amidon. La digestibilité de l'amidon varie beaucoup et peut être affectée par une forte teneur en fibres alimentaires et par des forts rapports amylose/amylopectine. La teneur en amylose influence aussi des propriétés fonctionnelles de l'amidon telles que sa solubilité, son index glycémique et sa viscosité. De plus, la stratégie choisie dans ce projet est basée sur la complémentarité des équipes de recherche et sur l'intégration de différentes disciplines scientifiques, allant de la génétique du grain de blé à l'homme, en passant par des études in vitro et sur modèle porcin. La biodiversité naturelle présente dans la Core Collection de blé (Clermont-ferrand) sera explorée afin d'isoler des variétés de blé à forte teneur en amylose. Ces variétés seront sélectionnées par l'utilisation de marqueurs moléculaires et biochimiques, par phénotypage de coupes de grains basé sur un appareil expérimental d'imagerie, par des analyses biochimiques et par des études nutritionnelles. La viscosité des repas ingérés, les fonctions gastriques in vivo et l'impact nutritionnel des produits céréaliers à forte teneur en amylose seront évalués in vitro par un estomac artificiel et in vivo sur le porc et sur l'homme.

**Partenaires**

INRA UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (INRA BIA)  
(Partenaire coordinateur)

INRA UMR 1095 Génétique, Diversité et Ecophysiologie des Céréales  
(GDEC)

INRA UMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Technologies  
Emergentes (UMR IATE)

ULICE SA

INRA UMR 1079 Systèmes d'Elevage, Nutrition Animale et Humaine (UMR  
SENAH)

CHU de Rennes CIC INSERM 0203

Université Joseph Fourier Grenoble UMR 5520 Laboratoire de Rhéologie

**Coordinateur** M. Benoît Jaillais – INRA BIA  
[Benoit.Jaillais@nantes.inra.fr](mailto:Benoit.Jaillais@nantes.inra.fr)

**Aide de l'ANR** 456 642 euros

**Début et durée** Janvier 2009 – 36 mois

**Référence** ANR-08-ALIA-13

**Résumé**

Les allergies alimentaires représentent un problème croissant de santé dans les sociétés occidentales. Elles sont provoquées par une gamme étendue de produits courants comme le lait, les œufs, les noix, les légumes et évoluent avec les changements d'habitudes alimentaires. Les symptômes qu'elles induisent, selon l'âge, tels que la dermatite atopique, l'asthme et le choc anaphylactique, seraient responsables de 0.2 à 1% des consultations aux urgences (en France?). Et ce chiffre aurait augmenté significativement ces dernières années. Le seul traitement connu repose sur l'éviction de ces produits du régime alimentaire, le rendant souvent contraignant lorsqu'il s'agit d'ingrédients de fabrication. Pour mieux comprendre les mécanismes de ces allergies, définir les facteurs de risque et élaborer des stratégies préventives, il est nécessaire de pouvoir caractériser les déterminants antigéniques des molécules allergènes. Les techniques expérimentales sont malheureusement coûteuses et lourdes à mettre en place, empêchant ainsi une approche systématique dans l'étude des allergènes. C'est pourquoi, une présélection in silico des épitopes potentiels est souhaitable.

Ce projet a pour objectif la mise en place d'un tel outil de prédiction, à partir de données existantes, en combinant différents outils tout au long du processus de la réaction allergique et en validant l'ensemble avec les données expérimentales obtenues sur les allergènes du blé. Il s'agit d'intégrer des approches de bioinformatique structurale pour détecter les propriétés immunogènes des allergènes, de prédire leur stabilité à la digestion selon leur niveau de repliement et la présence de sites de restriction, mais aussi d'étudier la proximité des différents épitopes identifiés expérimentalement. Ces étapes impliquent le développement d'une base de données d'épitopes d'allergènes à partir des bases de données publiques et de la littérature. Cette base servira à l'évaluation d'outils de prédiction existants mais aussi à déduire des relations statistiques entre plusieurs paramètres par des méthodes d'apprentissage.

L'allergie alimentaire au blé est l'une des moins courantes et a été moins étudiée. Elle impliquerait des gliadines et des glutenines mais aussi des protéines de la fraction albumine/globuline. Peu d'épitopes ont été identifiés à ce jour sur ces molécules qui constituent ainsi un bon élément d'évaluation de l'outil de prédiction qui sera développé. Cette validation portera d'une part sur les épitopes linéaires et d'autre part sur les épitopes conformationnels. Les épitopes linéaires seront identifiés par des tests de liaison d'anticorps aux peptides synthétiques recouvrant les séquences protéiques. Les épitopes conformationnels prédits in silico seront synthétisés sous forme de longs peptides et testés par leur capacité à interagir avec les IgE. Des approches de mutagenèse dirigée seront également appliquées sur certaines protéines recombinantes ou leurs fragments. En outre, l'évolution de l'allergénicité et de l'importance des épitopes sera étudiée par le suivi, sur la durée du projet, de la cohorte de patients mise en place et par le suivi de la translocation des allergènes et de leurs épitopes au travers de la barrière épithéliale.

L'ensemble des résultats expérimentaux sera ensuite intégré à la base de données d'épitopes et le système de prédiction résultant de ce projet sera édité sous forme de logiciel.

**Partenaires**

INRA UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (INRA BIA)  
(Partenaire coordinateur)  
INRA UMR 206 Chimie biologique  
INSERM U793 Interactions du système immunitaire et de l'épithélium intestinal  
Hôpital Cochin Service de Pathologie professionnelle  
Hôpital Saint Vincent de Paul Service de Néonatalogie -Nutrition Pédiatrique  
Groupe Hospitalier Necker Service de pneumologie et d'allergologie pédiatriques  
CHU Angers Unité d'Allergologie Générale/ Laboratoire d'immunologie et d'Allergologie

**Coordinateur**

Mme Sandra Denery – INRA BIA  
[denery@nantes.inra.fr](mailto:denery@nantes.inra.fr)

**Aide de l'ANR**

479 920 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 48 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-14

**Résumé**

Même si les propriétés des produits alimentaires sont classiquement décrites en utilisant des paramètres massique ou volumique, il commence à être admis que les propriétés fonctionnelles des poudres alimentaires sont principalement tributaires de la composition chimique et des caractéristiques physiques de surface des particules. Les mécanismes dépendant de l'énergie de surface des particules peuvent être considérés comme largement responsables de phénomènes (tels que la réactivité, la friction et l'adhésion) qui sont impliqués dans un grand nombre de propriétés technologiques des poudres alimentaires (e.g. mouillabilité, solubilité, granulation, etc...). Comprendre la dynamique de génération des contacts entre les particules des poudres alimentaires constitue un objectif pertinent pour les scientifiques du génie particulaire et pour les entreprises agroalimentaires. Le principal objectif du projet de recherche "Réactive-Powder" est d'étudier le concept de réactivité de surface des poudres alimentaires, dans le contexte particulier des applications en lien avec les mécanismes d'agglomération.

Les principales applications de ce projet sont liées à la granulation des poudres alimentaires, et plus particulièrement au cas de l'agglomération des poudres de blé pour la fabrication du couscous. Toutefois, il est évident que les résultats du projet "Reactive-Powder" seront d'un grand intérêt dans d'autres domaines d'application, et diverses poudres alimentaires pourraient être considérées au cours du projet afin d'étendre les résultats à d'autres produits (e.g. poudres lactières, ingrédients fonctionnels, ou produits agrochimiques), et diverses applications (stockage, écoulement, dispersion, etc...). En outre, les résultats du projet "Réactive-Powder" pourraient également être considérés comme pertinents pour d'autres procédés d'agglomération (e.g. lits fluidisés). L'originalité du projet "Réactive-Powder" réside dans l'approche pluridisciplinaire, construite par l'intégration de sciences "de bases" complémentaires.

Cette approche est basée sur l'intégration de disciplines scientifiques fondamentales (génie des procédés, génie particulaire, physique et chimie des surfaces, physico-chimie) avec des disciplines appliquées (biochimie & technologie alimentaire, propriétés fonctionnelles et qualité des aliments), en lien avec les applications industrielles (poudres alimentaires, et principalement poudres de blé). Une approche génie chimique des procédés de granulation sera mise en œuvre à 3 niveaux: à l'échelle des particules (WP1), à l'échelle de la poudre et des mécanismes de granulation (WP2), et à l'échelle des procédés et des circuits de granulation (WP3). Le projet "Réactive-Powder" se propose de répondre principalement à 3 questions scientifiques:

- (i) Développer des méthodes analytiques (physico-chimie et physique des surfaces) pour la caractérisation des propriétés de surface des particules des poudres alimentaires.
- (ii) Développer une approche théorique des mécanismes de granulation des poudres alimentaires, en intégrant la contribution des

propriétés de surface des particules et des paramètres du procédé.  
(iii) Développer une approche technologique des procédés de granulation pour intégrer les résultats de l'étude théorique des mécanismes, et envisager la re-conception des opérations unitaires. L'approche technologique doit permettre de mieux contrôler la qualité des produits finis, d'améliorer les performances ou d'envisager la modernisation des équipements dans les ateliers de production. La nouveauté du projet de recherche "Réactive-Powder" est fondée sur la constitution d'un groupe de travail avec des compétences scientifique complémentaires, avec des unités de recherche spécialisées dans les poudres (EA LSGA et UMR RAPSODEE), en génie des procédés (UMR LGPEB et UMR GENIAL), et dans la transformation des aliments (UMR STLO et UMR IATE). L'animation scientifique du projet est conçue pour intégrer les compétences spécifiques de chaque unité de recherche, pour décroïsonner et pour favoriser les interactions entre les groupes scientifiques et pour permettre l'intégration de l'ensemble des connaissances. Le transfert industriel est envisagé au niveau des utilisateurs des poudres alimentaires.

#### Partenaires

INRA UMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes (UMR IATE) (Partenaire coordinateur)  
AgroCampus Rennes UMR 1253 Science et Technologie du Lait et de l'Œuf (UMR STLO)  
INPL Laboratoire de Sciences et Génie Alimentaires (LSGA)  
Centre de Recherche d'Albi en génie des procédés des solides divisés, de l'énergie et de l'environnement UMR 2392 (UMR RAPSODEE)  
Université Montpellier II UMR 016 Laboratoire Génie des Procédés Eau et Bioproduits (LGPEB)  
AgroParisTech UMR 1145 Genie Industriel Alimentaire (UMR GENIAL)

#### Coordinateur

M. Bernard Cuq – UMR IATE  
[cuq@supagro.inra.fr](mailto:cuq@supagro.inra.fr)

#### Aide de l'ANR

549 703 euros

#### Début et durée

Janvier 2009 – 48 mois

#### Référence

ANR-08-ALIA-15



**Résumé**

Les épices et herbes aromatiques séchées sont utilisées i) dans l'industrie agro-alimentaire, comme ingrédients ajoutés dans des produits élaborés (plats traiteurs congelés, produits de la mer marinés, sauces, soupes, produits sucrés...) ; ii) directement pas le consommateur, pour assaisonner les préparations culinaires cuisinées au domicile. Ces graines et plantes sont produites principalement dans les pays en voie de développement au climat tropical des continents Africain, Sud-Américain et Asiatique. Le mode de production de ces matières premières est souvent traditionnel, et ces produits sont soumis à de multiples voies de contamination potentielles : irrigation avec de l'eau de mauvaise qualité sanitaire, contact avec le sol ou avec des amendements biologiques non traités, manipulation par des cultivateurs susceptibles d'être des vecteurs ou des sources de contamination...

L'analyse des données bibliographiques disponibles relatives à la qualité sanitaire de ces produits (avant traitement) met en évidence la présence d'un nombre important (> 10 000 unités formant colonies / gramme de produit) et extrêmement diversifié de bactéries, levures et moisissures (formes végétatives et sporulées). L'origine fécale d'un certain nombre de ces contaminants suggère une présence potentielle de virus entériques, germes pour lesquels aucune donnée d'occurrence sur ce type de matrices n'est disponible à l'heure actuelle. Ces matières premières sont généralement soumises à des traitements de décontamination lorsqu'elles sont utilisées comme ingrédients pour la fabrication de produits élaborés industriels. Ces traitements sont beaucoup moins systématiques pour les épices et herbes aromatiques destinés à une utilisation ménagère directe par le consommateur.

L'ionisation est un traitement autorisé mais peu ou pas pratiqué du fait des contraintes techniques et réglementaires associées à son utilisation (étiquetage, autorisation d'importation pour la Communauté Européenne, mauvaise perception par le consommateur). Les traitements classiquement utilisés en Europe à l'heure actuelle sont quasi-exclusivement des traitements thermiques (vapeur). Leur efficacité microbicide sur des produits secs comme les épices et herbes aromatiques reste néanmoins relativement limitée, notamment sur les formes sporulées de résistance bactériennes et fongiques, et ils ont pour inconvénients de réduire significativement la qualité organoleptique et les propriétés fonctionnelles des produits traités.

La présence résiduelle de contaminants microbiens (bactéries, moisissures, virus entériques) sur des épices et herbes aromatiques séchées utilisés comme ingrédients dans des produits élaborés, dont certains ne subissent pas ou peu de traitement technologique ou ménager germicide post-incorporation, peut être à l'origine de toxico-infections alimentaires et/ou de dégradation du produit. Dans ce contexte général, les objectifs de ce projet sont d'évaluer l'intérêt d'une utilisation industrielle de la lumière pulsée et des hautes pressions

barométriques, alternatives athermiques et innovantes aux traitements actuels, pour la décontamination des épices et herbes aromatiques. Outre la détermination de l'efficacité décontaminante, ce projet intégrera les aspects de préservation de la qualité organoleptique et des propriétés fonctionnelles des produits traités.

**Partenaires**

Université de Bourgogne Laboratoire de Génie des Procédés Microbiologiques et Alimentaires (GPMA) (Partenaire coordinateur)  
ADRIA Normandie  
Université de Rouen EA 2123 Laboratoire de Microbiologie du Froid (LMDF)  
CHU Dijon Centre National de Référence des Virus Entériques (CNRVE)

**Coordinateur**

Patrick Gervais – GPMA  
[Patrick.gervais@u-bourgogne.fr](mailto:Patrick.gervais@u-bourgogne.fr)

**Aide de l'ANR**

456 142 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-16

**Résumé**

L'intolérance au gluten (ou maladie cœliaque, MC) est en progression comme beaucoup d'autres maladies allergiques et auto-immunes. Il s'agit d'une intolérance aux protéines du blé et à d'autres céréales qui peut démarrer à tout moment de la vie et qui est caractérisée par une réponse immunitaire anormale vis-à-vis du gluten, entraînant une auto-immunité vis-à-vis de la transglutaminase tissulaire et une atrophie villositaire intestinale avec malabsorption généralisée. Le seul traitement actuel est un régime strict sans gluten, extrêmement contraignant et souvent mal suivi, et de nouvelles options thérapeutiques sont très attendues.

Nous nous intéressons dans ce projet à la première étape impliquée dans le processus pathologique : l'entrée des antigènes du gluten (peptides de la gliadine résistants à l'hydrolyse digestive) au niveau de l'épithélium intestinal, car nous avons récemment montré l'importance probable de cette étape dans la physiopathogénèse de la maladie cœliaque (Matysiak-Busnik et al, J Exp Med 2008, Schumann M et al, Gut 2008). Le présent projet a pour but de mieux comprendre les mécanismes d'entrée des peptides de la gliadine au niveau de la cellule épithéliale intestinale afin de définir de nouvelles cibles thérapeutiques permettant de bloquer ce transport et d'apporter un complément de traitement de la maladie. Deux équipes seront impliquées dans ce projet, une équipe française et une équipe allemande, toutes deux ayant un recul important sur les questions de perméabilité intestinale associées à différentes pathologies digestives (JD Schulzke, Allemagne et M. Heyman, France).

Les efforts porteront sur la mise au point d'un modèle murin de MC, basé sur la découverte récente de l'implication de CD71 (récepteur de la transferrine aussi récepteur des IgA1) dans le transport intestinal protégé des peptides de la gliadine via des immun-complexes IgA/peptides. L'étude de cibles thérapeutiques pouvant être retenues pour atténuer la perméabilité à la gliadine requière un modèle animal car les biopsies issues de malades cœliaques sont rares. Le rôle respectif des voies de transport transcellulaire et paracellulaire sera analysé, une étape indispensable pour la détermination des cibles thérapeutiques pertinentes. Le travail sera composé des volets suivants :

a) mise au point d'un modèle murin de maladie cœliaque chez la souris, utilisant des souris transgéniques surexprimant l'IL-15 et/ou HLA-DQ2, et soumises à un régime carencé en fer (induisant la surexpression du récepteur IgA, CD71, sur la face apicale de l'épithélium intestinal) et riche en gluten,

b) étude du transport intestinal de peptides toxiques de la gliadine (p31-49, p56-89 ou 33-mer) dans ce(s) modèle(s) (analyse en chambre de Ussing, en microscopie confocale sur coupes et sur cellules vivantes, immunofluorescence) et dans des modèles de lignée épithéliales intestinales (CaCO2, HT29),

c) étude de la réponse immunitaire au gluten dans les modèles murins. L'obtention de ces modèles et la définition des voies de transport des peptides de la gliadine (paracellulaire versus transcellulaire) devrait permettre d'envisager des thérapeutiques basées sur l'inhibition de l'étape "transport intestinal" favorisant la réponse immune anormale vis

à vis du gluten.

**Partenaires**

INSERM U793 Interactions du système immunitaire et de l'épithélium intestinal (Partenaire coordinateur)  
Medizinische Klinik für Gastroenterologie, Charité-Universitätsmedizin

**Coordinateur**

Mme Martine Heyman – INSERM  
[martine.heyman@inserm.fr](mailto:martine.heyman@inserm.fr)

**Aide de l'ANR**

249 455 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-17

**Résumé**

La proportion de produits frits dans l'apport énergétique journalier, donc l'ingestion d'huiles utilisées en friture profonde, a augmenté dans les pays industrialisés. Des études chez l'animal ont montré que l'ingestion d'huiles chauffées entraîne des effets biologiques comme le stress oxydant et des altérations du métabolisme lipidique. Ceux-ci sont partiellement dus à l'activation du PPAR $\alpha$ - un facteur de transcription impliqué dans la régulation des lipides et du métabolisme des lipoprotéines. Cependant, il n'a pas encore été démontré si les corps gras chauffés ou certains composés spécifiques des corps gras chauffés peuvent activer le PPAR $\gamma$  et ainsi moduler des processus métabolique et cellulaire. Ainsi, un des objectifs de ce projet est d'explorer si des huiles de composition en acides gras différente peuvent après traitement thermique induisent une activation du PPAR $\gamma$  et ainsi provoquer différents effets biologiques régulés par celui-ci.

La grande majorité des études sur les corps chauffés à ce jour ont porté sur une action biologique ou sur une voie métabolique spécifique. Au contraire, notre projet propose d'étudier des effets des corps gras chauffés sur le métabolisme global à l'aide d'une approche métabolomique. Pour ce faire, des porcs seront nourris avec des corps gras de compositions différentes ayant subi le même traitement thermique. A la fin de l'expérimentation, les tissus collectés seront soumis à des analyses chimiques et biochimiques afin de : i) estimer l'activation du PPAR $\gamma$ , ii) évaluer les processus métaboliques et cellulaires régulés par celui-ci, iii) évaluer les paramètres liés au stress oxydant et au statut antioxydant, iiiii) déterminer la structure de biomarqueurs métaboliques de la consommation de ces corps gras chauffés et leur influence sur les voies métaboliques.

Toutes les données obtenues au cours de ce projet seront stockées dans une base de données commune qui a été développée dans un précédent projet ANR (METAPROFILE). Ainsi, des relations entre les données physiologiques, transcriptomiques et métabolomiques seront explorées. Les résultats escomptés seront : i) une meilleure connaissance de l'effet des corps gras chauffés sur le métabolisme global et leur mécanisme d'action, ii) une formation pour les étudiants aux méthodologies comme la métabolomique, iii) une bibliothèque de molécules qui servira à l'identification des voies métaboliques perturbées après intervention nutritionnelle. Cette étude devrait également venir en appui à une initiative européenne (EURECCA) pour la constitution de bases de données nutritionnelles.

**Partenaires**

INRA UMR 1019 Unité de Nutrition Humaine (UNH), Plateforme d'exploration du métabolisme (Partenaire coordinateur)  
Martin - Luther –Universität  
Université Blaise Pascal Clermont I Centre Régional de Mesures Physiques

**Coordinateur**

M. Jean-Louis Sedebo – UNH  
[jls@clermont.inra.fr](mailto:jls@clermont.inra.fr)

**Aide de l'ANR** 254 697 euros

**Début et durée** Janvier 2009 – 36 mois

**Référence** ANR-08-ALIA-18

**Titre du projet****MINIMOUSE - La souris PRM/Alf: un modèle d'étude des interrelations entre le Microbiote, les Nutriments et l'Intestin****Résumé**

L'objectif du projet est d'identifier les facteurs environnementaux qui contrôlent la taille de l'intestin. Nous travaillons sur des souris de la lignée PRM/Alf présentant un allongement remarquable de leur intestin: 75 cm contre 55 cm chez les souris de lignées classiques. Ce caractère est multigénique et soumis à un fort effet maternel. En effet, le génotype de la mère explique 40% de la différence observée. deux hypothèses non exclusives permettent d'expliquer l'effet maternel: le lait et/ou le microbiote intestinal des souris PRM/Alf contient un ou plusieurs facteurs intestinotrophiques transmis de la mère allaitante à ses petits. Pour identifier ces facteurs, nous proposons une approche intégrée et transversale à différentes disciplines.

**Partenaires**

Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort UMR 955 Génétique moléculaire et cellulaire (ENVA) (Partenaire coordinateur)  
German Institute of Human Nutrition  
INRA UR 910 Unité d'Ecologie et Physiologie du Système Digestif (UEPSD)  
Institut Pasteur URA 2578 Unité Génétique Fonctionnelle de la souris (UGFS)  
INRA UR 1196 Unité Génomique et Physiologie de la Lactation (GPL)  
Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL)

**Coordinateur**

M. Sylvain Bellier – ENVA  
[sylvain.bellier@jouy.inra.fr](mailto:sylvain.bellier@jouy.inra.fr)

**Aide de l'ANR**

362 366 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-19

**Résumé**

Le poids d'un individu est la résultante d'une balance entre sa dépense énergétique et son apport calorique. Il a été observé qu'en situation de libre accès, le choix des aliments se porte spontanément vers ceux riches en carbohydrates ou en lipides. Certaines études constatent que ce choix est en partie guidé par la palatabilité des aliments et donc leur évaluation sensorielle par le système gustatif. Ces constatations supportent l'existence de structures spécialisées dans la détection du « gras » au niveau de la sphère orale. Nos collègues et nous même avons montré que chez la souris l'ablation du gène codant pour le transporteur d'acide gras CD36 affecte la préférence pour l'acide linoléique. Toutefois, ce transporteur bien qu'exprimé dans les bourgeons du goût de la langue ne répond pas aux critères d'un récepteur gustatif. De plus, de récents travaux suggèrent qu'il existe plusieurs mécanismes de détection des acides gras alimentaires chez les rongeurs. Nos efforts visant à identifier de nouveaux récepteurs impliqués dans la détection orale des acides gras nous ont conduit à Gpr120. Gpr120 est un récepteur couplé aux protéines G activé par les acides gras insaturés à longue chaîne dont le rôle dans la sécrétion d'insuline postprandiale est bien établi.

Toutefois, sa localisation précise et son rôle dans les structures gustatives restent à établir.

Ce projet propose la génération de deux nouveaux modèles murins permettant la visualisation et l'ablation ciblée de ce récepteur. Ces modèles nous permettront d'établir le rôle de Gpr120 dans la détection des acides gras et plus généralement sa fonction dans la physiologie gustative postprandiale est bien établi. Toutefois, sa localisation précise et son rôle dans les structures gustatives restent à établir. Ce projet propose la génération de deux nouveaux modèles murins permettant la visualisation et l'ablation ciblée de ce récepteur. Ces modèles nous permettront d'établir le rôle de Gpr120 dans la détection des acides gras et plus généralement sa fonction dans la physiologie gustative.

**Partenaires**

CNRS UMR 5170 Sciences du Goût (Partenaire coordinateur)  
Center for Molecular Neurobiology

**Coordinateur**

M. Jean-Pierre Montmayeur – CNRS  
[montmayeur@cesg.cnrs.fr](mailto:montmayeur@cesg.cnrs.fr)

**Aide de l'ANR**

119 142 euros

**Début et durée**

Janvier 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-08-ALIA-20