

Ad Litteram

Lettre d'Information
du Centre INRA de Nantes

Une nouvelle unité de recherche *Biopolymères, Interactions, Assemblages (BIA)*

Au 1^{er} janvier 2005, quatre unités de recherche du département CEPIA, localisées à Nantes : « Protéines Végétales et Interactions », « Polysaccharides, leurs Organisations et leurs Interactions », « Études et Interactions des Molécules Alimentaires » et « PhysicoChimie des Macromolécules » ont fusionné pour former une seule unité « Biopolymères, Interactions, Assemblages » (BIA) dirigée par J. Guéguen. Cette nouvelle unité s'est organisée pour mieux prendre en compte les évolutions du contexte socio-économique.



Jacques Guéguen, directeur de la nouvelle unité de recherche « Biopolymères, interactions, assemblages »

L'industrie alimentaire et le monde agricole ont considérablement évolué au cours de ces dernières années : globalisation des marchés, critiques de plus en plus affirmées des citoyens des pays occidentaux vis-à-vis des systèmes de production intensive, préoccupations crois-

santes pour l'environnement, et enfin expression de fortes attentes des consommateurs pour la valeur « santé » des aliments.

Les objectifs de recherche de l'unité BIA se définissent par deux principaux items :

- maîtriser la variabilité qualitative des matières premières et de leurs produits dérivés, préoccupation majeure des utilisateurs de la filière. Les changements des systèmes de production, en réduisant les intrants et en favorisant les variétés rustiques, renforcent cette préoccupation.
- maîtriser la qualité des aliments en intégrant les recommandations nutritionnelles à la fois par une amélioration des matières premières par l'innovation technologique et dans la conception même des aliments. L'optimisation des propriétés des aliments requiert une meilleure connaissance de la matière

première pour en orienter l'amélioration génétique et une plus grande maîtrise de la formulation en lien avec le procédé de transformation pour dépasser les règles empiriques.

La création de l'unité BIA forte de 120 chercheurs et techniciens favorisera une approche intégrée de ces objectifs de recherches en s'appuyant notamment sur des plateformes labellisées RIO (Microscopie / RMN / Spectrométrie de masse) et Ouest Genopole® (Protéines recombinantes). L'approche développée, aux confins de la biologie, de la chimie et de la physique, mobilise les connaissances acquises par les différentes équipes au cours des vingt dernières années sur la structure des biopolymères et des biomolécules isolés de différentes matières premières d'origine agricole (graines, fruits, lait ou œuf).

Un pôle de compétence *Dans le domaine des biopolymères*

En focalisant ses thématiques de recherches sur le déterminisme de la qualité des produits alimentaires et non alimentaires issus de l'agriculture, BIA a l'ambition de mieux répondre aux préoccupations des acteurs socio-économiques et des consommateurs. En étudiant la matière à différents niveaux d'échelle et en développant une approche plus intégrée du rôle des biopolymères, de leurs interactions et de leur assemblage dans les matériaux biologiques ou les produits transformés, BIA prend mieux en compte la complexité

des systèmes réels. Les enjeux de ces recherches sont en amont l'amélioration de la qualité des matières premières (qualités nutritionnelles, fonctionnelles, aptitude à la transformation) et en aval les valeurs « plaisir » et « santé » de l'aliment, par une meilleure connaissance de l'organisation des constituants dans l'aliment et de leur disponibilité, en intégrant les effets « procédés ». Pour assurer le succès de ses recherches BIA s'appuiera sur le partenariat déjà établi avec différentes communautés scientifiques

(biologistes, physicochimistes, généticiens, nutritionnistes), avec les industriels et les centres techniques, sur le plan régional, national et européen.

Cette réorientation thématique et cette nouvelle organisation doit en résumé conforter le positionnement de BIA et du centre INRA de Nantes comme un pôle de compétence de taille européenne dans le domaine des biopolymères issus de l'agriculture.

Contact biadir@nantes.inra.fr

Construire la qualité des produits

Alimentaires ou non-alimentaires issus de l'agriculture

Une meilleure prise en compte de la complexité des systèmes naturels ou formulés par l'étude des organisations supramoléculaires et des interactions permettra de mieux intégrer les facteurs de qualité, tout au long de la filière.

Le cœur des recherches de BIA concerne donc le développement de connaissances sur les mécanismes d'assemblages des biopolymères (amidons, protéines, polysaccharides des parois) au cours de leur biosynthèse (construction, mise en place) ou au cours de l'élaboration des systèmes formulés. Ces études donnent un éclairage nouveau aux travaux d'intérêt nutritionnel d'une part sur les bases physico-chimiques et structurales de la mobilité et de la disponibilité des petits solutés, anti-oxydants ou micro-nutriments, dans les matrices alimentaires, d'autre part sur les bases moléculaires des réactions d'allergie alimentaire aux protéines végétales et du lait chez l'homme. Les activités de BIA se déclinent en quatre grands thèmes de recherches.

Matériaux, matrices

Formation, organisation, propriétés, mobilités des petits solutés, élaboration de systèmes modèles nano et méso-structurés

Les propriétés des systèmes formulés et des produits finis alimentaires ou non alimentaires,



Microscope à l'angle de Brewster sur balance de Langmuir pour suivre les structures aux interfaces

comme celles des tissus biologiques, dépendent des structures formées à différentes échelles et de leur aptitude à se réorganiser en fonction de la nature et de la force des interactions. Dans ces systèmes, l'organisation des biopolymères dépend à la fois des assemblages préexistants, issus

de la biosynthèse et de la morphogénèse des tissus, et des associations et changements d'état induits par les forces physiques et chimiques

intervenant au cours des procédés de transformation.

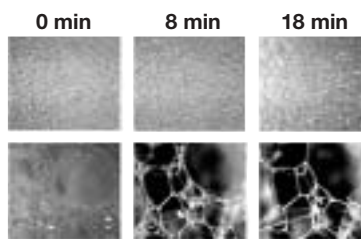
Une difficulté majeure de l'étude de ces systèmes moléculaires organisés est le passage du moléculaire au macroscopique. L'orientation de nos recherches a donc pour objectif la compréhension de ces systèmes dans une large gamme d'échelles spatiales et temporelles, prenant en compte leur dynamique. Trois grands types de systèmes sont étudiés :

- les matrices solides alvéolaires et composites ;
- les assemblages supra-moléculaires amphiphiles aux interfaces et dans les systèmes dispersés alimentaires et non alimentaires ;
- les matrices complexes fortement hydratées issus de mécanismes de gélification et de séparation de phase.

Mise en évidence de structures *in situ* à différentes échelles



Études de stabilité



Caractérisation des bulles de 2 fractions protéiques

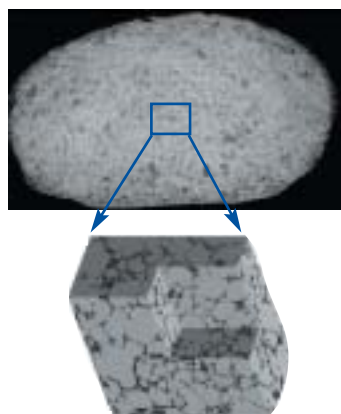
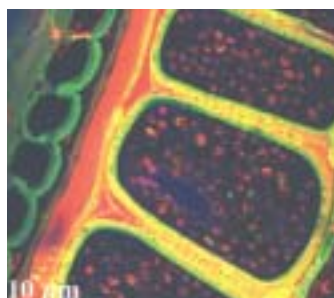


Image 3D d'une mie de pain (6x9x9mm³) réalisée par tomographie RX© ESRF-Grenoble et GPM2-INPG. Le comportement mécanique des mousses solides peut être simulé par la modélisation de cette structure alvéolaire, et la texture de la mie ainsi prévue (collection GPM2-INPG).

Biosynthèse et assemblage des biopolymères

In planta à différents stades physiologiques

Ces recherches ont pour objectif la compréhension des déterminismes qui président à la construction des caractéristiques qualitatives de l'amidon, des pro-



Grain de blé à maturité
Co-localisation des arabinoxylanes (rouge) et β -glucanes (vert)

téines et des parois dans les organes végétaux au cours du développement de la plante. Ces travaux concernent les plantes de grande culture (céréales, protéagineux, oléagineux) ou les fruits (tomate) et s'appuient sur l'étude de modèles végétaux (*Arabidopsis thaliana*).

Les outils de protéomique et de glycomique sont utilisés pour établir un lien avec le développement biologique. La caractérisation aux différentes échelles, de la molécule aux méso-structures formées *in vivo* constitue un des

enjeux majeurs de ces recherches, si l'on admet l'hypothèse mécanistique (biologie et physico-chimie) de l'organisation supramoléculaire de ces biopolymères, et l'existence de fonctionnalités intrinsèques à ces assemblages complexes.

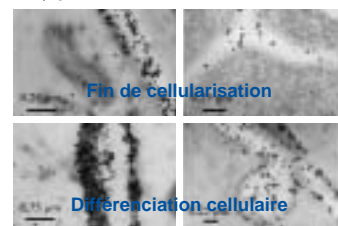
À titre d'illustration, les travaux sur les parois végétales visent le déterminisme de la distribution des constituants pariétaux aux niveaux tissulaire et cellulaire par diverses approches de microscopies multi-spectrales (couplage fluorescence [naturelle ou induite] microscopie, couplage IR-microscopie) et la caractérisation structurale et dynamique des constituants pariétaux par RMN, IR et spectrométrie de masse.

RMN : résonance magnétique nucléaire

IR : Infra-rouge

Synthèse précoce des β -glucanes

Synthèse plus tardive des arabinoxylanes



Grain de blé en développement
Suivi de la biosynthèse. Échelle microscopique électronique, révélation du marquage par grains d'or

Interactions entre biopolymères d'origine animale ou végétale

En systèmes modèles, acellulaires et biomimétiques

De nombreuses fonctions biologiques sont assurées par des assemblages complexes constitués de plusieurs biopolymères « partenaires » en interaction. Les propriétés techno-fonctionnelles diffèrent aussi selon que les biopolymères sont isolés ou inclus dans des assemblages.

Pour comprendre les mécanismes de formation et la fonction de ces assemblages, il paraît essentiel de modéliser leur formation et donc d'élucider les interactions entre les

partenaires constitutifs. Pour identifier et étudier ces interactions au cours des processus biologiques, on s'appuie sur des systèmes cellulaires biomimétiques (expression dans des cellules végétales, bactéries, levures, technique du double hybride). L'étape ultime est de modéliser *in vitro* les interactions entre ces partenaires et la construction de ces assemblages en tenant compte des conditions physicochimiques et de confinement existant *in vivo*. La compréhension de ces

mécanismes d'association ouvre en outre la possibilité de créer de manière raisonnée des assemblages relevant des nano - ou des mésotechnologies.

Dans le cas des protéines de réserve du blé, par exemple, les efforts portent sur l'analyse fonctionnelle et structurale du trafic vésiculaire de ces protéines au cours de la formation de l'albumen et sur la compréhension des mécanismes d'agrégation en milieu confiné, mimant les corpuscules protéiques.

Allergie

Aux protéines alimentaires

La fréquence des allergies respiratoires et alimentaires est en augmentation de façon générale. La prévalence est de l'ordre de 6 % chez le jeune enfant (moins de trois ans) puis diminue progressivement jusqu'à l'adolescence et se stabilise à l'âge adulte à 1 ou 2 %. Chez l'enfant, les 5 allergènes majeurs que sont l'œuf, l'arachide, le lait de vache, la moutarde et le poisson sont responsables de 82 % des allergies alimentaires. Chez l'adulte, les allergènes végétaux sont le plus souvent en cause, avec notamment une augmentation des réactions d'allergies au sésame et à la farine de blé, et une émergence des allergies alimentaires aux fruits.

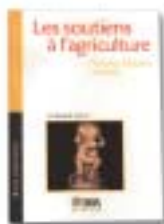


Dosage d'IgE dans le sérum de rat par la méthode Elisa

L'objectif des travaux de BIA est de réduire, par voie génétique ou technologique, le risque allergique lié aux produits céréaliers à base de blé, aux produits laitiers et probablement à moyen terme à d'autres aliments. Dans ce cadre, les thématiques de recherche privilégiées concernent :

- l'identification des allergènes majeurs ;
- la caractérisation des structures moléculaires responsables des propriétés allergéniques des protéines considérées ;
- la compréhension des mécanismes impliqués dans la réaction allergique au blé et au lait (caséines, dans un premier temps) en intégrant les interactions allergènes/matrices ;
- l'étude des facteurs capables d'influencer le risque allergique au niveau de la composition protéique (variabilité génétique) et au niveau des modifications de ces protéines induites par les procédés de transformation et la formulation des aliments.

Les soutiens à l'agriculture Histoire, théorie, mesure



Les soutiens à l'agriculture ont, depuis longtemps fait objet de nombreux débats dans les instances nationales, européennes et internationales (OMC) notamment sur les justifications et la répartition de ce soutien, sur son niveau et ses formes, compte tenu des nouvelles attentes des citoyens vis-à-vis de l'agriculture. Cet ouvrage collectif, dirigé par J.-P. BUTAULT (INRA-Nancy), a été rédigé par des spécialistes du ministère de l'agriculture et des chercheurs de l'INRA. Le chapitre rédigé par V. CHATELLIER (INRA-Nantes) et A. BLOGOWSKI (MAAPAR-DGAL) est consacré à l'analyse de l'évolution des aides directes attribuées aux exploitations agricoles françaises et européennes dans le contexte des réformes successives de la Politique agricole commune (PAC). *Les soutiens à l'agriculture : histoire, théorie, mesure. 303 pages. Éditeurs INRA-Éditions.*

Contact vchatel@nantes.inra.fr

Ça se passe au centre INRA de Nantes

> Ils, elles ont soutenu leur thèse récemment

Maud LE GALL : « Digestion des protéines du pois chez le porc en croissance et le porcelet au sevrage. Caractérisation des peptides résistants à la digestion »

Laurence DONATO : « Gélification et séparation de phase dans les mélanges protéines globulaires/pectines faiblement méthylées en fonction des conditions ioniques ».

Lissia PARDINI : « Horloge biologique intestinale humaine : expression spatiale et temporelle des principaux régulateurs ».

Hélène CHANVRIER : « Matériaux à base de biopolymères du maïs : élaboration et comportement ».

Damien JAYAT : « Ingénierie de la Béta-lactoglobuline et son expression hétérologue ».

Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST : « Réponses physiologiques de *Listeria monocytogenes* aux stress : applications particulières aux stress froids, salin et matriciel ».

Sylvain SEBERT : « Répercussions métaboliques et physiologiques du développement d'une obésité pendant la croissance - Étude chez le mini-porc du Yucatan ».

Isabelle SCHMIDT : « Structures et propriétés tensioactives des assemblages complexes protéines basiques/pectines ».

Estelle GAUDIER : « Modulation du profil d'expression des mucines coliques par des facteurs lumineux stimulés par la fermentation des fibres alimentaires : acides gras à chaîne courte et bactéries productrices de lactate ».

> Ils, elles commencent leur thèse

Johanna LEPEULE : « Épidémiologie des affections ostéo-articulaires juvéniles chez le cheval ».

Natacha RALAINIRINA : « Comparaison des allergènes et épitopes impliqués dans l'induction de l'allergie à la farine de blé chez différentes catégories de patients ».

Valérie RAZAFINDRATOVO : « Caractérisation des amidons d'*Ipomoea batatas*, variétés malgaches d'intérêt dans l'alimentation infantile ».

Najet MAHMOUDI : « Étude du couplage formulation/procédé sur une émulsion stabilisée par des objets protéiques de différentes morphologies ».

David LAFARGUE : « Élaboration et étude de films à base de polysaccharides en vue de la fabrication de gélules pharmaceutiques ».

Amel MAMECHE DOUMANDJI : « Caractérisation de bactériocines produites par des bactéries lactiques isolées localement ».

Amélie GARENAUX : « *Campylobacter jejuni* et stress oxydatif : Étude d'un effet Quorum Sensing sur la cultivabilité, des activités superoxyde dismutase et catalase ainsi que des facteurs putatifs de régulation par analyse transcriptionnelle - Effet sur la virulence ».

Emmanuel BARRAT : « Maturation intestinale chez le nouveau né : étude de l'impact de l'alimentation des premiers mois de la vie ».

Beda Marcel YAPO : « Étude de la variabilité structurale des pectines ».

> Ils, elles ont choisi le centre INRA de Nantes pour effectuer leur stage post-doctoral

Jean-Pierre NICOLAS, de l'université d'Amsterdam (Département of Chemical engineering) (Pays-Bas) « Modélisation de biopolymères aux interfaces » (Bourse Haigeneré).

Jéléna LOZO de l'institut de génie moléculaire et d'ingénierie génétique de Belgrade (Serbie) « Biodiversité bactérienne et les substances bénéfiques pour la santé des consommateurs et pour la conservation des produits alimentaires » (bourse FEMS).

Réforme de la politique agricole et les négociations à l'OMC

Agricultural Policy Reform and the WTO donne un aperçu des effets de l'« Uruguay Round » des accords de l'OMC sur la politique agricole et les marchés mondiaux et aborde les enjeux du « Doha Development Agenda Round ». Les contributions présentent une large gamme de sujets, incluant l'évolution des politiques nationales et commerciales au cours des dix dernières années dans les pays développés et en développement ainsi que les propositions faites durant les négociations agricoles commerciales au regard de l'accès au marché, des subventions aux exportations et des aides nationales.

E. CHEVASSUS-LOZZA (INRA-Nantes) et J. GALLEZOT (INRA-Paris) traitent des conséquences des négociations multilatérales pour l'accès des PVD au marché européen au regard des accords préférentiels et de l'intensification des droits de douanes. *Agricultural policy reform and the WTO 648 p. Edward Elgar Publishing - Handbook.*

Contact chevassu@nantes.inra.fr

Protection des informations

Si vous avez reçu *Ad Litteram* par la poste, sachez que les informations concernant votre nom et adresse sont conservées sur une base de données sécurisée.

Si vous désirez que des informations soient retirées de notre banque de données, veuillez nous contacter.

La base de donnée du centre INRA de Nantes ne peut être vendue ou diffusée à l'extérieur du centre INRA de Nantes.

Ad Litteram

ISSN : 1634 - 3832



Institut National de la
Recherche Agronomique
Rue de la Géraudière
B.P. 71627
44316 Nantes Cedex 3

Directeur de publication : J.-F. Thibault
Rédacteur en chef : G. Nicol (nicol@nantes.inra.fr)
Comité éditorial : M. Anton, S. Bérot, D. Bertrand,
M. Champ, E. Giraud, J.-P. Melcion, V. Persillet,
D. Renard, L. Saulnier
Maquette/impression : Imprimerie Parenthèses
Nantes - 02 40 59 96 96