



Le développement et la maîtrise des procédés physiques permettent d'accroître la valorisation des lipides pour répondre à des besoins en termes de propriétés fonctionnelles et nutritionnelles. Cela nécessite la compréhension des mécanismes impliqués au cours des procédés de séparation et concentration (filtration sur membrane, évaporation sous vide, séchage par atomisation), d'homogénéisation, de foisonnement et la caractérisation fine des produits et des fractions de lipides obtenus. A titre d'exemples, quelques développements récents : la concentration des phospholipides du lait et la fabrication d'émulsions par les techniques à membrane, la fabrication de poudres enrichies en lipides.

### **Optimiser les potentialités des molécules lipidiques par les procédés**

Qu'ils soient très hydrophobes comme les triglycérides ou plus polaires comme les phospholipides, les lipides sont des molécules dont les potentialités peuvent être optimisées via le développement de procédés physiques permettant leur concentration, leur structuration sous forme de gouttelettes d'émulsion ou de liposomes, et leur séparation sélective basée principalement sur leurs propriétés intrinsèques comme par exemple leur polarité.

Le développement et la maîtrise de ces procédés physiques permettra une meilleure valorisation des lipides ou de fractions de lipides potentiellement intéressantes pour des fonctions cibles (nutritionnelles, fonctionnelles) et également une utilisation raisonnée des lipides structurés sous forme de particules (émulsion, liposomes) pour moduler la biodisponibilité de molécules d'intérêt (antioxydants, acides gras, vitamines).

### **Développer de nouveaux procédés pour de nouvelles propriétés**

Nos travaux de recherche visent à développer de nouveaux procédés physiques ou à mieux maîtriser les procédés existants pour améliorer la valorisation des lipides en termes de propriétés fonctionnelles et nutritionnelles.

Cela nécessite la compréhension des mécanismes impliqués au cours des procédés i) de séparation et de concentration, comme par exemple les opérations à membrane (ultrafiltration, microfiltration), l'évaporation sous vide et le séchage par atomisation, ii) d'homogénéisation et de microfluidisation et iii) de foisonnement, associée à la caractérisation fine des produits et des fractions de lipides obtenues. Le développement de techniques à membrane permettant d'obtenir des dispersions fines de lipides avec un apport énergétique faible est aussi un de nos axes de recherche pour permettre une meilleure protection des composés lipidiques fragiles.

Le développement de procédés physiques fait appel à des compétences en génie des procédés, en technologie mais également en physique (caractérisation de la structure des particules de lipides) et en biochimie (dosage des lipides). L'INRA de Rennes bénéficie des outils de la plateforme « Lait » pour fabriquer des émulsions et des liposomes, séparer et concentrer les phospholipides du lait et fabriquer des poudres enrichies en matière grasse (Tour de la société Bionov).

### **Quelques résultats exemples de résultats :**

- La mise en cascade d'opérations unitaires (centrifugation, microfiltration, ultrafiltration) permet la concentration de fragments de membranes qui entourent les globules gras dans le lait et des phospholipides, à partir de crèmes et de babeurres (co-produit de la fabrication du beurre). Cela permet une meilleure valorisation des propriétés émulsifiantes des phospholipides du lait, jusqu'alors peu exploitées. De plus, cela permettra de mieux connaître leurs propriétés nutritionnelles et d'accroître la compréhension de leur rôle au cours de la digestion des globules gras du lait.
- L'homogénéisation du lait conduit à une forte diminution de la taille des globule gras, à une rupture de leur membrane biologique riche en phospholipides et à l'adsorption de caséines, ce qui

modifie les mécanismes de leur hydrolyse au cours de la digestion [Berton et al., 2009 ; projet ANR Agilait].

- Le fractionnement à sec permet l'obtention de fractions de triglycérides caractérisées par des compositions en acides gras différentes, et dont les propriétés de cristallisation et de fusion ont été étudiées [Lopez & Ollivon, 2009].
- Le fractionnement des globules gras natifs du lait selon leur taille par le procédé de microfiltration tangentielle a fait l'objet d'un brevet déposé par l'INRA de Rennes [Goudédranche et al., 2003 ; Michalski et al., 2007].
- Pour la fabrication de poudres laitières enrichies en matière grasse, la qualité de l'encapsulation de la matière grasse par homogénéisation en présence d'une matrice protéique-lactose avant séchage par pulvérisation est primordiale. La compréhension de la structure supramoléculaire de la matière grasse générée en partie par l'homogénéisation permet d'orienter les paramètres de process et les propriétés physico-chimiques des poudres laitières enrichies [Vignolles et al., 2009].
- Développement des techniques membranaires pour la fabrication d'émulsions eau/huile avec une faible consommation énergétique [Berot et al., 2003].

### Principaux partenaires :

INSERM/Univ. Marseille ;

Physico-Chimie – Pharmacotechnie – Biopharmacie, UMR CNRS 8612-Univ. Paris-Sud (Châtenay-Malabry) ;

Laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie pour l'Environnement, UMR 7564 CNRS - Université Henri Poincaré, Nancy-Université;

Synchrotron SOLEIL Gif sur Yvette ;

Interprofession laitière française (CNIEL) ;

ADRIA Quimper ;

Dairy Innovation Australia Ltd (Werribee, Australie) ; Université du Queensland (Brisbane, Australie).

### Unités impliquées, mots-clés, contacts

UMR Science et Technologie du Lait et de l'œuf (STLO), INRA-Agrocampus Ouest Rennes.

Mots-clés : Globules gras du lait, phospholipides, poudres, techniques séparatives à membrane.

Contact : [Christelle.Lopez@rennes.inra.fr](mailto:Christelle.Lopez@rennes.inra.fr)

UR Biopolymères, Interactions, Assemblages, INRA Nantes.

Mots-clés : Emulsion, mousses, émulsification et foisonnement par membranes.

Contact : [Serge.Berot@nantes.inra.fr](mailto:Serge.Berot@nantes.inra.fr)

### Pour en savoir plus :

#### Brevets, ouvrages :

- Goudédranche, H., J.-L. Maubois, J. Fauquant (2003) Method for obtaining milk products containing selected fractions of fat globules. Brevet US6,551,648 B1.

#### Publications :

- Lopez C. & M. Ollivon (2009) Triglycerides obtained by dry fractionation of milk fat. 2. Thermal properties and polymorphic evolutions on heating. *Chemistry and Physics of Lipids*, 159, 1-12.

- Berton A., C. Sebban-Kreuzer, S. Rouvellac, C. Lopez, I. Crenon (2009) Individual and combined action of pancreatic lipase and pancreatic lipase-related proteins 1 and 2 on native versus homogenized milk fat globules. *Molecular Nutrition and Food Research*, sous presse.

- Vignolles M.-L., C. Lopez, M.-N. Madec, J.-J. Ehrhardt, S. Méjean, P. Schuck & R. Jeantet, (2009) Fat properties during homogenization, spray-drying and storage affect the physical properties of dairy powders, *J. Dairy Sci*, 92, 58-70.

- Michalski M.-C., B. Camier, J.-Y. Gassi, V. Briard-Bion, N. Leconte, M.-H. Famelart & C. Lopez (2007) Functionality of smaller vs control native milk fat globules in Emmental cheeses manufactured with adapted technologies. *Food Research International*, 40, 191-202.

- Berot S., S. Giraudet, A. Riaublanc, M. Anton & Y. Popineau. (2003) Key factors in membrane emulsification. *Trans IchemE*, 81, A, 1077-1082.