

URGENT : réponse à faire pour le 05/09 au plus tard.
A fournir impérativement : CV, lettre de motivation, notes niveau M, coordonnées des responsables de stage et classement (niveau M).

Offre de formation doctorale : thèse avec financement (2016-2019) de la région Pays de la Loire

Titre du projet :	Proposition et caractérisation d'un équipement innovant pour l'obtention de mousses à base de matrices alimentaires.
Equipe d'encadrement	Agnès MONTILLET (GEPEA) 33 (0)2 40 17 81 31/ 33 (0) 2 40 17 26 77 agnes.montillet@univ-nantes.fr Catherine Loisel (GEPEA) Dominique Dellavalle (ONIRIS) Alain Riaublanc (BIA) Arnaud Saint-James (IPR)
Principaux laboratoires impliqués	GEPEA (Génie des Procédés, Environnement, Agroalimentaire) UMR CNRS 6144 BIA (Biopolymères, Interactions Assemblages) UR1268, INRA de Nantes IPR (Institut de Physique de Rennes)
Localisation principale	GEPEA - ONIRIS (Nantes)
Rémunération	Financement par la région des Pays de la Loire

ECOLE DOCTORALE "Sciences Pour l'Ingénieur, Géosciences, Architecture" (ED 498)

Résumé du projet :

De nos jours, les mousses à base de matrices alimentaires foisonnées sont présentes dans de nombreux produits tels que les desserts lactés. S'agissant de produits alimentaires innovants, la formulation des mousses et des gels foisonnés est une problématique qui fait l'objet d'un intérêt particulier du fait des attentes des consommateurs et de leur engouement pour les produits allégés [1-4].

Cependant, les mousses alimentaires sont principalement élaborées à partir de procédés discontinus basés une agitation mécanique et dont l'efficacité énergétique est discutable. D'un point de vue fondamental, ces procédés ne permettent pas de contrôler le taux d'incorporation de la phase gazeuse, ni la taille et la répartition de taille des bulles formées dans le produit. Ceci implique que les réglages du procédé sont basés sur des considérations empiriques. Ce projet a pour objectif d'améliorer des procédés fonctionnant en mode continu en développant des outils plus polyvalents, facilement contrôlables et plus efficaces. En particulier, le travail proposé se concentrera sur des systèmes basés sur des arrangements de microcanaux. Une étude précédente et récente [5-7] a mis en évidence le potentiel des microcanaux en termes de recherche et de développement aussi bien que d'application industrielle. Les originalités de cette étude portaient sur le test de microcanaux pour l'élaboration de mousses alimentaires à haut débit, c'est-à-dire dans des gammes de débit en cohérence avec les besoins de l'industrie agroalimentaire. En s'appuyant sur ces essais, le projet proposé se donne comme ambition d'explorer les phénomènes physico-chimiques qui conduisent à la formation d'un train de bulles à l'échelle du procédé, et d'autre part d'étudier les moyens d'intensifier les mécanismes de fragmentation et d'érosion des bulles. Ce sont en effet, les principaux points critiques vis-à-vis du procédé. L'originalité de ce projet est de se baser sur des considérations fondamentales sur le mécanisme de dispersion gaz-liquide dans les microcanaux afin de concevoir un procédé innovant et efficace permettant la formation de mousses alimentaires. C'est pourquoi l'étude se basera sur l'utilisation de matrices liquides comprenant des molécules biosourcées complexes comme des protéines.

Compétences et connaissances requises:

- Connaissances sur les interactions physicochimiques dans les systèmes diphasiques.
- Connaissances en mécanique des fluides, en génie des procédés (mélange en particulier)
- Connaissances en biochimie.
- Connaissances sur les outils de statistique et d'analyse de données
- Une compétence en modélisation numérique dans le domaine des procédés serait appréciée.
- Un gout pour le développement de dispositifs expérimentaux et la réalisation d'expériences.

Mots clés : matrices alimentaires foisonnées, protéines, microsystèmes, procédé continu, mécanisme de moussage.

- [1] R.N. Zuniga, and J.M. Aguilera, Aerated food gels: fabrication and potential applications. *Trends in Science and Technology*, 19 (2008) 176-187.
- [2] A. Lazidis *et al.*, Whey protein fluid gels for the stabilisation of foams, *Food Hydrocolloids* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.02.022>.
- [3] M. Liszka-Skoczylas, A. Ptaszek and D. Zmudzinski, The effect of hydrocolloids on producing stable foams based on the whey protein concentrate (WPC), *Journal of Food Engineering* 129 (2014) 1–11.
- [4] E. Dickinson, Structuring of colloidal particles at interfaces and the relationship to food emulsion and foam stability, *J. of Colloid and Interface Science*, 449 (2015) 38–45.
- [5] M. Laporte, Etude de l'écoulement diphasique à l'échelle millimétrique et micrométrique : applications aux mousses. Thèse de doctorat de l'université de Nantes, 2014.
- [6] M. Laporte, D. Della Valle, C. Loisel, S. Marze, A. Riaublanc et A. Montillet, Rheological Properties of Food Foams Produced by SMX Static Mixers. *Food Hydrocolloids*, 43 (2015) 51-57.
- [7] M. Laporte, C. Loisel, D. Della Valle, A. Riaublanc, A. Montillet, Flow process conditions to control the void fraction of food foams in static mixers, *J. Food Eng.* 128 (2013) 119–126.

Proposal of a doctoral position (Ph D 2016-2019):

Title of the project	Proposal and characterization of an innovative design for food aerated matrix.
Managerial staff	Agnès MONTILLET (GEPEA) 33 (0)2 40 17 81 31/ 33 (0) 2 40 17 26 77 agnes.montillet@univ-nantes.fr Catherine Loisel (GEPEA) Dominique Dellavalle Alain Riaublanc (BIA) Arnaud Saint-Jalmes (IPR)
Principal involved laboratories	GEPEA (Génie des Procédés, Environnement, Agroalimentaire) UMR CNRS 6144 BIA (Biopolymères, Interactions Assemblages) UR1268, INRA de Nantes IPR (Institute of physics of Rennes)
Main location	GEPEA - ONIRIS (Nantes)
Salary	Usual doctoral status. Funding by the Region Pays de la Loire.

ECOLE DOCTORALE "Sciences Pour l'Ingénieur, Géosciences, Architecture" (ED 498)

Abstract of the project

Nowadays, aerated food matrixes are elaborated forms present in many food products like dairy desserts. Considering innovative food products, formulation of foams and aerated gels is a dynamic topic which is carried by the wave of infatuation of light products as well as by changing consumer expectations. [1-4]

However, food foams are still mainly elaborated with discontinuous processes using mechanical agitation that are not energetically efficient. On a fundamental point of view, these processes do not allow to control the rate of incorporation of the gas phase, nor the size and size distribution of bubbles. Therefore, process setting is based on empirical considerations. This project aims at considering the improvement of continuous processes by developing tools that are more versatile, easily controlled and energy efficient. This project will focus on continuous systems based on the arrangement of microchannels. A former and recent PhD study [5-7] has pointed out the potential of microchannels in terms of research & development as well as industrial application. The novelty of this work consisted in testing microchannels for elaborating food foams at high throughputs, i.e.

ranges of flowrates that are in accordance with industrial requirements. Based on these first trials, this project proposes to explore on the one hand the physico-chemical phenomena that lead to the formation of a train of bubbles at the scale of the process. On the other hand, this project will study the means of enhancement of mechanisms of bubbles fragmentation and erosion that lead to the final size distribution of bubbles. These are the main two key points that drive the process. The originality of this project is to combine fundamental considerations of mechanisms of gas-liquid dispersion in microchannels with the objective of designing an efficient new food process. That is why all the study will be conducted using complex protein-based liquids regarding targets of food industry.

Required skills:

- Knowledges of physico-chemistry interactions in diphasic systems.
- Knowledge of fluid mechanical, chemical and engineering processes (mixing in particular).
- Knowledge of statistical and mathematical tools for analysis and modelling of data.
- Knowledges in numerical modelling in the field of process engineering would also be appreciated.
- Abilities for implementation of experimental set-up and experiments.

Key words: Food aerated matrices, proteins, microsystems, continuous production, foaming mechanisms.

References

- [1] R.N. Zuniga, and J.M. Aguilera, Aerated food gels: fabrication and potential applications. *Trends in Science and Technology*, 19 (2008) 176-187.
- [2] A. Lazidis *et al.*, Whey protein fluid gels for the stabilisation of foams, *Food Hydrocolloids* (2015), [http:// dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.02.022](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.02.022).
- [3] M. Liszka-Skoczylas, A. Ptaszek and D. Zmudzinski, The effect of hydrocolloids on producing stable foams based on the whey protein concentrate (WPC), *Journal of Food Engineering* 129 (2014) 1–11.
- [4] E. Dickinson, Structuring of colloidal particles at interfaces and the relationship to food emulsion and foam stability, *J. of Colloid and Interface Science*, 449 (2015) 38–45.
- [5] M. Laporte, Etude de l'écoulement diphasique à l'échelle millimétrique et micrométrique : applications aux mousses. Thèse de doctorat de l'université de Nantes, 2014.
- [6] M. Laporte, D. Della Valle, C. Loisel, S. Marze, A. Riaublanc et A. Montillet, Rheological Properties of Food Foams Produced by SMX Static Mixers. *Food Hydrocolloids*, 43 (2015) 51-57.
- [7] M. Laporte, C. Loisel, D. Della Valle, A. Riaublanc, A. Montillet, Flow process conditions to control the void fraction of food foams in static mixers, *J. Food Eng.* 128 (2013) 119–126.