

SLAMM

GDR 2019 CNRS-INRAE

Newsletter du GdR SLAMM - décembre 2020

Edito

Bonjour à tous et à toutes,

C'est avec grand plaisir que nous publions le premier numéro de la Newsletter du GdR SLAMM (Groupement de Recherche Solliciter LA Matière Molle).

Tous les six mois, vous trouverez désormais dans cette Newsletter des informations utiles sur les actions que nous menons. Cette Newsletter a notamment pour objectif d'améliorer la lisibilité des actions de recherche, de formation et d'animations scientifiques que SLAMM développe en partenariat avec les acteurs académiques et industriels du domaine de la matière molle et de ses interfaces.

Dans cette première édition, nous mettons en avant quelques faits marquants scientifiques, rendons hommage à un collègue qui nous a récemment quittés, rendons compte de notre première journée 100% digitale en novembre dernier, et annonçons les deux prochaines réunions scientifiques prévues au premier semestre 2021.

Antoine Bouchoux, Ludovic Pauchard et Laurence Ramos – directeurs de SLAMM

antoine.bouchoux@insa-toulouse.fr, pauchard@fast.u-psud.fr, laurence.ramos@umontpellier.fr



Qui sommes-nous ?

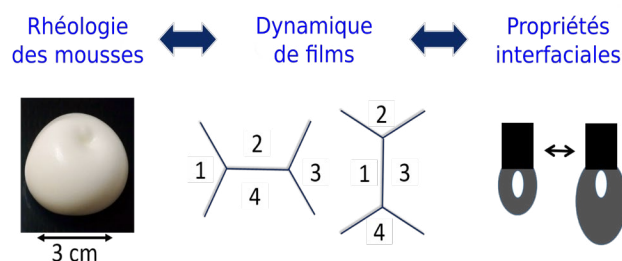
Le Groupement de Recherche (GdR 2019) SLAMM (Solliciter LA Matière Molle) est une structure conjointe CNRS / INRAE qui regroupe des laboratoires affiliés au département TRANSFORM de INRAE et des laboratoires affiliés au CNRS émanant de 3 instituts : Chimie, Physique et Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes. SLAMM a ainsi un caractère pluridisciplinaire fort. Sa mission est de réunir différentes communautés de recherche fondamentale et appliquée autour du comportement de fluides complexes à différentes échelles. SLAMM se propose de caractériser, rationaliser, modéliser, et prédire les comportements complexes de la matière molle, à l'équilibre et sous l'effet de sollicitations, avec deux motivations principales: (i) dégager des comportements universels, communs à de nombreux systèmes expérimentaux et (ii) répondre à des questions plus spécifiques en lien avec des applications, les fluides complexes étant en effet omniprésents dans la vie de tous les jours (produits alimentaires, cosmétiques, boues, peintures, ...), et au cœur de nombreux domaines industriels, comme l'agro-alimentaire, les revêtements, ou la récupération assistée du pétrole. SLAMM regroupe dans une même structure la physique, la chimie, la science des aliments et des bioproduits, et les procédés, avec une communauté riche d'environ 300 chercheurs issus d'une quarantaine de laboratoires.

<https://slamm.cnrs.fr/>

Quelques travaux récents

Mousses de protéines alimentaires : des caractéristiques rhéologiques déterminées par les films interfaciaux et leurs propriétés dynamiques

La contribution des propriétés interfaciales des films de tensioactifs aux caractéristiques rhéologiques des mousses est une question très débattue et principalement abordée sur des mousses de tensioactifs de faibles poids moléculaires. L'étude de mousses de protéines permet cependant d'étendre la gamme des propriétés des couches d'adsorption et des mousses ainsi formées. Pour des mousses d'isolat de protéines du lactosérum (WPI) ou de sa protéine majoritaire purifiée, la β -lactoglobuline, la variation du préconditionnement et du chauffage des poudres de protéines module la gamme des comportements rhéologiques. La recherche des corrélations entre les propriétés interfaciales des films et les comportements rhéologiques des mousses peut ainsi s'effectuer via l'échelle intermédiaire de la dynamique des films liquides entre bulles pendant les réarrangements topologiques majeurs de ces mousses (les réarrangements dits « T_1 »). Nous avons mis en évidence que, pour la β -Ig, la durée d'un réarrangement de type T_1 , le module élastique et le module de perte de la mousse sont d'autant plus élevés que le module élastique interfacial est élevé. La corrélation est moins nette dans le cas du WPI où la présence de lactose résiduel ou de constituants mineurs pourrait modifier l'effet du préconditionnement, du traitement à sec et des propriétés interfaciales, montrant la sensibilité élevée des propriétés finales des mousses à la composition et à l'historique de préparation des poudres de protéines.



L'échelle intermédiaire de la dynamique des films liquides entre bulles voisines connecte en partie la rhéologie des mousses de protéines à la rhéologie des interfaces air-solution.

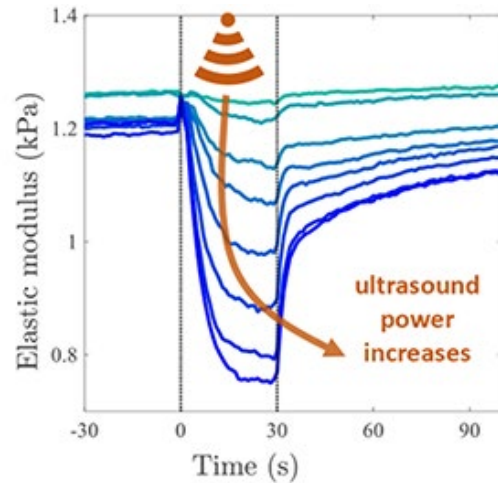
Interfacial properties, film dynamics and bulk rheology: A multi-scale approach to dairy protein foams

A. Audebert, A. Saint-Jalmes, S. Beaufils, V. Lechevalier, C. Le Floch-Fouéré, S. Cox, N. Leconte, S. Pezennec
Journal of Colloid and Interface Science, vol.542, p.222-232, 2019

<https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.02.006>

Des gels « rhéo-acoustiques »

Les gels colloïdaux, où des particules à l'échelle nanométrique s'agrègent en un réseau élastique mais fragile, sont au cœur de l'industrie et de la recherche fondamentale. Nous présentons ici les gels « rhéo-acoustiques », une classe de matériaux sensibles aux vibrations ultrasoniques. Les ultrasons permettent de diminuer l'élasticité de ces matériaux et de faciliter leur écoulement. Ces effets sont attribués à la formation de microfissures dans le gel, qui, selon l'intensité des ultrasons, peuvent ou non cicatrifier complètement une fois les vibrations ultrasonores désactivées. Les gels « rhéo-acoustiques » ouvrent donc une voie dans le défi majeur de la conception de matériaux souples « intelligents » qui adaptent leurs propriétés mécaniques en temps réel grâce à un stimulus externe.



Effet des ultrasons sur le module élastique d'un gel de noir de carbone. Au temps $t=0$ s, le gel est soumis à des ultrasons pendant 30 s. On observe que le gel ramollit d'autant plus que l'amplitude des ultrasons est forte.

Rheoacoustic gels: tuning mechanical and flow properties of colloidal gels with ultrasonic vibrations

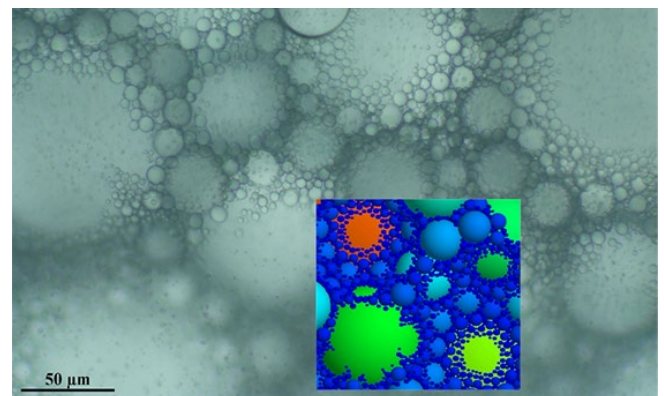
T. Gibaud, N. Dagès, P. Lidon, G. Jung, L. C. Ahouré, M. Sztucki, A. Poulesquen, N. Hengl, F. Pignon, & S. Manneville
Physical Review X, vol.10, 011028, 2020
<https://doi.org/10.1103/PhysRevX.10.011028>

Mechanics and structure of carbon black gels under high-power ultrasound.

N. Dagès, P. Lidon, G. Jung, F. Pignon, S. Manneville and T. Gibaud.
arXiv preprint <https://arxiv.org/abs/2011.06809>

Emulsions Apolloniennes

Nous avons étudié des émulsions huile/eau, à haut rapport de phase interne, dans lesquelles les gouttes d'huile restent sphériques malgré une fraction volumique extrêmement élevée, $\Phi = 0.95$. Pour réaliser cet exploit, les gouttes forment naturellement un empilement Apollonien, cet arrangement de sphères prévu par Leibniz mais que nous voyons dans la réalité pour la première fois. La recette est pourtant simple : c'est une « mayonnaise », mais avec *peu* de tensioactif non-ionique, ce qui génère une distribution très polydisperse des rayons des gouttes $\sim a^{-d_f-1}$. La dimension fractale $d_f \approx 2.48$, de l'interface huile/eau est reproductible et très proche de l'empilement Apollonien mathématique $d_f = 2.474$. Cette organisation spatiale est confirmée par diffusion de rayonnement X aux petits angles (SAXS), le facteur de structure expérimental étant remarquablement proche de celui d'un empilement Apollonien simulé. Le signal SAXS a aussi donné ce résultat étonnant que la surface totale des gouttes *augmente* avec le temps : la coalescence des gouttes n'est donc pas le seul processus pour générer l'empilement Apollonien. Le processus manquant est la fragmentation spontanée des gouttes, qui permet à l'émulsion de remplir les vides de façon optimale tout en minimisant l'énergie élastique du système. Grâce à la multitude de gouttes sphériques de toutes tailles, ces émulsions Apolloniennes s'écoulent comme un liquide visqueux Newtonien : un comportement auparavant inconnu dans les émulsions à $\Phi > 0.6$.



Cliché de microscopie optique d'une émulsion Apollonienne. En couleur, une tranche d'un empilement Apollonien simulé.

Apollonian packing in polydisperse emulsions

S. Kwok, R. Botet, L. Sharpnack, B. Cabane
Soft Matter, vol.16, p.2426-2430, 2020
<https://doi.org/10.1039/C9SM01772K>

Hommage



In Memoriam Olivier Spalla (1963-2020)

Olivier Spalla nous a quittés brutalement le 6 août 2020. Il débute sa carrière de chercheur au CEA en 1987, où il effectue sa thèse sous la direction de Bernard Cabane. Il s'est intéressé à la stabilité de dispersions de particules nanométriques de cérium. En présence de macromolécules de polyacrylamide, il a mis en évidence comment l'agrégation de chapelets gouvernait le diagramme de phases sol-gel. Pour comprendre finement la stabilisation électrostatique, il a commencé par développer un modèle de type MUSIC qui associe l'état de surface de chaque face colloïdale à sa nature cristallographique et identifie les contre-

ions adsorbés. Il a enfin construit un modèle de mécanique statistique des liquides décrivant finement le couplage entre réactions chimiques de surface et corrélations électrostatiques qui fait toujours autorité 25 ans après.

A la suite d'un séjour postdoctoral à Canberra en Australie en 1992, il s'intéresse également aux interactions à très courte distance entre surfaces comme celles étudiées par les machines de force ou les microscopes à force atomique. Il prend ensuite la responsabilité du laboratoire de diffusion de rayons X et applique la diffusion des rayons X aux petits angles à des domaines très divers. Ses travaux pionniers sur les mécanismes de nucléation-croissance de nanoparticules en suspension (nanoparticules d'or, d'oxydes et nanomédicaments), sur les mécanismes de l'altération des verres, et sur la métrologie des nanoparticules font aujourd'hui référence dans la communauté. Son investissement autour des outils de laboratoire et des techniques synchrotron a aidé à populariser les techniques de diffusion auprès de nouvelles communautés avec une participation active en enseignement (École de Bombannes), à l'encadrement de nombreux étudiants et aussi en expertise auprès de l'ESRF comme membre du SAC (Science Advisory Committee). Par la suite, après le développement de techniques associées à la métrologie des nanoparticules, Olivier s'est attaché à mieux comprendre leur toxicité. Loin de ses précédents sujets d'étude, il a compris toute l'importance d'une science pluridisciplinaire, alliant physique et écotoxicologie, pour concevoir des nanoparticules plus innovantes mais aussi plus sûres. Ce volet de nanotoxicité a ainsi pris de plus en plus d'ampleur, commençant au départ par l'encadrement d'une thèse sur les cyanobactéries, puis d'un postdoctorat sur les invertébrés. Lors de ces études, il s'agissait non seulement d'évaluer comment les nanoparticules interagissent avec les organismes mais également de comprendre comment elles pouvaient (ou non) s'y accumuler.

Olivier avait rejoint l'ANR début 2013 comme responsable scientifique puis responsable adjoint du département « Ingénierie, procédés, sécurité ». Il était depuis 2016 responsable du département Sciences physiques, ingénierie, chimie et énergie (SPICE).

Olivier Spalla, était un enfant de la méritocratie républicaine au sens noble du terme, et le revendiquait avec fierté. Très attaché à son Auvergne natale, marié et père de deux enfants, Il laissera à tous ses collègues et amis le souvenir d'un homme et d'un scientifique de talent, intègre, curieux, passionné, bienveillant et chaleureux, qui avait un sens aigu du service, qu'il a rendu sans compter à la communauté scientifique. Il nous manquera infiniment.

Les membres du Laboratoire Interdisciplinaire sur l'Organisation Nanométrique et Supramoléculaire (LIONS) & Christian Ligoure (L2C)

Événement récent

Journée en ligne du 18 novembre 2020

Initialement prévue à Biarritz, la réunion plénière d'automne s'est tenue en visio-conférence compte tenues des conditions sanitaires. La journée s'est déroulée autour de cours/exposés scientifiques portant sur une introduction à certains effets électrostatiques, une revue sur la diffusion de rayonnement, ainsi que la technique de RMN appliquée à la matière molle. Un exposé sur Solvay Recherche et Innovation a également été présenté. Plus de 120 personnes se sont inscrites à cette journée, qui a permis de réunir jusqu'à 87 participants simultanément. A travers ces exposés très dynamiques, les échanges ont été nombreux et la journée un vrai succès, atténuant les contraintes liées au monde distanciel.



Les présentations de la journée sont disponibles [sur le site du GdR : https://slamm.cnrs.fr/?p=1177](https://slamm.cnrs.fr/?p=1177)

Événements à venir

19 janvier 2021

Journée thématique
« Les protéines sont-elles
des colloïdes/polymères
comme les autres ? »

19 janvier 2021

Journée thématique « Les protéines sont-elles des colloïdes/polymères comme les autres ? »

En plus de ses journées plénières annuelles, SLAMM propose des journées d'échanges scientifiques centrées sur une problématique particulière. Après la journée organisée en avril 2019 à Reims sur la diffusion et les phénomènes de transport, le GdR propose une nouvelle journée thématique, centrée sur les protéines et les questions qu'elles posent aux différentes communautés disciplinaires qui composent le GdR : Quelles sont les spécificités de ces biopolymères, capables de former de nombreux types d'objets colloïdaux ? Quelles sont les techniques qui permettent de caractériser leur comportement ? Quels sont les mécanismes qui l'expliquent ?

Cette journée sera composée de deux conférences invitées, par Mikael Lund (Lund University, Suède) et Christophe Schmitt (Nestlé, Suisse), et de onze présentations courtes, qui illustreront la richesse et la diversité des regards portés sur les protéines.

Cette journée, entièrement virtuelle, aura lieu le 19 janvier 2021.

Programme : <https://slamm.cnrs.fr/?p=853>

Inscription, gratuite mais obligatoire, jusqu'au 6 janvier 2021 : JT-SLAMM-proteins@inrae.fr. Propositions de tables rondes : jusqu'au 10 décembre 2020.

Coordinateurs Amélie Banc (L2C, CNRS, Montpellier), Adeline Boire (BIA, INRAE, Nantes), Stéphane Pezennec (STLO, INRAE, Rennes), Arnaud Saint-Jalmes (IPR, CNRS, Rennes)

[> Plus d'informations sur le site.](#)

6-9 avril 2021

Journées plénières 2021

6-9 avril 2021

Journées plénières 2021

Au vu de l'évolution de la crise sanitaire, les journées plénières du GdR SLAMM, initialement prévues en novembre 2020, sont maintenant programmées du 6 au 9 avril 2021, à Biarritz et si les conditions sanitaires le permettent.

Ces journées seront une fois de plus l'occasion d'échanger sur les projets en cours, de faire un point d'étape sur des questions cruciales en favorisant dans la mesure du possible les présentations par les plus jeunes.

[> Plus d'informations sur le site](#)