

Formulation d'émulsions de Pickering à base de poudres végétales issues de la valorisation de co-produits alimentaires

Contact : Delphine Huc-Mathis & Véronique Bosc

Unité : UMR Ingénierie Procédés Aliments (GENIAL)

Mots-clés : émulsions de Pickering, particules biosourcées, valorisation de coproduits, stabilité, réseau.

Résumé :

Des émulsions huile dans eau ont pu être stabilisées par des particules insolubles issues de la valorisation de co-produits de pomme et d'avoine. Les produits obtenus présentent les caractéristiques d'un gel faible résultant de l'organisation des gouttelettes d'huile stabilisées par les particules mais également des particules elles-mêmes, en excès dans la phase aqueuse.

Contexte et enjeux :

La cellulose est le bio polymère le plus abondant sur Terre. Elle a de nombreuses sources parmi les plantes, dont les céréales, les fruits et les légumes, au sein desquels la fraction cellulosique n'est que peu valorisée. De nombreuses études se sont focalisées sur l'évaluation du potentiel de ces bioproduits végétaux par l'isolation de fractions fonctionnelles (fibres, amidon, protéines ou polyphénols notamment). Cependant, ces approches nécessitent le recours à des dépenses énergétiques conséquentes pour extraire, fractionner et purifier les composés d'intérêt. La pertinence de cette stratégie peut être discutée si l'on considère que l'un des principaux objectifs de la valorisation de coproduits est d'atteindre un bénéfice environnemental. De fait, proposer une valorisation de coproduits peu transformés serait une alternative intéressante au parti pris des fractions purifiées. Une telle matière première, bien que plus complexe et peut-être plus variable, pourrait posséder des propriétés d'intérêt pour la formulation de produits (texture, stabilité...) en s'appuyant sur les éléments solubles et insolubles de sa composition.

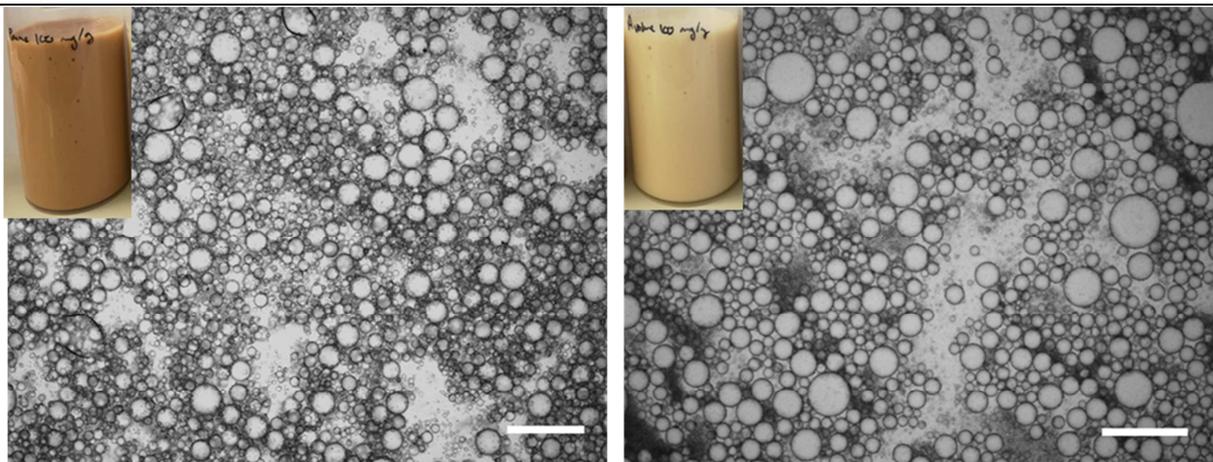
La présente étude a permis de tester les propriétés fonctionnelles de poudres de pomme et d'avoine, séchées et micronisées à partir des coproduits du jus de pomme et de farines d'avoine, sans recours à aucun solvant ni étape de fractionnement. Les particules obtenues ont ainsi une taille de 5 μm , qui les rend pertinente pour une application dans des émulsions de Pickering, c'est à dire stabilisées par des particules solides.

Résultats :

Des émulsions ont été formulées à 50% d'eau et 50% d'huile, avec une charge de 4,8% de poudre comme agent stabilisant. Elles se sont révélées stables vis à vis de la coalescence durant 15 jours de stockage à température ambiante, puisque la taille des gouttelettes mesurées par granulométrie est restée inchangée. De plus, aucun crémage n'a été observé durant 1 mois. L'observation des émulsions en microscopie optique et confocale a révélé des systèmes très encombrés, de type huile dans eau, avec des particules situées autour des gouttelettes mais formant aussi un réseau s'étendant en phase continue. Cette organisation développe des propriétés viscolélastiques caractéristique d'un gel faible. Les émulsions à base de pomme se sont révélées plus stables que celles à base d'avoine, ces dernières subissant une contraction du gel, d'où un drainage de phase continue visible à partir du 3^{ème} jour. Pour autant, l'émulsion concentrée n'a pas présenté de coalescence, comme évoqué précédemment. Le gel est plus fort pour les émulsions à base de pomme, avec $G' (0,1\text{Hz}) = 45 \text{ Pa}$, contre 9 Pa pour les émulsions à base d'avoine. De plus, les niveaux de modules G' et G'' sont inchangés au cours du temps entre J0 et J15 pour les émulsions à base de pomme (alors qu'ils augmentent pour les émulsions à base d'avoine de part la concentration de l'émulsion due à la contraction du gel). Il est à noter que parmi différentes huiles testées, celles à base de triglycérides répondent bien à ces formulations clean label, qu'ils soient naturels (huile de colza) ou synthétiques (myritol 318), permettant d'envisager des applications alimentaires ou non alimentaires, notamment cosmétiques.

La dispersion des particules de pomme et d'avoine dans l'huile avant l'émulsification a permis de réaliser des émulsions plus stables en terme de taille de gouttelettes que pour une dispersion dans l'eau. Dans cette dernière, les fractions solubles (protéines et éventuellement pectines pour la pomme) et insolubles des poudres sont mises en jeu pour l'émulsion. La fraction soluble des poudres, notamment pour la pomme, permet de stabiliser des émulsions durant quelques jours uniquement. Dispersée dans l'huile, les éléments solubles issus des matières premières ne se sont pas solvatés. Lors de l'émulsification, seules les particules insolubles seraient donc mises en jeu à l'interface, alors que lors d'une dispersion dans l'eau, les deux fractions pourraient être en compétition ou en complément pour l'interface.

Ces résultats démontrent des rôles complémentaires de ces éléments (fraction soluble et particules), qui peuvent être mis à profit simultanément grâce à l'emploi de ces matières premières complexes et peu transformées.



Emulsions huile dans eau (50/50 p/p) stabilisées par des particules issus de co-produit de pommes (à droite) ou d'avoine (à gauche).

Perspectives :

En termes de perspectives, l'étude se porte aujourd'hui sur la décorrélation de ces effets, en caractérisant plus finement chaque phase. D'autre part, un plan d'expériences sera mené pour évaluer une possible réduction de la phase grasse et la charge en particules, notamment en supplémentant la phase continue à l'aide d'un polymère naturel. Enfin, un nouveau sourcing de particules est à l'étude avec une poudre d'orange issue de la valorisation du jus d'orange. Cet ensemble permettra d'étoffer la preuve de concept déjà établie.

Valorisation :

- Poster. D. Huc-Mathis, C. Journet, N. Fayolle, V. Bosc. (2018). « Applications of micronized cellulose fibers obtained from food waste for Pickering emulsions ». Food Colloids Conference, 9-11/04/2018, Leeds, Royaume Uni.
- Poster. D. Huc-Mathis, C. Journet, N. Fayolle, V. Bosc. (2018). « Applications of micronized fruits powders for Pickering emulsions ». Cosmetic 360, 17&18/10/2018, Paris, France.
- Conférence orale. D. Huc-Mathis, C. Journet, N. Fayolle, V. Bosc. (2018). « Emulsifying properties of food byproducts: valorizing apple pomace and oat bran ». EFFoST International Conference, 6-8/11/2018, Nantes, France.
- Article scientifique. D. Huc-Mathis, C. Journet, N. Fayolle, V. Bosc. « Emulsifying properties of food byproducts: valorizing apple pomace and oat bran ». Soumis en Octobre 2018 pour une « special review » à Colloids & Surface A.

Références bibliographiques :

- Laufenberg G., Kunz B., Nystroem M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87: 167-198.
- Marku D. Whalgren M., Rayner M. Sjöön M, Timgren A. (2012). Characterization of starch Pickering emulsions for potential applications in topical formulations. *International Journal of Pharmaceutics*, 428: 1-7.
- Murray B.S., Durga K., Yusoff A., Stoyanov S.D.. (2011). Stabilization of foams and emulsions by mixtures of surface active food-grade particles and proteins. *Food Hydrocolloids*. 25(4): 627-38.

- Rabetafika H.N., Bchir B., Blecker C., Richel A. Fractionation of apple by-products as source of new ingredients: Current situation and perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 40(1): 99-114.
- Ralla T., Slamminen H., Edelmann M., Dawid C., Hofmann T., Weiss J., Oat bran extract (*Avena sativa L.*) from food by-product streams as new natural emulsifier. *Food Hydrocolloids*, 81: 253-262.
- Rayner M., Sjöo M., Timgren A., Dejmek P.. (2012). Quinoa starch granules as stabilizing particles for production of Pickering emulsions. *Faraday Discussions*, 158: 139–55.
- Tamayo Tenorio A., Gieteling J., Nikiforidis C.V., Boom R.M., van der Goot A.J. (2017). Interfacial properties of green leaf cellulosic particles. *Food Hydrocolloids*, 71: 8-16.
- Timgren A., Rayner M., Sjöo M., Dejmek P. (2011). Starch particles for food based Pickering emulsions. *Procedia Food Science*, 1: 95–103.
- Wallecan J., McCrae C., Debon S.J.J., Dong J., Mazoyer J. (2015). Emulsifying and stabilizing properties of functionalized orange pulp fibers. *Food Hydrocolloids*, 47: 115-123.
- Winuprasith T., Suphantharika M. (2013). Microfibrillated cellulose from mangosteen (*Garcinia mangostana L.*) rind: Preparation, characterization, and evaluation as an emulsion stabilizer. *Food Hydrocolloids*, 32: 383-394.