



RECUEIL DES RÉSUMÉS INNO'SWEET 2025

Organisé par le CRT AGIR

37 Avenue Albert Schweitzer, 33600 Pessac

www.agir-crt.com

05 57 96 83 33

contact@agir-crt.com



RECUEIL DES RÉSUMÉS

- P1 - Étude et modélisation des effets des supports d'arômes et du procédé de panification sur les caractéristiques de brioches aromatisées 1
- C1 - Réduction de l'index glycémique et maintien des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du pain 3
- C2 - Structural and compositional properties of pea and lupin seed-derived ingredients produced by dry fractionation 5
- C3 - Analyse multidimensionnelle de l'impact des sucres sur la texture des muffins 7
- C4 - Comment la composition des matières protéiques végétales peut influencer la stabilité et la rhéologie de formulations alimentaires 9
- C5 - Efficacité de l'utilisation d'une source d'umami végétale sur la qualité sensorielle des matrices alimentaires à teneur réduite en sel 11
- P2 - Huiles et graisses alimentaires : pourquoi et comment les fonctionnaliser ? 13
- C6 - Performance of mono-diglycerides in bakery : effect of the physicochemical characteristics of MDGs on the soft bread attributes 14
- C7 - Glucides polymériques, colloïdes, gommés et procédés de fabrication : comment évaluer leur performance sur la robustesse physique et la durée de vie de mix glacés, yaourts, sauces et boissons ? 16

C8 - Utilisation d'ingrédients végétaux pour remplacer les œufs dans des cakes : comparaison multi-échelles des propriétés rhéologiques, thermiques et mécaniques	18
C9 - Mousses d'huiles végétales : influence de la formulation de ces matrices dispersées innovantes sur leur stabilité à l'oxydation	20
P3 - Les protéines végétales, de la tradition à l'innovation : le pouvoir de la fermentation	22
C10 - Impact of lecithin concentration and type on textural properties of fat-reduced cookies	24
C11 - On the use of superheated steam for French Bread baking	25
C12 - Advancing the understanding of puff pastry margarines with LAOS method	26
C13 - Étude du pouvoir bactériostatique d'huiles essentielles émulsionnées par Hydrofeeling®	27
C14 - Émulsions doubles : le surprenant rôle stabilisateur des gouttelettes internes	29

LE MOT DES ORGANISATEURS

“

Bienvenue à la 2^e édition du colloque INNO'SWEET !

Le CRT AGIR est fier de reconduire ce rendez-vous scientifique qui réunit les acteurs au carrefour entre la recherche, l'application et l'industrie avec, pour cette nouvelle mouture, toujours plus de présentations autour de problématiques et d'enjeux R&D concrets. Au cours de ces 1,5 jours, nous espérons que vous pourrez vous inspirer des travaux présentés, les questionner dans de fructueux échanges et surtout nous espérons que vous trouverez des solutions applicables à court et moyen terme pour vos produits et vos problématiques.

Toute l'équipe vous souhaite de passer un agréable moment.

L'équipe INNO'SWEET

”

ETUDE ET MODELISATION DES EFFETS DES SUPPORTS D'AROMES ET DU PROCEDE DE PANIFICATION SUR LES CARACTERISTIQUES DE BRIOCHES AROMATISEES

N. Bochansky¹, J.C. Laguerre¹, L. De Beaurepaire², M. Dugardin², R. Bouat²,
F. Buche¹

¹ UniLaSalle, Transformations & Agro-ressources, ULR 7519, 19 rue Pierre Waguet, 60000
Beauvais, France

² Metarom, 3 avenue de l'étoile du sud, 80440 Boves, France

Panification, arômes, brioche, modélisation, corrélations iconographiques

Cette étude examine l'influence des paramètres de fabrication et des supports d'arôme (propylène glycol/PG, triglycérides/TG, éthanol/EtOh, maltodextrine/Ato) sur les caractéristiques physiques et sensorielles de brioches. Un plan d'expériences a été mis en œuvre, comprenant 7 facteurs (6 quantitatifs liés au processus de fabrication et 1 qualitatif correspondant au support d'arôme). L'utilisation d'une approche innovante, l'iconographie des corrélations avec le logiciel CORICO, permet de réduire à 22 le nombre d'essais nécessaires au plan d'expériences tout en fournissant des modèles originaux, construits avec des interactions logiques entre les facteurs.

Il ressort de cette étude 3 éléments distincts :

- Les supports d'arôme PG et EtOh à 1% sur poids de pâte (farine + eau) forment précocement le réseau de gluten (- 20 secondes Glutopéak) et réduisent son travail et son extensibilité (-26 % et -40 % pour EtOh et -14 % et -14 % pour PG, Alvéographe).
- Les modèles obtenus par CORICO confirment les effets des facteurs liés au procédé et aux supports d'arôme sur la qualité des produits finis. On observe que l'augmentation de la durée de pétrissage réduit le moelleux et diminue la perception sensorielle de l'arôme ajouté, que l'augmentation de la vitesse de pétrissage réduit le nombre d'alvéoles par unité de surface d'une tranche de brioche et que l'augmentation de la durée de l'apprêt accroît l'appréciation globale du produit.

P1

Au sein de ces mêmes observations, on constate que la nature du support d'arômes (0,4% sur poids de pâte) peut modifier l'intensité des phénomènes observés.

-Enfin, une étude de stabilité de l'arôme sur 30 jours (GC-SPME) montre que sa rétention au sein d'une brioche est dépendante de la nature du support d'arôme mis en œuvre (-95 % ATO, -75 % EtOH, -69 % TG et -63 % PG par rapport à la pâte crue avant cuisson).

P1

REDUCTION DE L'INDEX GLYCEMIQUE ET MAINTIEN DES CARACTERISTIQUES PHYSICO- CHIMIQUES ET ORGANOLEPTIQUES DU PAIN

C. Rannou¹, A. Ghasemi¹, C. Fillonneau¹, C. Catanéo¹, C. Prost¹, A. Le Bail¹,
S. Le Feunteun², C.-Y. Boquien^{3,4}, P.-E. Sado³, S. Hadjadj^{3,5}, E. Vigneau¹

¹ Oniris VetAgroBio, UMR CNRS GEPEA 6144, Nantes, France

² INRAE, Institut Agro, STLO, 35042 Rennes, France

³ Centre de Recherche en Nutrition Humaine Ouest, Nantes, France

⁴ INRAE, UMR Phan, Nantes, France

⁵ L'Institut du Thorax, Nantes Université, CHU Nantes, Inserm, CNRS, Nantes, France

Pain, Index glycémique, Qualité sensorielle, Polyphénols, Pré-cuisson

Les produits céréaliers, notamment le pain, constituent la base de l'alimentation de la population mondiale. Ces produits fournissent l'énergie nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme mais peuvent également contribuer au développement de pathologies métaboliques comme l'obésité ou le diabète. Ainsi, une consommation importante de produits céréaliers possédant un index glycémique (IG) élevé constitue un facteur pouvant aggraver ces pathologies.

Le pain blanc fait partie des produits les plus consommés et appréciés mais possède un IG élevé.

Différentes stratégies ont été étudiées afin de diminuer son IG : modification du type de farine, incorporation de levain, ajout de fibres, d'amidon résistant ou de composés phénoliques ou encore modifications du processus de fabrication. Cependant, ces modifications peuvent avoir un impact sur la saveur ou la texture des pains, ce qui peut diminuer leur appréciation.

L'un des objectifs du projet NUTRIG « Impact de la combinaison des aliments d'un repas sur la libération des NUTRiments et l'Index Glycémique » est de développer un pain ayant un IG plus faible que le pain blanc classique tout en conservant des qualités organoleptiques proches et acceptables par les consommateurs.

Les facteurs testés pour atteindre cet objectif sont la réalisation d'une précuisson et l'ajout d'un extrait riche en polyphénols.

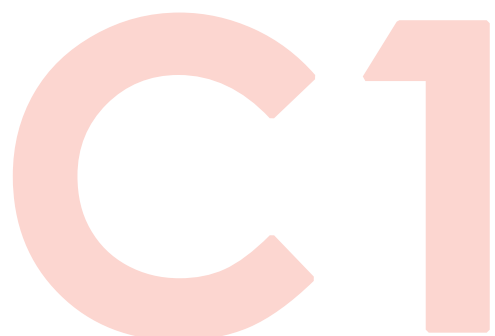


Trois formulations de pains ont été développées : un pain référence (REF) fabriqué selon une méthode classique, un pain précuit (PRE) et un pain précuit contenant un extrait de canne à sucre riche en polyphénols (POL). Ces trois pains ont été caractérisés d'un point de vue physico-chimique et sensoriel (56 consommateurs, notation hédonique, échelle en 9 points). L'IG des pains a été déterminé selon deux méthodologies : in vitro et in vivo (15 participants, référence = glucose).

Tout en restant dans une gamme de pains blancs, les pains formulés présentent quelques différences physico-chimiques. Le résultat d'une analyse de variance (ANOVA) (2 facteurs, 3 répétitions) permet de montrer qu'il n'y a pas d'interactions entre les facteurs et que la précuisson a tendance à diminuer le volume spécifique des pains ($F=44.61$, $p<0.001$), la dureté ($F=44.06$, $p<0.001$), l'élasticité ($F=225.96$, $p<0.001$), la cohésion ($F=31.58$, $p<0.001$), la résistance à la mastication ($F=114.85$, $p<0.001$) et à augmenter la teneur en eau ($F=27.19$, $p<0.001$). La présence de l'extrait de canne à sucre riche en polyphénols a un impact sur la couleur de la croûte (pour L^* , $F=10,11$, $p=0.003$) et de la mie (pour L^* , $F=29.25$, $p=0$) qui deviennent plus foncées. Ces modifications ont pu impacter l'appréciation des pains par les consommateurs ($F=6,18$, $p=0.003$), notamment l'ajout de l'extrait de canne à sucre (notes hédoniques : REF= 5.6 ± 1.8 ; PRE= 5.8 ± 1.8 ; POL= 4.9 ± 1.7).

Au niveau nutritionnel, le protocole in vitro n'a pas permis de mettre en évidence des différences d'IG tandis qu'in vivo les pains REF, PRE et POL ont respectivement obtenu des IG moyen de 71.1, 62.4 et 56.7, soit une réduction maximale de 20% d'IG, avec un effet produit significatif au seuil de 6.7% déterminé par une ANOVA à effet mixte (effet sujet aléatoire, effet produit fixe). Un test de comparaison (Dunett) entre les pains REF et POL montre une différence significative entre les pains au seuil de 6.1%.

La réduction d'IG de pains via des facteurs de process et de formulation semble prometteuse sans modification importante d'appréciation organoleptique de la part des consommateurs. La combinaison de ces pains à d'autres aliments afin de simuler un repas permettrait ensuite de déterminer si l'impact de la réduction d'IG perçue quand le pain est consommé seul se retrouve lorsque le pain est consommé au cours d'un repas.



STRUCTURAL AND COMPOSITIONAL PROPERTIES OF PEA AND LUPIN SEED- DERIVED INGREDIENTS PRODUCED BY DRY FRACTIONATION

P. Gélébart¹, G. Maraval², A. Kermarrec¹, A. Meynier¹, E.-A. Norwood^{4,5}, A. Riaublanc¹, A. Réau², C. Berton-Carabin^{1,3}

¹ INRAE, UR1268 BIA, F44300 Nantes, France

² UMR IATE, UM Montpellier, INRAE, Institut Agro, F34060 Montpellier, France

³ Wageningen University & Research, Laboratory of Food Process Engineering, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

⁴ ONIRIS, Université de Nantes, CNRS, GEPEA, 44300 Nantes, France

⁵ USC 1498 INRAE-TRANSFORM Department and GEPEA UMR CNRS 6144, 44000 Nantes, France

Pea proteins, lupin proteins, dry fractionation, air classification, lipid content

In the context of a growing demand for plant protein ingredients for food applications, dry fractionation is a sustainable process for producing high-quality protein fractions from pulses. This process is more energy-efficient and preserves protein functionality better compared to wet fractionation. A prominent example is air classification, used to separate protein-rich particles from other seed constituents (e.g., starch granules for pea seeds and fibers for lupin seeds), thus yielding protein concentrates on the one hand, and protein-poor fractions on the other hand. Another example of a dry fractionation technique is electrostatic separation, which separates components based on their charge. Although substantial work has been done on dry fractionation of pulses and on the functional properties of the fractions obtained thereby [1, 2], the fine morphology of the ingredients obtained as well as their detailed composition are far from systematically investigated in literature.

The objective of this work was to assess the morphology of pea and lupin fractions obtained by dry fractionation, and their detailed composition with a focus on non-protein components, such as lipids.



Air classification led to a protein-rich (concentrate) and a protein-poor fractions, of which the proportions and purity could be slightly tuned by the rotation speed. Moreover, lipids and others non-protein components accumulated in the protein-rich fraction. This is an important outcome, as these components can play a role on the functional properties of protein ingredients in suspensions or emulsions, for example [3]. These results substantiate the interest of dry fractionation and the fact that it is not always necessary to have highly pure plant protein ingredients, depending on the targeted functionalities.

Références bibliographiques

- [1] Schutyser MAI, Pelgrom PJM, van der Goot AJ, Boom RM. 2015. Dry fractionation for sustainable production of functional legume protein concentrates. *Trends Food Sci. Technol.* 45(2):327–35.
- [2] Assatory A, Vitelli M, Rajabzadeh AR, Legge RL. 2019. Dry fractionation methods for plant protein, starch and fiber enrichment: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 86:340–51.
- [3] Keuleyan E. 2024. Food emulsions stabilized by plant-based protein ingredients: From interfacial structure to digestion. Nantes University.

ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE DE L'IMPACT DES SUCRES SUR LA TEXTURE FINALE DES MUFFINS

L. Pruvot¹, M. Roze¹, M. Crépin¹, A. Sommier², J.-C. Guarrigues³, M. Delamplé¹

¹ CRT AGIR, 37 avenue Albert Schweitzer BP100, 33402 Talence Cedex, France

² I2M-TREFLE UMR CNRS 5295, Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence Cedex, France

³ Université de Toulouse III, SOFTMAT, UMR CNRS 5623, 31400 Toulouse, France

Réseau de neurones, cohésion, fermeté, modélisation, sucres

La texture des produits de types pâtes jaunes est une caractéristique essentielle qui détermine en grande partie l'appréciation du consommateur et son futur acte de rachat. La popularité de ces produits de boulangerie est d'ailleurs due à leurs textures moelleuses et aérées [1,2]. Certains paramètres, tel que la fermeté, sont donc limités au maximum, tandis que d'autres paramètres comme l'élasticité, la cohésion et la résilience sont recherchés dans le produit fini.

Cette étude s'intéresse à la contribution des sucres sur la texture finale des muffins. Trois paramètres ont été étudiés : le ratio sirop / sucre cristal dans la recette, la granulométrie du sucre cristal et le DE (Dextrose Equivalent) du sirop de glucose. Le DE est une mesure du pouvoir réducteur d'un sirop [3]. L'ensemble des produits formulés ont été analysés en texturométrie avec un test TPA (Texture Profile Analysis), permettant de mettre en avant certains optimums parmi les paramètres de recherche. Par exemple, sur 5 fractions de sucre cristal utilisées (allant de <250 µm jusqu'à >710 µm), la fraction avec une granulométrie comprise entre 250 et 400 µm permet de minimiser la fermeté des muffins tout en optimisant leur cohésion. Certains paramètres de texture, comme la résilience, ne sont pas impactés par l'ensemble des changements mis en œuvre. A l'inverse, la cohésion finale du produit est sensible à chacun des trois paramètres d'études.

Afin de valider la contribution des sucres sur la cohésion de nos produits, un réseau de neurones a été mis en place pour modéliser cette cohésion. Le réseau de neurones est une branche de l'intelligence artificielle.



Il repose sur le principe du machine learning. Les premières applications de cette méthode remontent aux années 1980 [4] bien que dans le domaine de l'agroalimentaire, son utilisation soit encore très limitée. D'un point de vue informatique, c'est un modèle multidimensionnel reliant un très grand nombre de nœuds (appelés neurones) les uns aux autres. Chaque nœud représente un paramètre d'étude, qui peuvent être soit des paramètres d'entrées (caractéristiques matières premières et process), soit des paramètres de sortie (caractéristiques produits finis et pâtes). La connexion entre un nœud d'entrée et un nœud de sortie est définie par un poids indiquant l'importance de la connexion entre ces deux paramètres. Ce type de méthode permet de traiter des jeux de données plus importants que les plans d'expériences, grâce à une puissance supérieure.

Dans cette étude, le réseau de neurones a été mis en place avec 30 paramètres d'entrées et un modèle fiable ($R^2 = 0.95$) a finalement été construit, permettant d'exprimer la cohésion à partir de trois paramètres clés : la quantité de sirop dans la recette, la densité apparente du sucre (fortement liée à la granulométrie) et le pH de la pâte. Ce premier modèle souligne l'apport des sucres dans la texture du produit fini, il ouvre la voie à une compréhension plus poussée des interactions entre les différents ingrédients. L'ajout de dimensions supplémentaires à ce réseau de neurones (avec l'étude des paramètres des autres matières premières) permettra d'expliquer plus finement d'autres paramètres de sortie. L'enrichissement du jeu de données pourra également permettre de modéliser certains paramètres intermédiaires, comme le pH de la pâte, qui semble avoir une certaine importance d'après le modèle actuel.

Références bibliographiques

- [1] CAUVAIN, Stanley P. et YOUNG, Linda S. Baked products: science, technology and practice. John Wiley & Sons, 2008.
- [2] WILDERJANS, Edith, LUYTS, Annelies, BRIJS, Kristof, et al. Ingredient functionality in batter type cake making. Trends in food science & technology, 2013, vol. 30, no 1, p. 6-15.
- [3] MANLEY, Duncan (ed.). Manley's technology of biscuits, crackers and cookies. Elsevier, 2011.
- [4] WU, Yu-chen et FENG, Jun-wen. Development and application of artificial neural network. Wireless Personal Communications, 2018, vol. 102, p. 1645-1656.



COMMENT LA COMPOSITION DES MATIERES PROTEIQUES VEGETALES PEUT INFLUENCER LA STABILITE ET LA RHEOLOGIE DE FORMULATIONS ALIMENTAIRES ?

R. Gazeau^{1,2}, V. Schmitt¹, C. Joseph²

¹ CRPP UMR CNRS 5031 Université de Bordeaux, 115 avenue du Dr Albert Schweitzer, 33600 Pessac, France

² ITERG, 11 rue Gaspard Monge, 33610 Canéjan, France

Protéines, formulation, lipides, émulsion, gel

Depuis plusieurs années, une demande croissante de la part des consommateurs pour des produits moins transformés, ayant un impact environnemental plus faible et dépourvus d'ingrédients chimiques artificiels tels que les conservateurs, stabilisants ou colorants est observée [1]. Une solution à ce problème pourrait être l'utilisation de protéines végétales dont les propriétés stabilisantes et gélifiantes sont reconnues [2]. Cependant, la complexité des systèmes en limite la maîtrise et constitue un obstacle à l'intégration de ces protéines dans les formulations alimentaires.

Ce projet ambitionne de réduire le gap qui existe entre la connaissance fondamentale qui peut être acquise sur des protéines et des lipides d'origine végétale et leur utilisation dans des maquettes de produits alimentaires. Diverses protéines végétales issues d'oléagineux et de légumineuses ont été étudiées sous plusieurs formes. Les solubilités des différentes protéines végétales dans une solution aqueuse ont été évaluées en fonction du temps et de l'agitation. Leur rôle stabilisant dans une émulsion a également été examiné à l'aide d'un granulomètre (qui permet de mesurer les distributions de tailles des gouttes) pour mieux comprendre l'impact de cette solubilisation.

Enfin, les propriétés gélifiantes ont été étudiées spécifiquement à l'aide d'un rhéomètre. Leur application dans une maquette applicative a ensuite été abordée.



L'objectif est de comparer un lait végétal existant avec une formulation où l'épaississant du lait est remplacé par les protéines.

La corrélation entre le temps de solubilisation déterminé précédemment et les propriétés stabilisantes et épaississantes a été étudiée dans cette nouvelle émulsion.

Le cas d'un isolat de soja sera présenté. Celui-ci a montré de bonnes propriétés stabilisantes pour des systèmes simples, ainsi qu'une capacité à gélifier à haute température. Le transfert vers un système formulé a révélé que l'isolat de soja est un excellent substituant pour stabiliser l'émulsion de lait végétal, tout en permettant d'obtenir une rhéologie similaire à celle du lait commercial.

Cependant, les résultats varient en fonction de l'origine végétale et de la forme protéique, ce qui souligne la nécessité d'étudier ces facteurs pour mieux comprendre et contrôler les mécanismes de stabilisation et de gélification.



Cliché de microscopie optique du lait végétal stabilisé par l'isolat de soja

Références bibliographiques

- [1] 16 fiches pour mieux appréhender les comportements alimentaires de 2025. (s. d.). Ministère de L'Agriculture, de la Souveraineté Alimentaire et de la Forêt. <https://agriculture.gouv.fr/16-fiches-pour-mieux-apprehender-les-comportements-alimentaires-de-2025>
- [2] Guéguen, J., Walrand, S., & Bourgeois, O. (2016). Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 51(4), 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2016.02.001>.

EFFICACITE DE L'UTILISATION D'UNE SOURCE D'UMAMI VEGETALE SUR LA QUALITE SENSORIELLE DE MATRICES ALIMENTAIRES A TENEUR REDUITE EN SEL

A. Dutoit¹, A. Guezenec¹, F. Dufreneix², C. Baty-Julien³, L. Coroller⁴, C. Renaud¹

¹ ADRIA, ZA Créac'h Gwen, 29000 Quimper, France

² CEVA, 83 rue de Pen Lan, 22610 Pleubian, France

³ VEGENOV, 1040 Pen Ar Prat, 29250 Saint Pol de Léon, France

⁴ Université de Brest, LUBEM UR 3882 /USC INRAE 1504, 6 rue de l'Université, 29000 Quimper, France

Umami, Sel, Algues, Analyse Sensorielle, Fonctionnalité

La France s'est engagée à réduire de 30% la consommation de sel, impactant les produits de charcuterie dans lesquels le sel joue un rôle sensoriel, microbiologique et fonctionnel. Le glutamate et certains nucléotides responsables de la saveur umami peuvent renforcer la perception du goût salé dans des produits contenant 25 à 40% de sel en moins [1]. Les algues et les champignons, riches en composés umami, représentent un potentiel intéressant pour diminuer le sel dans les aliments. La perception du goût salé peut également être influencée par la présence d'autres composants tels que les sucres, les protéines et la matière grasse.

Cette étude vise à évaluer l'efficacité de différents Produits Alimentaires Intermédiaires (PAI) à saveur umami sur le maintien des qualités organoleptiques, microbiologiques et fonctionnelles de matrices alimentaires réduites en sel. Premièrement, trois PAI (deux issus d'algues, un de champignon) ont été produits sous forme de bouillon et leur efficacité à maintenir la perception du goût salé dans des solutions aqueuses a été évaluée par analyse sensorielle.

L'innocuité microbiologique de ces PAI a été vérifiée et leurs propriétés fonctionnelles caractérisées.

Les résultats ont montré que les PAI n'ont pas de propriétés texturantes ou moussantes, ce qui facilite leur intégration dans une matrice alimentaire.



Le PAI issu de l'algue *Palmaria palmata* a démontré un potentiel effet exhausteur du goût salé et a été sélectionné pour la suite.

Pour complexifier le modèle, des matrices à base de ricotta et à teneurs variables en glucides, protéines, lipides, PAI et sel ont ensuite été formulées selon un plan d'expérience puis évaluées sensoriellement. Les résultats préliminaires montrent que le PAI ne contribue que faiblement à la perception du goût salé lorsqu'il est mis en œuvre dans ces matrices.

L'efficacité du PAI sera enfin évaluée dans des matrices charcutières en testant des concentrations plus élevées.

Références bibliographiques

[1] Rocha RAR, Ribeiro MN, Silva GA, Rocha LCR, Pinheiro ACM, Nunes CA, Carneiro JDS. Temporal profile of flavor enhancers MAG, MSG, GMP, and IMP, and their ability to enhance salty taste, in different reductions of sodium chloride. J Food Sci. 2020 May;85(5):1565-1575

HUILES ET GRAISSES ALIMENTAIRES : POURQUOI ET COMMENT LES FONCTIONNALISER ?

S. Danthine

Gembloux Agro-Bio Tech TERRA, Avenue de la faculté d'Agronomie 2B, Gembloux 5030,
Belgique

Fonctionnalisation, Diversification, Fractionnement, Inter-estérification, Hydrogénation

Les sources d'huiles et graisses alimentaires naturelles sont relativement peu nombreuses. Ces matières grasses natives ont chacune une composition propre et, de ce fait, des propriétés physicochimiques déterminées. Leur utilisation en l'état se limite donc à un nombre restreint d'applications.

Au sein des matières grasses d'origine végétale, la plupart sont fluides, seules quelques-unes sont solides ou semi-solides à température « ambiante ». Il existe pourtant une demande importante pour des produits gras ayant des profils de fusion et/ou cristallisation spécifiques, selon les applications auxquelles ils sont destinés.

Pour répondre à ces besoins particuliers, en plus des mélanges simples, les technologues alimentaires ont à leur disposition plusieurs moyens permettant de modifier les propriétés physicochimiques des corps gras ; il s'agit de l'hydrogénation, du fractionnement et de l'interestérification. Ces trois procédés peuvent être utilisés seuls ou en combinaison de façon à fonctionnaliser les matières grasses naturelles et d'en élargir les champs d'application, en particulier dans le domaine alimentaire.

Des exemples issus de l'industrie ainsi que de recherches menées au sein du laboratoire de Science des Aliments et Formulation seront présentés pour en illustrer l'intérêt.

P2

PERFORMANCE OF MONO-DIGLYCERIDES IN BAKERY: EFFECT OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MDGS ON THE SOFT-BREAD ATTRIBUTES

C. Buche¹, F. Buche², A. Menu¹, N. Toulon¹

¹ Olean, R&D Nutrition Department, rue Les Rives de l'Oise, 60280 Compiègne, France

² UniLasalle Beauvais, Transformation & Agro-ressources, ULR 7519, 19 rue Pierre Waguët, 60000 Beauvais, France

Soft bread, mono- and diglycerides, texture, structure, emulsifiers

This study examines the impact of mono- and diglycerides on soft bread texture and structure, focusing on variations in botanical origin (rapeseed, palm, hydrogenated palm), powder size (57, 150 and 350 μm), monoglyceride content (from 20 to 95%), and unsaturation level (from IV < 2 to 18-26).

Mono-diglycerides are widely used in bakery products to enhance texture by stabilizing the air-cell structure and improving crumb softness. Bread hardness and springiness were evaluated using a Texturometer TA.XT Plus. Internal structure parameters, including cell number and diameter, and density, were quantified with a C-Cell analyzer.

The study demonstrated that the botanical origin, mono content, powder size, and saturation level of mono- and diglycerides significantly influence bread texture. Among the tested samples, monoglycerides made from rapeseed achieved the best texture, reducing hardness by half compared to the control, while no significant difference was observed between monoglycerides made from palm stearin and palm oil. Higher mono content (>95%) resulted in significantly softer bread compared to formulations with lower monoglyceride content.

Powder size analysis revealed that 350 μm monoglycerides was less effective at reducing hardness than smaller particle sizes (180 and 57 μm), with no significant difference between the latter two.



Additionally, unsaturated monoglycerides produced softer bread than its saturated counterpart. Smaller particle sizes result in larger crumb cell diameters, while monoglycerides reduce cell numbers and crumb density. This lower density correlates with decreased resistance to compression, enhancing crumb softness.

This study demonstrates that the strategic selection of mono- and diglycerides, based on their chemical composition and physical properties, can significantly improve bread texture and structure. These findings highlight the importance of screening mono- and diglycerides to better understand the specific emulsifier characteristics that enhance sensory quality and shelf life of soft bread products, enabling more precise ingredient choices to achieve desired product standards.



GLUCIDES POLYMERIQUES, COLLOIDES, GOMMES ET PROCEDES DE FABRICATION : COMMENT ÉVALUER LEUR PERFORMANCE SUR LA ROBUSTESSE PHYSIQUE ET DUREE DE VIE DE MIX GLACES, YAOURTS, SAUCES & BOISSONS ?

S. Gressier¹, D. Lerche², T. Sobisch², A. Uhl²

¹ LUM France, 28 Avenue du 19 Mars 1962, 78370 Plaisir, France

² LUM GmbH, Justus von Liebig Strasse 3, 12489 Berlin, Germany

Stabilité, émulsions, durée de vie, méthodes de caractérisation, formulation

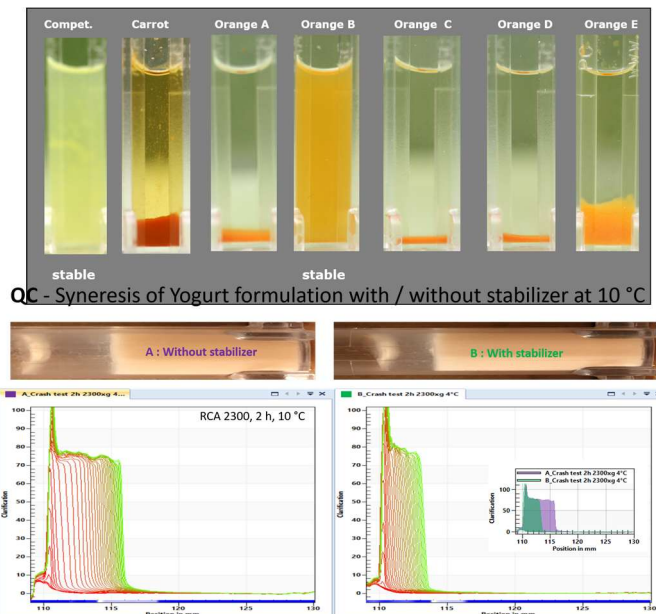
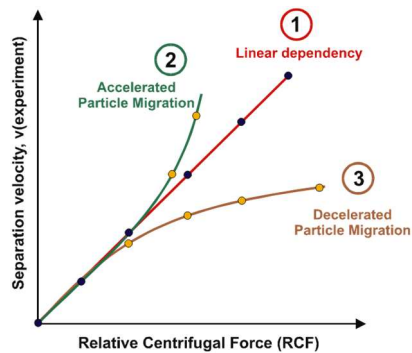
Cette présentation illustre par quelques études de cas centrées sur la recherche agroalimentaire (mix de glaces, yaourts, sauces, boissons) l'importance des tests de stabilité accélérés dans le développement de produits. L'idée principale est de donner aux physico-chimistes, en amont de leur recherche, davantage de connaissances pour concevoir, contrôler et anticiper rapidement les propriétés structurelles de leurs produits. Le comportement physique des formulations agroalimentaires joue un rôle majeur dans l'optimisation des procédés de fabrication impliquant la séparation solide-liquide, la coalescence ou la floculation, ces propriétés sont essentielles à étudier. Pour assurer un aspect uniforme au client final, la formation de sédiments, la précipitation de protéines, ou la flottation de couches de crème et d'anneaux sous le ménisque doivent être évitées ou minimisées. La technologie STEP®, par la lecture en continu des profils d'extinction dans l'espace et le temps d'une formule permet la visualisation directe "in situ" des mécanismes de séparation physique des dispersions et émulsions soumises à des contraintes / stress mécanique et thermique contrôlées.

La cinétique de coalescence, l'inversion de phase induite peuvent être mesurés in situ. En y couplant nos nouvelles cassettes de filtration, nous pouvons mesurer l'efficacité de membranes pour la séparation solide / liquide.



Pour les produits finis, le comportement de synérèse de réseaux polysaccharides ou de consolidation des protéines peut être accéléré. Pour la matière grasse ou les émulsions, LUMiSizer® fournit la distribution des vitesses de migration des globules comme critère direct du comportement de séparation à utiliser en contrôle qualité. Ces données fournissent la distribution granulométrique en volume, utile pour l'homogénéisation haute pression, ou l'étude de la déstabilisation par maturation d'Ostwald. Cette large gamme d'application est ici mise en évidence à partir d'exemples d'émulsions de boissons troubles, et dans le cas de suspensions, de dispersions de protéines végétales de pois.

L'analyse des données obtenues avec le LUMiSizer a permis de prendre des décisions éclairées sur les formules alimentaires à privilégier et celles à ajuster. Un indice d'instabilité a été créé pour comparer l'effet de différentes formules et optimiser les conditions de traitement d'homogénéisation.



Références bibliographiques

- [1] Y. HEO & M.S. BERGANA. Evaluation of creaming and sedimentation for nutritional beverages via analytical centrifuge, particle size analysis and rheology, The SoR 83rd annual meeting, 2011.
- [2] E.G. MURPHY et al. The effect of high velocity steam injection on the colloidal stability of concentrated emulsions for the manufacture of infant formulations, Procedia Food Science, 2011
- [3] D.N. TRANG NGUYEN, T. NICOLAI & L. BENYAHIA. Structure and stabilization of water-in-water emulsions in the presence of two types of microgels, Journal of Colloid and Interface Science, 2025, pp1040-1049, ISSN 0021-9797,

UTILISATION D'INGREDIENTS VEGETAUX POUR REMPLACER LES ŒUFS DANS DES CAKES : COMPARAISON MULTI-ECHELLES DES PROPRIETES RHEOLOGIQUES, THERMIQUES ET MECANQUES

J.-B. Scolan, J. Chouteau, L. Amigues, S. Cisneros, P. Barré

ALGAMA, 30 rue Vincent Moris, 92240 Malakoff, France

Ingrédients végétaux, remplacement d'œuf, rhéologie, cinétique de cuisson

La végétalisation de l'alimentation est un enjeu important pour les industriels. C'est pourquoi, le remplacement des œufs dans les produits de pâtisserie est au cœur de la recherche faite par ALGAMA.

Cette étude a pour objectif de comparer le comportement de l'œuf avec celui d'un substitut formulé à partir d'ingrédients végétaux (appelé Tamalga™) en vue d'une utilisation dans une matrice de cake. Pour comparer les performances du Tamalga™ et de l'œuf, des analyses à plusieurs échelles ont été effectuées.

Tout d'abord, à l'échelle de l'ingrédient unitaire cru en comparant les comportements des modules d'élasticité G' par analyse rhéologique en cellule de Couette, ainsi que les propriétés thermiques par DSC. Ces analyses ont montré des différences de températures de transitions de phases entre les deux ingrédients et des forces de gel différentes.

Ensuite, des mesures rhéologiques sur la pâte à cake crue ont permis de comparer l'impact de l'utilisation de Tamalga™ et de l'œuf sur l'évolution du module d'élasticité G' en fonction de la température.

Il en résulte un comportement similaire pour les deux ingrédients, mais un module G' supérieur pour la pâte à l'œuf.



Puis, des analyses au cours de la cuisson ont permis de comparer l'impact de l'ingrédient utilisé sur la cinétique de développement du cake. Ainsi, la hauteur des cakes et la concentration en CO₂ dans le four ont été mesurées et les résultats montrent que les cakes à l'œuf sont plus hauts que ceux au Tamalga™.

Enfin, des analyses après cuisson ont permis de comparer les propriétés mécaniques ainsi que sensorielles des cakes. Les cakes au Tamalga™ sont moins fermes, plus humides et plus pâteux que les cakes à l'œuf.

En conclusion, cette étude montre que les performances du Tamalga™ pour remplacer l'œuf dans les cakes sont satisfaisantes, même si des différences subsistent.



MOUSSES D'HUILES VEGETALES : INFLUENCE DE LA FORMULATION DE CES MATRICES DISPERSEES INNOVANTES SUR LEUR STABILITE A L'OXYDATION

L. Birault¹, A. Meynier¹, A.-L. Fameau², C. Berton-Carabin^{1,3}

¹ INRAE, UR 1268 BIA, F44300 Nantes, France

² INRAE, UMR UMET, F69650 Villeneuve d'Ascq, France

³ Wageningen University & Research, Laboratory of Food Process Engineering, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

Mousses d'huile, organogélateurs, oxydation des lipides, cristallisation des lipides

Les mousses d'huile sont des systèmes prometteurs pour des applications alimentaires, car elles peuvent remplacer au moins partiellement les lipides saturés, sans compromettre les propriétés de texture. Ces systèmes présentent également une bonne stabilité physique, et – étant non-aqueux – ont l'avantage de ne pas être sensibles à la dégradation microbienne.

Pourtant, les mousses d'huile sont encore relativement peu déployées en alimentaire et il reste certains défis à relever avant de pouvoir les mettre en œuvre plus largement pour de telles applications. L'un de ces défis concerne leur stabilité oxydative. C'est un point important à considérer, car l'utilisation d'huiles riches en acides gras polyinsaturés (AGPI) est hautement souhaitable d'un point de vue nutritionnel ; or, ces acides gras sont particulièrement sujets à l'oxydation, réaction particulièrement délétère pour la qualité sensorielle des produits concernés.

Le présent travail a porté sur l'étude de la stabilité oxydative de mousses préparées avec des huiles végétales riches en AGPI oméga 3 (huile de colza ou de lin) et différents types d'organogélateurs (acide stéarique, stéarate de monoglycéride et alcool stéarylique), et incubées à température ambiante. La structure et la stabilité physique des mousses

ont été suivies par diverses techniques (observations visuelles, microscopie, DSC, RMN).

L'oxydation des lipides a été évaluée par des mesures combinées de produits primaires (hydroperoxydes) et secondaires (substances réactives à l'acide thiobarbiturique, TBARS).



Nous avons constaté que les mousses d'huile présentent une meilleure stabilité oxydative que l'huile non foisonnée correspondante. L'oxydation des lipides est également influencée par le type d'organogélateur, ce qui peut s'expliquer par les propriétés structurales des systèmes et/ou par des propriétés antioxydantes spécifiques.



LES PROTEINES VEGETALES, DE LA TRADITION A L'INNOVATION : LE POUVOIR DE LA FERMENTATION

E. Fischer

Roquette Frères, 1 rue de la Haute Loge, 62136 Lestrem, France

Fermentation, Vegetable proteins, Traditional foods, Innovation

Fermentation is a natural process, occurring when microorganisms develop in food products, modifying the food's composition and producing new metabolites, such as the breakdown of carbohydrates into acid or alcohol. Fermentation has been used traditionally for centuries to enhance food shelf-life and ensure food preservation [1]. Beside those aspects, fermentation has been essential for flavor enhancement, nutrition improvement and functionality modification.

Today, due to changes in consumer habits and to feed the growing world population, vegetable proteins are of interest as an alternative to animal protein [2]. Despite significant improvement during the past years, some vegetable proteins may have limitations, such as a lower nutritional value, a lack of functionality and above all, a poor acceptance by consumers due to their "beany" flavor, bitterness and astringency.

Fermentation of vegetable matrices exist since a long time, with traditional fermented product made with legume for example [3-4]. Those products are obtained through an ancestral fermentation step, with spontaneous fermentation or through back-slopping of the previous batch. Without driving management, characteristics of the resulting products are variables.

From the tradition and with the increasing knowledge and technology, fermentation has now become a tool to face and answer the challenges of vegetable proteins to lever up their consumption [5].

First, fermentation has shown impact on functional properties of vegetable protein, resulting in texture modification of the fermented matrices [6].

Due to the protein hydrolysis and other activities, fermentation also leads to increase in digestibility and decrease in allergenicity, increasing the nutritional properties [7].

P3

Finally, during fermentation, microorganism's activities result in modification of the aroma compounds, by the removal of some compounds [8] and the production of new ones, leading to a modification of the organoleptic profile and enhancement of the sensory attributes..

Références bibliographiques

- [1] Manna et al., 2021, Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. *Foods*, 10, 2861. <https://doi.org/10.3390/foods10112861>
- [2] Fischer et al., 2020, *Pisum sativum* vs *Glycine max*, a comparative review of nutritional, physicochemical, and sensory properties for food uses. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 196-204. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.021>
- [3] Liem et al., 1977, Production of vitamin B-12 in tempeh, a fermented soybean food. *Appl Environ Microbiol*, 34(6):773-6. doi: 10.1128/aem.34.6.773-776.1977.
- [4] Ashagrie et al., 2023, Cereal-based fermented foods as a source of folate and cobalamin: The role of endogenous microbiota. *Food Res Int*, 174(Pt 1):113625. doi: 10.1016/j.foodres.2023.113625. Epub 2023 Oct 27.
- [5] Emkani et al., 2022, Effect of Lactic Acid Fermentation on Legume Protein Properties, a review. *Fermentation*, 8, 244. <https://doi.org/10.3390/fermentation8060244>
- [6] Fernández-Varela et al., 2024, Harnessing Fermentation by *Bacillus* and Lactic Acid Bacteria for Enhanced Texture, Flavor, and Nutritional Value in Plant-Based Matrices. *Fermentation*, 10, 411. <https://doi.org/10.3390/fermentation10080411>
- [7] Lao et al., 2024, Modulating Digestibility and Mitigating Beany Flavor of Pea Protein. *Food Reviews International*, DOI: 10.1080/87559129.2024.2346329
- [8] Fischer et al., 2021, Potential of Microorganisms to Decrease the “Beany” Off-Flavor: A Review. *J. Agric. Food Chem.* 70(15) 4493-4508. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07505> *J. Ag*

IMPACT OF LECITHIN CONCENTRATION AND TYPE ON TEXTURAL PROPERTIES OF FAT-REDUCED COOKIES

K.W. Looi, A. Menu, C. Buche, S. Hery, N. Toulon

Oleon, R&D Nutrition Department, rue Les Rives de l'Oise, 60280 Compiègne, France

Lecithin, fat reduction, cookie, texture, hardness

The aim of this study was to investigate the use of lecithin to reduce the fat content of cookies without compromising texture, specifically softness. Application trials were performed on plain cookies with an initial fat content of 56% (flour weight basis), exploring various levels of fat reduction in combination with lecithin concentrations ranging from 1% to 3% and utilizing different lecithin types.

Results showed that adding 1% lecithin softened full-fat cookies with normal fat content by 27%. As fat reduction increased, the hardness of the cookies also increased. At a 15% fat reduction, 1 to 2% lecithin restored cookie softness to control levels. With 2% lecithin, softness was restored to level similar to the control cookie, even with a 15% fat reduction. When fat was reduced by 30%, the hardness increased more than doubled; however, the addition of 3% lecithin compensated for this increase, although the cookie remained slightly harder than the control.

Investigating enzymatically modified lecithin, we found that hydrolyzed lecithin was twice as efficient as standard liquid lecithin, achieving the same cookie softness with only half the quantity. No significant differences were observed between lysolecithin from soy and sunflower sources.

These findings demonstrate lecithin's potential as a viable fat replacer, enabling the development of healthier cookies with minimal textural compromise.

C10

ON THE USE OF SUPERHEATED STEAM FOR FRENCH BREAD BAKING

A. Sommier, Y. Anguy

I2M-TREFLE UMR CNRS 5295, Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence Cedex, France.

Baking process, heat and mass transfer, microstructure, superheated steam

French bread is very well-known all around the world. We perceive the bread-maker as an artist making so many different products with only a few simple ingredients: flour, salt, water, yeast, and sometimes a few other ingredients (ascorbic acid, bean flour, exogenous enzymes). French bread requires energy, time and a very precise dexterity.

In this paper, the link between heat and mass transfer for a French loaf of bread is highlighted, as well as the interaction between the oven and the product. Furthermore, the link between thickness, temperature, mass and internal pressure of the product driven by the temperature and the relative humidity in the oven is addressed. Stress is put on the impact of steam on the porosity and the microstructure (e.g. size of starch grains). Using this knowledge, it becomes evident that the baking process is two-fold: the first phase is the expansion of the dough; the second phase is a drying process and the crust formation. Based on this knowledge, the superheated steam as an energy vector added to the classical ones (radiative and contact) is used.

We present a pilot oven and a new baking process using superheated steam at some key time. This leads to a time reduction (36%) and to a lower energy consumption (12%). The product was tested by an expert panel and judged as a traditional product of a quality.



ADVANCING THE UNDERSTANDING OF PUFF PASTRY MARGARINES WITH LAOS METHOD

A. Chakraborty¹, C. Blecker¹, R. Detry², V. Van Hoed², C. Deledicque², P. Barthelemy², S. Danthine¹

¹ Gembloux Agro-Bio Tech TERRA, Avenue de la faculté d'Agronomie 2B, Gembloux 5030, Belgique

² Industrialaan 25 Puratos nv Zone Maalbeek, 1702 Groot-Bijgaarden, Belgique

Non-linear rheology, large amplitude oscillation shear, puff pastry margarine

Puff pastry margarines require a precise balance of elasticity and viscosity to ensure optimal performance during lamination and baking. Conventional methods such as Solid Fat Content (SFC) analysis, hardness measurements, and the thumb test provide limited information, often missing critical nuances in structural behavior. This study explores the use of Large Amplitude Oscillatory Shear (LAOS) to evaluate the complex rheological properties of puff pastry margarines, offering a more comprehensive understanding of their performance characteristics.

For this study lamination margarines were processed using slightly different conditions and subjected to various tempering temperatures, which led to significant changes in their structural and mechanical properties. LAOS not only detected these changes but also highlighted variations in viscoelastic behaviors that were not discernible with traditional techniques. Moreover, advancements in LAOS data analysis enabled us to extract detailed insights into the nonlinear viscoelastic response at higher harmonics, providing a deeper understanding of the internal structure.

By comparing LAOS results with conventional methods, we established the superiority of LAOS in detecting subtle differences and its potential as a powerful tool for quality control. These findings pave the way for integrating advanced rheological techniques into routine analyses in the fat and oil industry.

The study discusses the methodology, results and the evolution in data analysis tools in maximizing the potential of LAOS for evaluating complex food systems like puff pastry margarines.

C12

ETUDE DU POUVOIR BACTERIOSTATIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE CITRON EMULSIONNEE PAR HYDROFEELING® DANS DES BOISSONS

A. Amilien, G. Gillet, C. Di Cola

Genialis, 1 ZI du Taillis, Champtoceaux, 49270 Orée d'Anjou, France

Boisson, ultrasons, huile essentielle, conservateur, Hydrofeeling®

Les huiles essentielles (HE) sont fréquemment utilisées dans les boissons pour les aromatiser mais, afin de les rendre solubles, divers additifs doivent être utilisés [1]. L'utilisation de la technologie Hydrofeeling®, qui consiste à utiliser des ultrasons de fréquences comprises entre 1MHz et 3MHz permet de réaliser des émulsions directes sans stabilisants ou agents émulsifiants [2] contenant 5 à 15% d'HE. Elle permet ainsi de réduire la proportion des ingrédients telle que la gomme arabique. De plus, cette technologie rend les actifs et notamment les huiles essentielles, plus biodisponibles [3].

Certaines HE, notamment celle de citron, sont connues pour leurs propriétés bactéricides et fongicides [4]. Nous avons voulu étudier leur activité anti microbienne dans des boissons après une émulsification avec le procédé Hydrofeeling®. L'objectif de la présente étude est ainsi de vérifier si le pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle peut être dépendant du procédé utilisé pour l'émulsionner au préalable.

Pour cela nous avons préparé des boissons à partir d'émulsions contenant 5% d'HE, du sucre, de l'eau, de l'acide ascorbique et de l'acide citrique :

-Boisson 1 : 0.15% d'émulsion d'HE réalisée conventionnellement (sans technologie, avec tensioactif)

-Boisson 2 : 0.15% d'émulsion d'HE
réalisée avec Hydrofeeling®

C13

-Boisson 3 : sans HE, avec tensioactif (même concentration que dans la boisson 1)

Des dénombrements au cours du temps ont été réalisés sur chaque boisson. Les résultats obtenus montrent que la contamination microbienne est réduite par la présence d'HE. De plus, la contamination décroît au cours du temps pour chaque boisson mais de façon plus significative pour la boisson qui contient l'émulsion issue d'Hydrofeeling®.

La technologie Hydrofeeling® permet de proposer des ingrédients alimentaires innovants pour des boissons : des émulsions d'HE contenant peu ou pas de stabilisants, solubles et présentant une activité accrue des huiles essentielles ayant des propriétés de conservation.

C13

EMULSIONS DOUBLES STABILISEES PAR DU PGPR ET DE LA GOMME ARABIQUE : LE SURPRENANT ROLE STABILISATEUR DES GOUTTELETTES INTERNES

M. Nollet^{1,2}, E. Laurichesse¹, V. Schmitt¹

¹ CRPP UMR 5031 CNRS Université de Bordeaux, 115 Avenue du Dr Albert Schweitzer 33600 Pessac, France

² Adresse actuelle Gattefossé SAS, 36 Chemin de Genas, 69800 Saint-Priest, France

Émulsions doubles, tension interfaciale, encapsulation, vitamine B12, diagramme de stabilité

La vitamine B12 ou α -(5,6-diméthylbenzimidazolyl)cobamidcyanure, composé hydrophile très importante pour notre santé, peut être encapsulée dans des émulsions doubles (Figure 1) eau-dans huile de tournesol-dans eau (W1/O/W2), en utilisant deux stabilisants antagonistes bien connus dans le domaine alimentaire : le polyricinoléate de polyglycérol (PGPR) principalement lipophile et la gomme arabique (GA), un polysaccharide, principalement hydrophile.

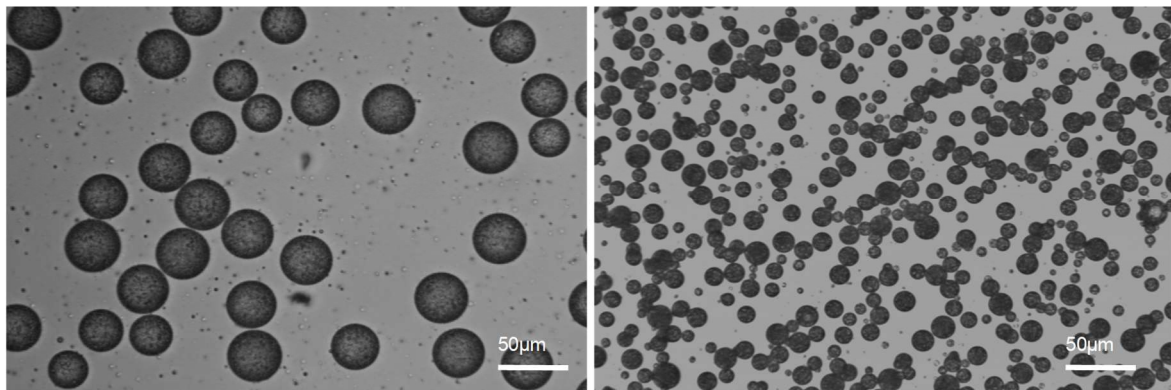
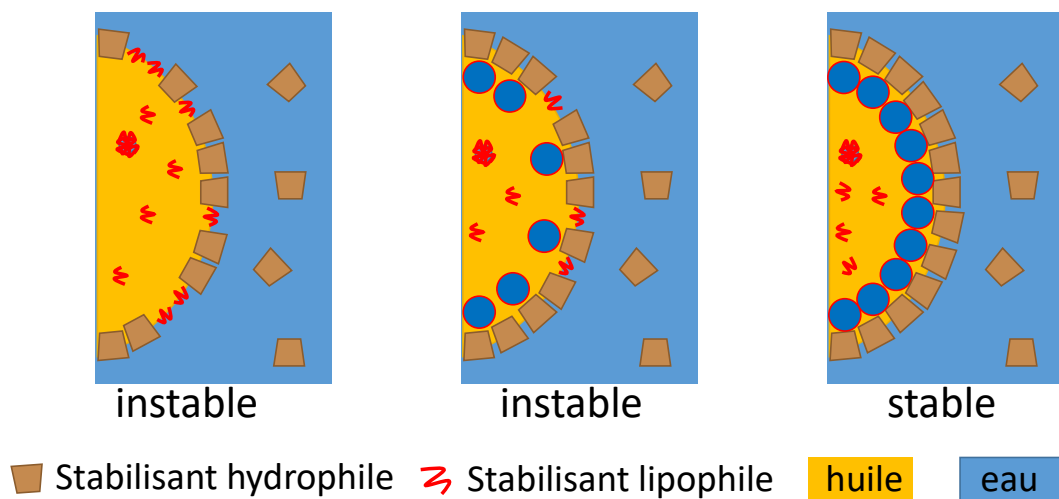


Figure 1 : Exemples de deux émulsions doubles stabilisées par du PGPR et de la GA et contenant de la vitamine B12 (taux d'encapsulation supérieurs à 95%).

En combinant des expériences de spectroscopie (UV-visible), de rhéologie et de mesure de la taille des globules d'huile, il est possible d'établir un diagramme de stabilité dans le temps, en fonction de deux paramètres déterminants [1] : la concentration de PGPR non adsorbé dans l'huile et la fraction interne des gouttelettes d'eau.

Ce diagramme fait apparaître des domaines stables intéressants pour des applications d'encapsulation et des zones instables. Pour comprendre l'origine de ces zones instables, l'effet des deux paramètres, concentration de PGPR dans l'huile et fraction interne des gouttelettes d'eau, sur l'interface entre l'émulsion inverse et la phase aqueuse externe est étudié. De façon surprenante, les gouttes d'eau interne présentent un rôle stabilisant qui est discuté en terme de tension interfaciale et d'écrantage pour le PGPR (Figure 2).



Références bibliographiques

[1] Nollet, M., Laurichesse, E. and Schmitt, V., *Double Emulsions Stabilized by PGPR and Arabic Gum as Capsules: The Surprising Stabilizing Role of Inner Droplets*. Langmuir, 2024. **40**(3): p. 1646-1657 DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.3c02554>.



Centre de Ressources Technologiques AGIR

37 avenue Dr Albert Schweitzer

33600 Pessac

contact@agir-crt.com

05 57 96 83 33

www.agir-crt.com