

Les aliments sont souvent des systèmes "colloïdaux"

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.01.Q08

2022, révisée en mai 2025

Hervé THIS, membre de l'Académie d'agriculture de France

Mots clés : systèmes colloïdaux - mousse - émulsion - aérosol - suspension - gel

En cuisine, on parle de mousses, d'émulsions, de gels... Et le malheur, c'est que l'on confond souvent tous ces systèmes ! Notamment – depuis l'avènement de cette *cuisine moléculaire* introduite par Hervé This dès le début des années 1980 – les cuisiniers qui utilisent des siphons (on trouve aujourd'hui ces matériels dans les supermarchés) confondent souvent les émulsions et les mousses, et ils parlent d'écumes, ignorant que le mot écume désigne des mousses résultant de la présence d'impuretés. Or que penserait-on d'un menuisier qui confondrait le ciseau à bois avec le marteau ? Quel art musical un musicien pourrait-il faire s'il confondait la tonique avec la dominante, ou le *do* avec le *ré* ?

Faisons simple et efficace : allons voir de plus près, notamment grâce à l'usage du microscope.

Observons au microscope

Utilisons un microscope, même très simple, pour examiner les préparations culinaires : par exemple, à la pointe du couteau, prélevons une quantité très faible de blanc d'œuf battu en neige et étalons-la sur une petite plaque en verre. Voici ce qui apparaît (*Figure 1*) :

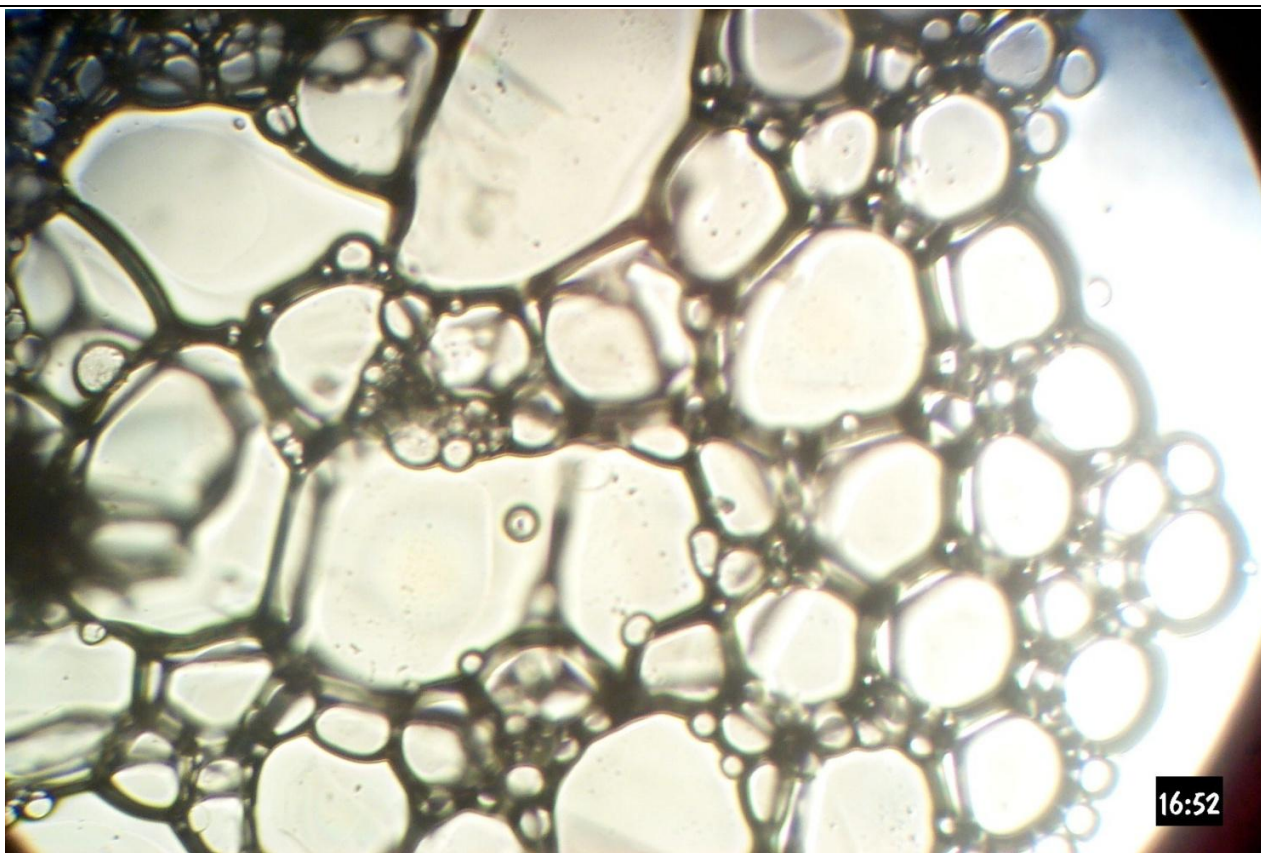


Figure 1 : blanc d'œuf battu en neige. Les formes qui apparaissent sont des bulles d'air, transparentes. Le blanc en neige apparaît blanc (en lumière blanche), parce que la lumière se réfléchit dessus : avec des bulles qui se comptent par milliards, cela fait des milliards de reflets blancs ; on ne voit plus les bulles, mais seulement ces reflets. Et la préparation ne coule pas parce que chaque bulle est coincée par les autres (photo Hervé This)

Le blanc d'œuf battu en neige est ce que l'on nomme une mousse.

Ce n'est ni une émulsion, ni un *espuma* (mot espagnol signifiant écume, c'est-à-dire *mousse faite d'impuretés*, comme les écumes), raison pour laquelle il faut reprendre systématiquement les cuisiniers – fussent-ils les plus grands – quand ils proposent ainsi de nous faire manger des *impuretés* !

Quant aux émulsions – mot introduit en français en 1560 par Ambroise Paré (1509-1590), qui fut notamment chirurgien du roi Charles IX – ce sont des préparations d'apparence et de consistance laiteuses, dont le microscope révèle qu'il s'agit de *systèmes colloïdaux* composés de gouttelettes d'un liquide dispersées dans un autre liquide avec lequel le premier liquide ne se mélange pas.

Mais rien ne vaut une expérience pour bien comprendre.

Partons d'eau, et versons de l'huile dedans : on voit d'abord l'huile s'enfoncer, puis remonter et former une couche à la surface de l'eau. Si l'on fouette (avec un fouet de cuisine, par exemple), le fouet divise l'huile en gouttes qui sont dispersées dans l'eau, et l'ensemble blanchit, parce que la lumière blanche se réfléchit sur la surface des gouttes d'huile. Mais quand on arrête le mouvement du fouet, les gouttes d'huile remontent, fusionnent, et reforment une couche d'huile.

Reprenons la même expérience, mais après avoir ajouté un peu de savon à l'eau : cette fois, le battage de l'huile forme une préparation de plus en plus blanche, et, si l'on continue d'ajouter de l'huile, on voit une apparence homogène, blanche, visqueuse comme une mayonnaise. C'est cela, une émulsion, que nous pouvons à nouveau regarder au microscope (*Figures 2a & 2b*) :

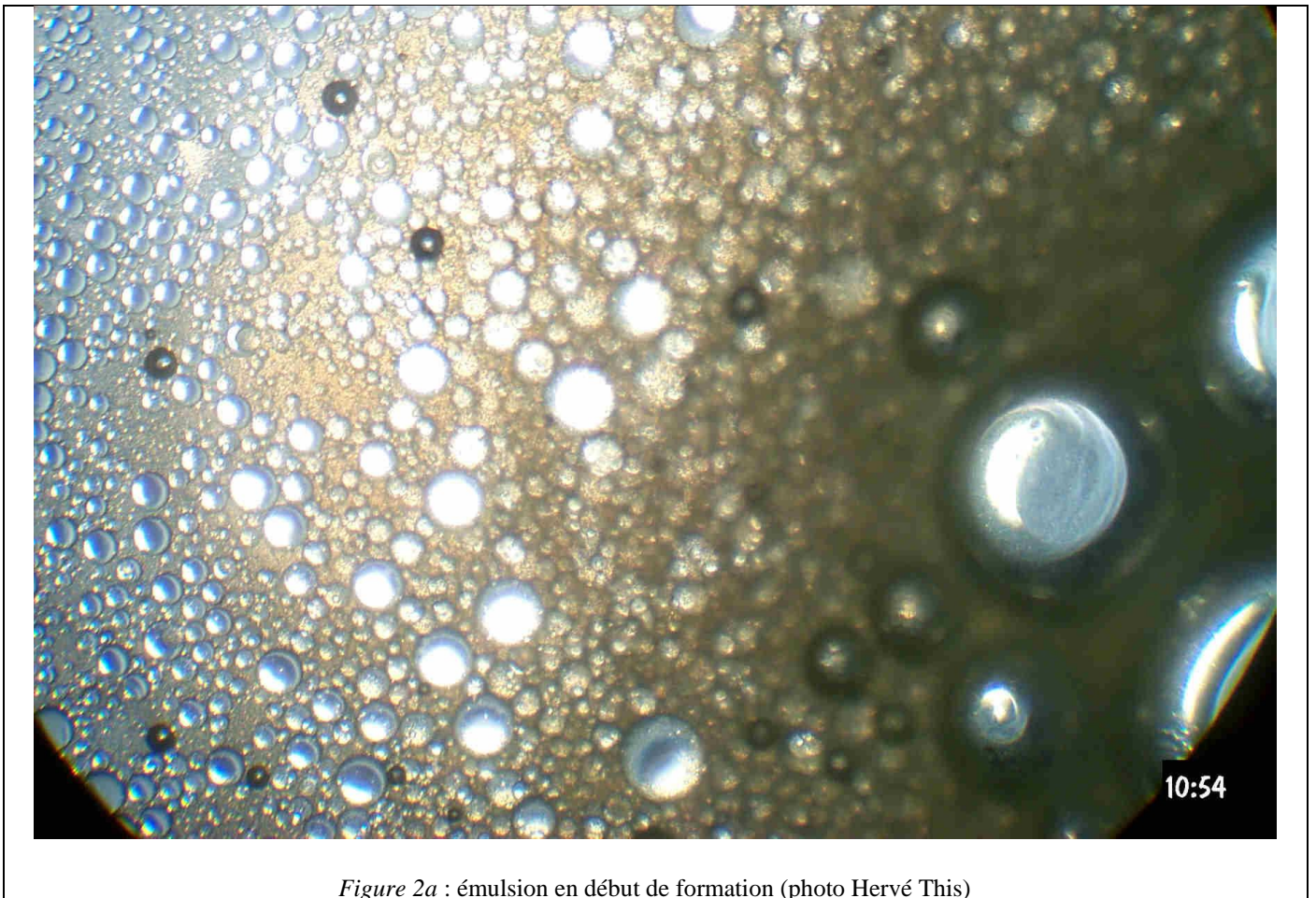


Figure 2a : émulsion en début de formation (photo Hervé This)

L'image ressemble à celle d'une mousse, mais, ici, les structures dispersées ne sont pas des bulles d'air, mais des gouttes d'huile. Évidemment, en cuisine, on n'utilise pas de savon pour produire des émulsions comestibles, mais plutôt des protéines : la sauce mayonnaise, par exemple, s'obtient depuis le XVIII^e siècle quand on disperse de l'huile dans du jaune d'œuf additionné de vinaigre (attention, pas de moutarde, sans quoi la préparation n'est pas une mayonnaise, mais une rémoulade !).

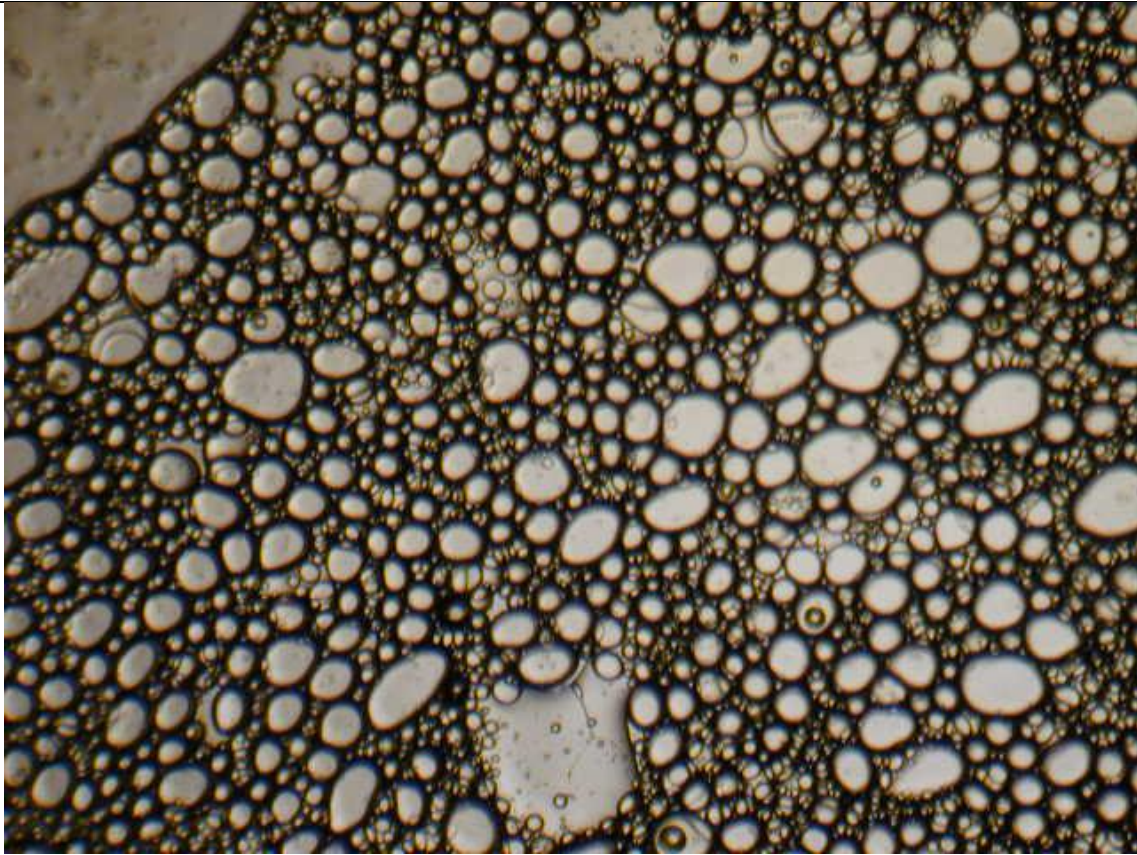


Figure 2b : émulsion avec beaucoup d'huile émulsionnée (photo Hervé This)

Le "zoo" complet

Mousses et émulsions sont le début d'une famille de systèmes physico-chimiques nommés *systèmes colloïdaux*, des systèmes qui contiennent des structures de très petites tailles, qui ne sont visibles qu'au microscope.

Le tableau ci-dessous répertorie les colloïdes les plus simples : un système d'une case particulière résulte de la dispersion de la phase en tête de sa colonne, dans la phase de la ligne.

	Gaz	Liquide	Solide
Gaz	gaz (qui n'est pas colloïdal)	aérosol liquide	aérosol solide
Liquide	mousse, ou mousse liquide	émulsion si les deux liquides ne sont pas miscibles	suspension
Solide	mousse solide	gel	suspension solide

Aérosols : ce sont des systèmes obtenus par dispersion de gouttelettes de liquide dans un gaz, tel l'air. Ainsi les postillons, non comestibles ! En pâtisserie, ce sont les couleurs que l'on projette à l'aide de systèmes à air comprimé.

Les aérosols solides sont obtenus quand une poudre impalpable est dispersée dans l'air ; c'est la fumée de cigarette (non comestible), ou bien, en cuisine, ce que l'on obtient notamment quand on disperse du sucre-glace ou de la poudre de cacao, à l'aide d'une poudreuse.

Suspensions : les suspensions sont largement présentes en cuisine, notamment parce qu'elles correspondent à ce que l'on nomme souvent préparations pâteuses. Ainsi des sauces nommées "veloutés" s'obtiennent à l'aide de farine que l'on disperse dans un liquide (bouillon, vin, jus...).

En pâtisserie, les crèmes anglaises sont des suspensions, parce que les protéines de l'œuf coagulent, formant des micro-grumeaux qui sont dispersés dans le lait sucré.

Mousse solide : pensons à de la meringue cuite longtemps, après évaporation de toute l'eau initialement contenue.

Gels : l'eau et le réseau du gel (comme la gélatine, ou les pectines d'une confiture) s'interpénètrent, mais la taille du réseau est microscopique. On ne sait pas assez que nous consommons majoritairement des produits de type gel, parce que les tissus animaux (chair d'animaux terrestres ou aquatiques) ou végétaux (légumes, fruits) sont composés de cellules, c'est-à-dire de structures qui enferment beaucoup d'eau.

Et puisque les gels sont particulièrement importants, on pourra insister en distinguant des gels simples et des gels complexes :

- les plus simples sont ceux de gélatine (aspics, gelées), ou d'agar-agar, voire de protéines (blanc d'œuf cuit) ;
- on peut les rendre plus complexes en y introduisant des structures : des bulles d'air (comme dans le bavarois) ou des gouttelettes d'huile (comme dans les yaourts).

Plus généralement, l'essentiel de l'alimentation humaine est fait de gels complexes, et c'est la raison pour laquelle l'étude des aliments sollicite tant la physico-chimie des systèmes colloïdaux.

Ce qu'il faut retenir :

- les systèmes physiques nommés gels étant des solides qui contiennent des liquides en abondance, il faut reconnaître que nos aliments sont souvent des gels
- souvent, les aliments sont majoritairement faits d'eau, avec de la matière grasse dispersée, « émulsionnée »
- les principaux systèmes dispersés sont les mousses, les émulsions, les gels, les suspensions, les aérosols

Pour en savoir plus :

- 25 membres de l'Académie d'Agriculture de France : Le grand livre de notre alimentation, Odile Jacob, 2019
- THIS H., vo Kientza. 2021. Gels, Handbook of Molecular Gastronomy, CRC Press, 375-380.