

Comment comprendre une émulsion culinaire grâce à la physique ?

Les émulsions culinaires sont présentes quotidiennement sur notre table sans que nous ne pensions à en comprendre les processus de réalisation. La mayonnaise ou la vinaigrette sont des exemples d'émulsions que nous réalisons couramment et qui sont commercialisées. Comprendre les phénomènes physiques ou physico-chimiques qui sont en jeu dans ces mélanges d'ingrédients permet d'en maîtriser la fabrication et la conservation notamment dans l'industrie agro-alimentaire. Notre exposé a pour but de comprendre les phénomènes physiques qui sont en jeu dans une émulsion culinaire.

Qu'est-ce qu'une émulsion?

Une émulsion est un **mélange hétérogène** de deux liquides non-miscibles, par exemple l'huile et l'eau, dont l'un forme des gouttelettes microscopiques **en suspension** dans l'autre. Naturellement les deux liquides forment **deux phases** séparées quand on les verse dans un même récipient. Dans une émulsion, l'une des phases est **discontinue**, c'est-à-dire **dispersée** dans l'autre phase appelée phase **continue**. D'un point de vue macroscopique l'émulsion a un aspect homogène alors qu'elle est microscopiquement hétérogène.

Exemple : La mayonnaise est une émulsion d'huile dans l'eau (contenue dans les ingrédients, comme le jaune d'œuf et ses 50% d'eau), c'est-à-dire à la base un mélange de deux liquides a priori non homogènes mais qui a subi un travail d'émulsification et donc une transformation qui lui permet de se présenter sous forme de masse onctueuse et homogène agréable à la consommation et utile en cuisine.

Pourquoi y a-t-il naturellement deux phases séparées?

Nous savons que lorsqu'on mélange de l'huile et de l'eau et que l'on s'arrête, spontanément les deux phases se séparent. Les gouttelettes d'huile migrent, fusionnent et retournent à la surface de l'eau pour se reconstituer en phase au-dessus de l'eau. Il y a des écarts de **densité** qui peuvent expliquer. Les deux liquides n'ont pas la même densité. Par exemple l'huile, moins dense que l'eau reste au-dessus de l'eau.

Par ailleurs, il y a des **forces** qui se développent à l'**interface** entre les deux liquides non-miscibles. Elles ne sont pas équilibrées. Elles ont pour effet de contracter donc de **réduire la surface de contact** entre les deux liquides. Il y a une **tension interfaciale** entre les deux phases.

Au niveau des molécules il y a un phénomène de **polarité/apolarité** qui explique l'impossibilité pour deux liquides de se mélanger naturellement. Prenons par exemple le cas de l'huile et de l'eau de l'émulsion mayonnaise. L'eau est une molécule polaire, c'est-à-dire qu'elle est chargée électriquement (oxygène négatif et hydrogène positif). Ainsi les molécules d'eau peuvent se relier entre elles par la liaison hydrogène. A l'inverse la molécule d'huile est apolaire, elle n'est pas chargée électriquement. Il lui est donc impossible de se stabiliser avec les molécules d'eau. On voit comment cette compréhension de la molécule permet de comprendre le phénomène physique des phases qui se superposent mais qui ne se mélangent pas sans une intervention.

Comment obtenir une émulsion?

Il faut apporter un travail et **apporter de l'énergie** pour augmenter la surface de contact entre les deux phases. La quantité d'énergie nécessaire est d'autant plus importante que la tension interfaciale est importante. Pour **augmenter la surface de contact** entre les phases, il faut réduire la taille des particules discontinues. Plus la taille recherchée sera petite plus il faudra d'énergie pour l'obtenir. Cela s'obtient par **agitation**, mélange. C'est une **action mécanique** sur les liquides qui permet la dispersion de la phase lipidique (dans le cas de la mayonnaise) dans la phase aqueuse. C'est sous l'action de **rotation** d'un **agitateur** que se créent des mouvements qui forcent le mélange à se faire. La technologie a développé des instruments capables de réaliser une émulsion.

Exemple : pour la mayonnaise il y a le batteur électrique à usage domestique ou le moulin colloïdal dans l'industrie agro-alimentaire.

La fabrication d'une émulsion est toujours favorisée par l'addition d'un **émulsifiant** ou d'un **tensioactif**. Dans la mayonnaise le jaune d'œuf et la moutarde en comportent. L'émulsifiant est un tensioactif qui permet de **modifier la tension interfaciale** qui existe entre deux phases. Ce sont des molécules amphiphiles qui présentent deux parties de polarité différentes, l'une apolaire et lipophile, l'autre polaire et hydrophile. Ces molécules vont englober des gouttelettes d'huile appelées micelles grâce à leur partie lipophile et les disperser dans l'eau en se liant aux molécules d'eau grâce à leur partie hydrophile.

Comment stabiliser une émulsion?

La stabilité est recherchée par une finesse très poussée des gouttelettes formant l'émulsion. La dimension est de l'ordre du micron. Plus les nouvelles particules formées sont fines, plus l'émulsion est stable dans le temps. Ainsi une mayonnaise fortement et longtemps battue selon ces procédés sera-t-elle plus stable.

La stabilité d'une émulsion est toujours favorisée par l'addition d'un émulsifiant ou d'un tensioactif.

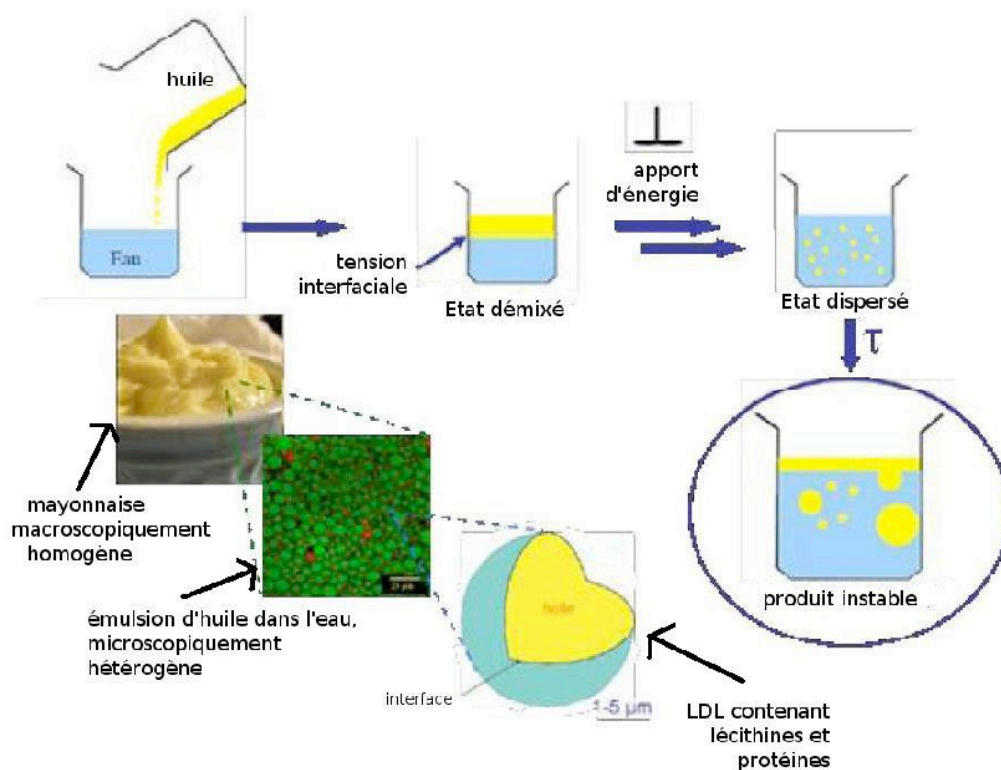
Paramètres physiques qui influencent l'émulsion

Nous ne parlerons pas de l'acidité qui favorise la réaction car c'est un phénomène chimique (on ajoute d'ailleurs souvent du citron dans la mayonnaise).

- la **rapidité du mixage** : un mixage rapide permet de former des micelles plus petites. La mayonnaise en sera plus compacte.
- le **temps du mixage** : il faut mixer les liquides suffisamment longtemps pour obtenir une bonne homogénéisation. Dans la mayonnaise on obtient des micelles plus petites. Mais la durée du travail d'émulsification peut inverser l'émulsion car la température augmente. Les éléments se séparent à nouveau en phases.
- la **température** : la hausse de la température entraîne une baisse de la viscosité et donc l'émulsion peut être rompue.

- la **vitesse de l'écoulement** du liquide à disperser. Exemple : Si l'huile est ajoutée trop rapidement ou en trop grosse quantité alors la mayonnaise tombe et l'émulsion est inversée.
- le **repos** : laissée au repos l'émulsion se déstabilise et se sépare en phases hétérogènes. Exemple : Une mayonnaise laissée au repos trop longtemps va se séparer en plusieurs phases. Les micelles en suspension s'agrègent et forment une couche d'huile à la surface de la mayonnaise qui ne peut plus être consommée.

Bilan



Conclusion

Connaître par la science les phénomènes qui surviennent en cuisine tels que l'émulsion est intéressant car cela permet aux Hommes de mettre au point des techniques pour fabriquer et commercialiser de nouveaux produits à grande échelle et ainsi répondre aux besoins du marché. De nos jours la haute gastronomie s'intéresse également à la science pour expérimenter de nouvelles recettes révolutionnaires avec de nouveaux outils, de nouvelles méthodes. La cuisine moléculaire utilise beaucoup l'émulsion. A mon avis il ne faut pas tomber dans l'excès car l'ajout systématique d'émulsifiants par exemple dans les plats que l'on trouve au supermarché n'est peut-être pas très bon pour la santé.

Sources

- <http://secrets-de-la-casserole.e-monsite.com/pages/cote-physique-chimie/l-emulsion-et-les-tensio-actifs.html>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Émulsions_et_suspensions
- http://agimel.fr/?page_id=203, partie IV
- <http://www.saporitalia.eu/conclusion.html>