

SE NOURRIR AU QUOTIDIEN : LES ÉMULSIONS

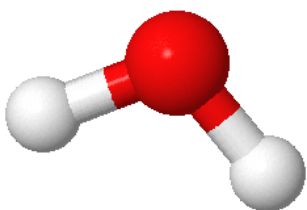
1. Les émulsions.

1.1. Mélanges homogènes et hétérogènes.

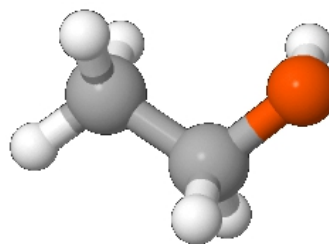
Versez 3 mL d'eau dans deux tubes à essai.
Dans le premier tube ajoutez 3 mL d'huile.
Dans le second tube ajoutez 3 mL d'alcool.
Notez vos observations.

Agitez le premier tube et notez vos observations

1.2. La molécule d'eau.

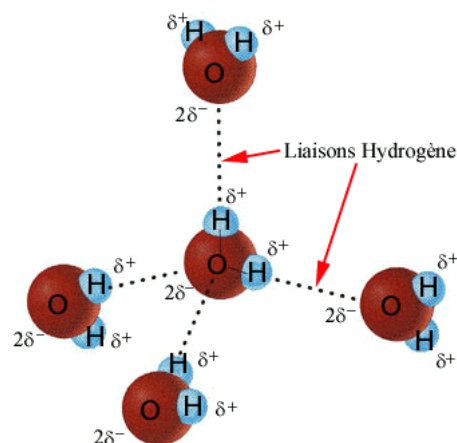


molécule d'eau H_2O



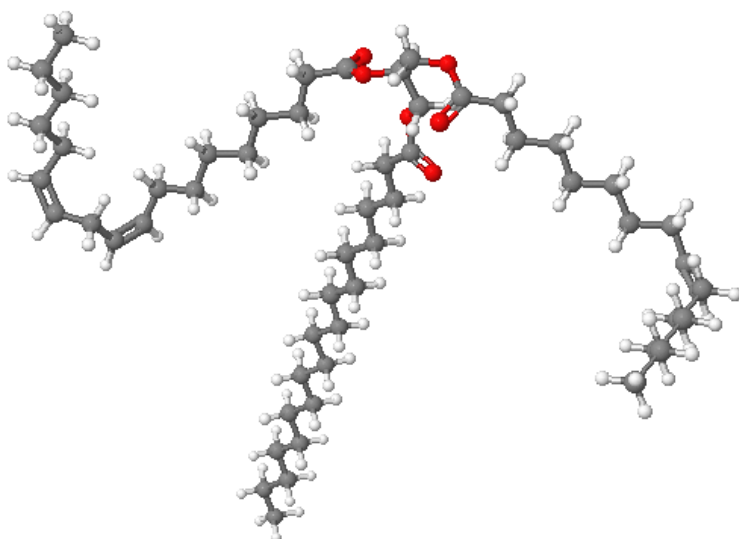
molécule d'éthanol $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$

Des liaisons hydrogène se créent entre deux molécules d'eau : l'atome d'oxygène d'une molécule se lie avec l'atome d'hydrogène d'une molécule voisine. Pour qu'une telle liaison puisse se former, il faut que la molécule possède un groupement hydroxyle $-\text{OH}$, ce qui est le cas de la molécule d'eau de formule développée $\text{H}-\text{O}-\text{H}$. L'éthanol (alcool que l'on trouve dans les boissons), de formule semi-développée $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ possède un groupement hydroxyle ; il peut donc former des liaisons hydrogène avec l'eau. L'eau et l'éthanol sont miscibles.



1.3. Les "molécules" d'huile.

Les molécules que l'on trouve dans d'huile sont de grosses molécules formées principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène.



Expliquez pourquoi l'eau et l'huile ne sont pas miscible.

Expliquez ce qu'est une émulsion.

Ajoutez un peu de jaune d'œuf dans le premier tube et agitez de nouveau.

Précisez le rôle du jaune d'œuf.

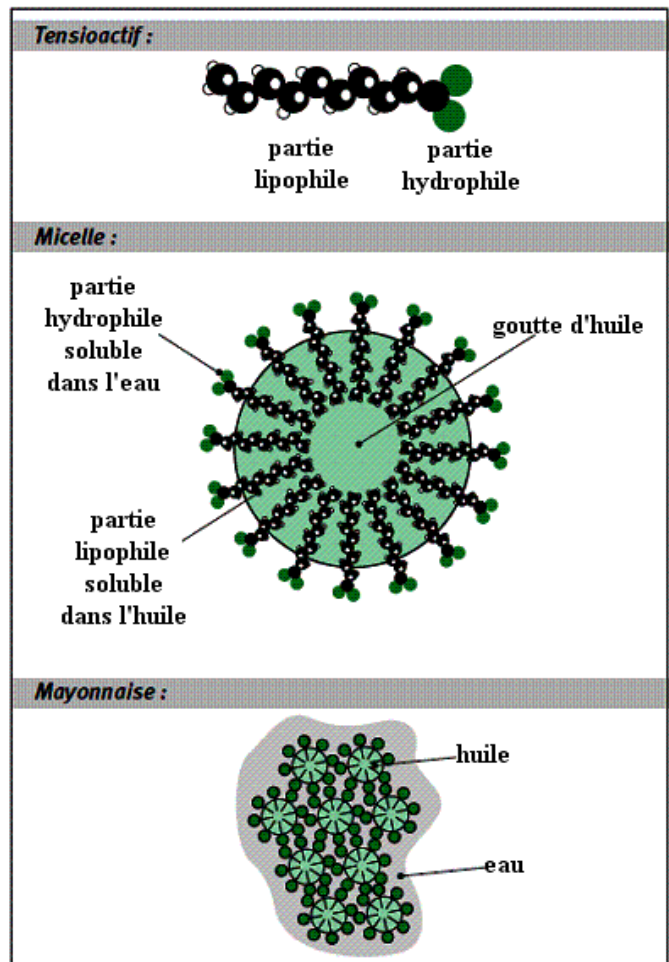
Dans quelle recette bien connue ces composants (eau, huile et jaune d'œuf) sont-ils utilisés ?

Citez une autre recette dans laquelle une émulsion se trouve stabilisée par un processus semblable.

2. Les molécules tensioactives.

Comment mélanger l'huile à l'eau ? En leur ajoutant des molécules « entremetteuses », qui ont une affinité à la fois pour l'huile et pour l'eau. C'est grâce à ces molécules tensioactives que l'on obtient la mayonnaise, où la concentration en huile atteint 65%. Les mayonnaises sont des « émulsions » : les tensioactifs de la moutarde et du jaune d'œuf (telles les lécithines) servent à enrober des gouttelettes d'huile, en mettant à leur contact leur partie hydrophobe, et à disperser ces gouttelettes enrobées dans l'eau, en se liant aux molécules d'eau par leur partie hydrophile.

Pourquoi les gouttelettes enrobées ne se fondent-elles pas en une seule phase ? Parce que les têtes hydrophiles des tensioactifs sont électriquement chargées : les gouttelettes, présentant toutes la même charge électrique, se repoussent. Cette caractéristique explique pourquoi les acides, tels le vinaigre ou le jus de citron, stabilisent la mayonnaise : en milieu acide, certaines molécules tensioactives ont une charge électrique supérieure, et se repoussent donc davantage.



Donnez le sens des mots hydrophole, hydrophobe, lipophile

Dans la mayonnaise, d'où vient la molécule tensioactive ?

Justifiez la formation de micelles dans la mayonnaise.

Quel est le rôle du jus de citron (ou du vinaigre) dans la mayonnaise ?

3. Mousses et agents tensio-actifs.

La formation d'une mousse de chocolat, un principe très simple ...

Si en 1502, Christophe Colomb ne prête que peu d'attention au cacao qu'on lui présente lorsqu'il débarque au Honduras, aujourd'hui nos sens s'éveillent à la magie du chocolat. Comment confectionner un chocolat Chantilly ? Un chercheur en gastronomie moléculaire vous en révèle les secrets ...

Vous avez dit Chocolat Chantilly ?

Chacun connaît la crème Chantilly que l'on confectionne en battant de la crème dans un récipient refroidi. Le fouet introduit progressivement des bulles d'air, ce qui forme une mousse. Pourrait-on alors reproduire ce principe de la crème Chantilly avec une matière grasse autre que celle du lait ? Le chocolat contient du beurre de cacao, pourrait-on réaliser un "Chocolat Chantilly", par exemple ?

Pour y parvenir, examinons ce qu'est la crème. Elle est confectionnée à partir du lait. Le lait est un mélange complexe constitué majoritairement d'eau (90%) où sont dissous du sucre (ou lactose) et des sels minéraux et où sont dispersées des gouttelettes de matière grasse recouvertes d'agrégats de protéines (les caséines) et de phosphate de calcium.

Quand on laisse reposer du lait, les gouttelettes de matière grasse, moins denses que l'eau, montent lentement en surface et forment la crème. Celle-ci reste constituée de gouttelettes de matière grasse dispersées dans l'eau. Ce système physique est nommé émulsion.

D'abord une émulsion :

Pour confectionner un "Chocolat Chantilly", nous devons d'abord réaliser une émulsion de chocolat. Rappelons qu'une émulsion est une dispersion d'un liquide dans un autre avec lequel il ne se mélange pas. Autrement dit, des gouttelettes d'un liquide sont dispersées dans un autre liquide. Ce mélange reste stable grâce à un troisième ingrédient appelé émulsifiant ou tensioactif.

Par exemple, la mayonnaise est une émulsion froide : on disperse des gouttelettes d'huile dans de l'eau apportée par le vinaigre et le jaune d'œuf ; les protéines du jaune d'œuf stabilisent cette préparation en enrobant les gouttelettes d'huile.

De même, un beurre blanc est une émulsion chaude : on disperse des gouttelettes de beurre fondu dans l'eau apportée par du vinaigre et du vin tandis que les caséines du lait servent de tensioactif.

On comprend donc que pour faire une préparation analogue à la crème Chantilly, il faille partir d'une émulsion, ici au chocolat. On fera alors cette émulsion au chocolat de la façon suivante : prendre de l'eau (aromatisée, c'est meilleur, pensons à du jus d'orange, une infusion de menthe, ...), y ajouter du chocolat puis chauffer. Le chocolat fond (il est composé de beaucoup de beurre de cacao) et ses gouttelettes sont dispersées dans l'eau grâce à la lécithine qui s'y trouve également et qui joue là le rôle de tensioactif.

Puis une mousse :

Passons à l'émulsion mousseuse qu'est le Chocolat Chantilly : il faut refroidir l'émulsion en la fouettant, comme on ferait avec de la crème. Le fouet introduira des bulles d'air qui seront stabilisées par les molécules tensioactives et par la cristallisation de la matière grasse autour des bulles d'air. Si l'on refroidissait sans fouetter, on obtiendrait une pâte semi solide que l'on ne pourrait plus faire mousser ; si l'on fouettait sans refroidir, on ne pourrait stabiliser les bulles d'air dans le chocolat. Le fouettage et le refroidissement doivent donc être simultanés.

Posons la casserole contenant l'émulsion chaude sur un lit de glace. Puis fouettons tandis que la sauce refroidit. Le fouet introduit d'abord de grosses bulles d'air, puis, progressivement, la sauce épaissit et, quand la température de cristallisation du chocolat est atteinte, le volume de la sauce augmente d'un coup (la sauce "foisonne"), tandis que sa couleur passe du marron foncée au marron clair. Ce changement de couleur est le signe de la présence de bulles d'air introduites par le fouet. L'effet est identique à celui que l'on obtient quand on fouette du blanc d'œuf ou quand on mixe trop fort un gaspacho ou encore quand on passe une mayonnaise au mixeur électrique : le blanchissement résulte de la présence de petites structures, petites bulles dans le cas du blanc en neige et petites gouttelettes de matière grasse dans le cas de la mayonnaise ou du gaspacho. L'introduction des bulles d'air modifie également la texture : le liquide forme des houppes derrière les branches du fouet, tout comme dans une crème Chantilly.

La recette en trois temps trois mouvements.

1. Dans une casserole, mettre 20 cL d'un liquide parfumé et 250 g de chocolat.
2. Chauffer doucement, la sauce doit être un peu crémeuse.
3. Quand tout le chocolat est fondu, retirer la casserole du feu et la refroidir en la posant sur un lit de glace. Simultanément, fouetter à l'aide d'un fouet mécanique ou d'un batteur électrique, en cherchant bien à introduire de l'air.

Au début, quelques grosses bulles d'air apparaissent en surface mais elles ne tiennent pas bien. Quand la préparation a suffisamment refroidie, elle gonfle et blanchit légèrement ; augmenter alors la vitesse de battage pendant quelques secondes.

Ca y est, c'est fait ! Naturellement, nous ne résisterons pas au plaisir de déguster immédiatement ce Chocolat Chantilly. Nous pouvons aussi le laisser attendre au réfrigérateur. Bon appétit !

Quels sont les exemples d'émulsions cités dans le texte ? Précisez pour chaque exemple les liquides mis en jeu et les molécules tensioactives présentes.



émulsion chocolat-eau

mousse chocolat-eau



crème fraîche (émulsion)



chantilly (mousse)

le **foisonnement** (overrun en anglais) est une technique largement utilisée par les glaciers : elle permet lors de la fabrication d'une crème glacée ou d'un sorbet, d'y injecter par réglage de la turbine, plus ou moins d'air (parfois près de 50 % dans un sorbet). Dans un sorbet de très bonne qualité cette injection est minimale, contrairement à un sorbet de moindre qualité. L'étiquetage du produit permet au consommateur d'évaluer le foisonnement en rapportant le poids du bac à son volume. Les glaces industrielles sont souvent fabriquées avec un foisonnement maximum et doivent peser au minimum 450 g / L (minimum légal)