

A TENSIOACTIFS



Figure 10 - L'angle de contact d'un liquide avec un solide est généralement utilisé comme l'index de mouillabilité. Pour $\alpha < 90^\circ$, le liquide mouille la paroi (exemple: de l'eau sur le verre), pour $\alpha > 90^\circ$ le liquide ne mouille pas la surface (exemple : du mercure sur du verre). Si $\alpha = 0^\circ$ la mouillabilité du liquide pour cette surface est totale.

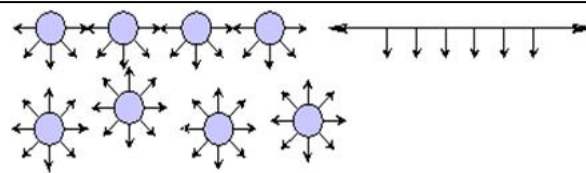


Figure 2 - Schéma des forces d'attraction entre les molécules dans un liquide. Les molécules internes sont en équilibre entre elles. Alors que les forces qui agissent sur les molécules de la surface ne sont pas contrebalancées au dessus, ce qui crée une compression vers l'intérieur. La cohésion entre ces molécules engendre une tension tangentielle à la surface. Donc la surface d'un liquide se comporte comme une membrane élastique.



Gouttes de rosée



Un gerris qui marche sur l'eau



Bulle de savon

Un **tensioactif** ou agent de surface est un composé qui modifie la tension superficielle entre deux surfaces. Les composés tensioactifs sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles présentent deux parties de polarité différente, l'une lipophile (qui retient les matières grasses) et apolaire, l'autre hydrophile (miscible dans l'eau) et polaire.

EXPERIENCE

- Remplir un pot de yaourt à ras bord avec de l'eau. Ajouter doucement des rondelles métalliques. Combien peut-on en ajouter sans que l'eau ne déborde ? Décrire l'aspect de la surface de l'eau.
- Ajouter une goutte de détergent (liquide vaisselle). Décrire ce que l'on observe.

QUESTIONS

- proposer une explication à la première partie de l'expérience.
- Selon vous, quel est le rôle du détergent dans cette expérience ?

B- EMULSIONS ET MOUSSES

1- Vinaigrettes et mayonnaise

a) Les recettes

• Vinaigrette :

1. Mettez deux pincées de sel dans un saladier. Ajoutez deux cuillères à soupe de vinaigre et remuez pour dissoudre.
2. Ajoutez 3 ou 4 tours de moulin à poivre, puis versez de 4 à 6 cuillères à soupe d'huile. Fouettez pour émulsionner.

• Mayonnaise : 2 jaunes d'œufs, moutarde, vinaigre de vin blanc, 50 cL d'huile de tournesol, sel, poivre du moulin.

1. Une demi-heure avant de commencer la mayonnaise, sortez tous les ingrédients à température ambiante. Cassez les œufs et mettez les jaunes dans un grand bol.
2. Ajoutez aux jaunes d'œufs 1 cuillère à café de moutarde, 1 pincée de sel et 2 tours de moulin à poivre. Fouettez.
3. Ajoutez 1 cuillère à café de vinaigre et mélangez à nouveau rapidement. Vous pouvez remplacer le vinaigre par du jus de citron.
4. Ajoutez un filet d'huile et fouettez vivement jusqu'à ce que le mélange commence à prendre.
5. Incorporez petit à petit tout le reste de l'huile sans cesser de fouetter. La mayonnaise doit alors être bien ferme.

b) Une mayonnaise industrielle

La composition d'une mayonnaise industrielle (mayonnaise à la moutarde de Dijon de Carrefour) est la suivante : Huile de colza (70,8%), eau, jaune d'œuf (5,3%) moutarde de Dijon (3%) (Eau, graines de moutarde, vinaigre d'alcool, sel, acidifiant : acide citrique, antioxygène : disulfite de potassium), vinaigre d'alcool, sirop de glucose-fructose de blé, sel, sucre, arômes, épaississant : gomme xanthane, colorants : lutéine et extrait de paprika.

b) Mélanger de l'huile à de l'eau ?

VOUS PRENEZ UN BOL OU VOUS VERSEZ DE L'HUILE, PUIS DE L'EAU : DEUX PHASES SE SEPARENT, L'EAU, PLUS LOURDE, EN-DESSOUS, ET L'HUILE, PLUS LEGERE, AU-DESSUS. VOUS FOUETTEZ : QUELQUES GOUTTES D'EAU ENTRENT DANS L'HUILE, QUELQUES GOUTTES D'EAU VONT DANS L'HUILE, MAIS DES QUE L'AGITATION CESSE, LES GOUTTES D'HUILE REMONTENT ET LES GOUTTES D'EAU REDESCENDENT. LES DEUX PHASES SE SEPARENT A NOUVEAU.

PAR QUEL MIRACLE L'EAU DU JAUNE D'ŒUF (ENVIRON LA MOITIE DU JAUNE) ET L'HUILE RESTENT-ELLES MELANGEES DANS LA MAYONNAISE ? LE SECRET DE LA PREPARATION EST DANS LE JAUNE DE L'ŒUF [...].

VOYONS D'ABORD POURQUOI L'HUILE ET L'EAU NE SE MELANGENT PAS. LES MOLECULES D'EAU, COMPOSEES D'UN ATOME D'OXYGENE LIE SIMULTANEMENT A DEUX ATOMES D'HYDROGENE, SE LIENT PAR CE QUE L'ON NOMME DES LIAISONS HYDROGENE, ENTRE UN ATOME D'OXYGENE D'UNE MOLECULE D'EAU, ET UN ATOME D'HYDROGENE D'UNE MOLECULE VOISINE.

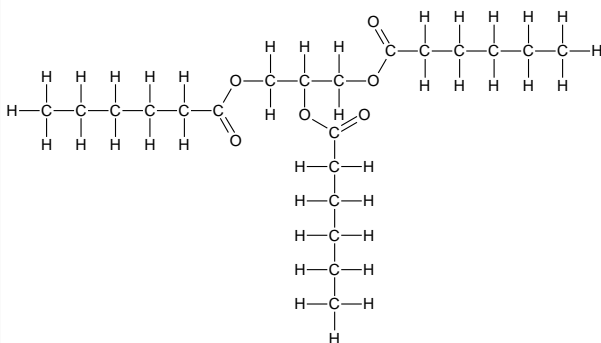
AU CONTRAIRE, LES MOLECULES D'HUILE, OU LIPIDES, SONT DES SNOBS QUI NE FRAYENT PAS AVEC L'EAU. CE SONT PAR EXEMPLE DES TRIGLYCERIDES, C'EST-A-DIRE DES MOLECULES EN FORME DE PEIGNES A TROIS DENTS, COMPOSEES PRINCIPALEMENT D'ATOMES DE CARBONE ET D'HYDROGENE . COMMENT MELANGER L'HUILE A L'EAU ? EN LEUR AJOUTANT DES MOLECULES « ENTREMETTEUSES » QUI ONT UNE AFFINITE A LA FOIS POUR L'HUILE ET POUR L'EAU. C'EST GRACE A CES MOLECULES « TENSIOACTIVES » QUE L'ON OBTIENT LA MAYONNAISE, OU LA CONCENTRATION EN HUILE ATTEINT 65 %. LES MAYONNAISES SONT DES « EMULSIONS » : LES TENSIOACTIFS DE LA MOUTARDE ET DU JAUNE D'ŒUF (TELLES LES LECITHINES) SERVENT A ENROBER DES GOUTTELETTES D'HUILE, EN METTANT A LEUR CONTACT LEUR PARTIE HYDROPHOBE, ET A DISPERSER CES GOUTTELETTES ENROBEES DANS L'EAU, EN SE LIANT AUX MOLECULES D'EAU PAR LEUR PARTIE HYDROPHILE.

POURQUOI LES GOUTTELETTES ENROBEES NE SE FONDENT-ELLES PAS EN UNE SEULE PHASE ? PARCE QUE LES TETES HYDROPHILES DES TENSIOACTIFS SONT ELECTRIQUEMENT CHARGEES : LES GOUTTELETTES, PRESENTANT TOUTES LA MEME CHARGE ELECTRIQUE, SE REPOUSSENT. CETTE CARACTERISTIQUE EXPLIQUE POURQUOI LES ACIDES, TELS LE VINAIGRE OU LE JUS DE CITRON, STABILISENT LA MAYONNAISE : EN MILIEU ACIDE, CERTAINES MOLECULES TENSIOACTIVES ONT UNE CHARGE ELECTRIQUE SUPERIEURE, ET SE REPOUSSENT DONC DAVANTAGE.

Hervé This, Les Secrets de la Casserole, éd. Belin, 1993

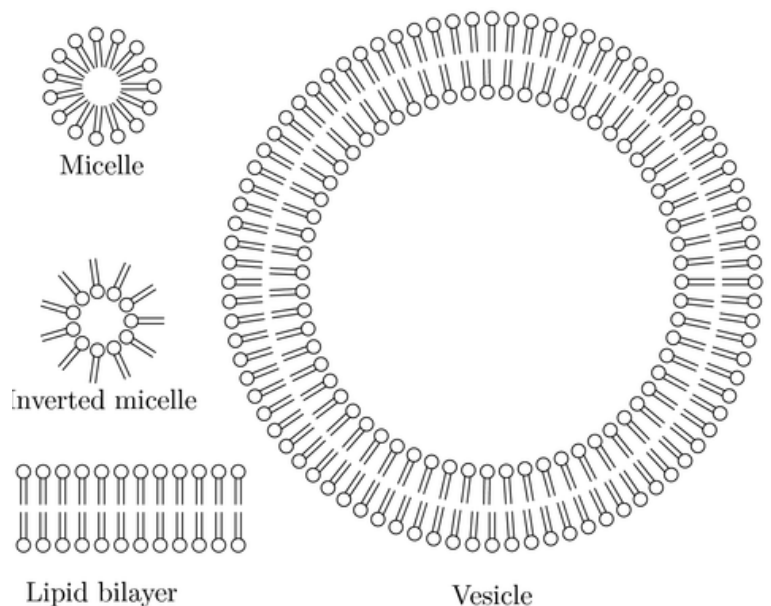
Une **émulsion** est une suspension d'un liquide dans un autre, avec lequel il n'est pas miscible. C'est un état métastable dans lequel la séparation de phase entre les deux liquides non miscibles n'est pas complète, mais l'un des liquides est dispersé dans l'autre sous la forme de gouttelettes.

Les **émulsifiants**, appelés parfois émulsionnants, stabilisent l'émulsion. Ce sont le plus souvent des tensioactifs ou agents de surface. [...] Le jaune d'œuf sert d'émulsifiant dans la préparation de sauces en cuisine. Cette propriété est due à la lécithine qu'il contient. La lécithine se trouve également dans le soja et est très utilisée dans les préparations industrielles. La caséine est une protéine du lait qui est émulsifiante.



Molécule d'huile (triglycéride)

Une **liaison hydrogène** ne peut se former entre deux molécules que si elles possèdent un groupement hydroxyle : . C'est bien le cas de la molécule d'eau.



Questions

1. Schématiser quelques molécules d'eau reliées par des liaisons hydrogène.
2. Expliquer pourquoi l'huile et l'eau ne sont pas miscibles.
3. Qu'est-ce qui explique la forte tension de surface de l'eau ?
4. En utilisant les figures des micelles schématiser une molécule tensioactive en mettant en évidence la partie hydrophile et la partie hydrophobe. Expliquer le cas spécial de la micelle inversée.
5. Représenter le triglycéride donné en exemple en formule topologique.
6. Indiquer quels sont la phase aqueuse et la phase lipidique, le tensioactif dans la vinaigrette, la mayonnaise maison et industrielle.
7. La vinaigrette est-elle une émulsion stable ? Pourquoi ?
8. Quel est le rôle du « fouettage » dans la recette de la mayonnaise ?
9. À l'aide des documents, proposer un protocole permettant de tester différentes conditions d'obtention d'émulsions stables et instables. On dispose de jaunes d'œufs, d'huile, de moutarde et de vinaigre.

Chantilly

Commençons par prendre un peu d'eau dans un cul de poule. À l'aide d'un fouet, fouettons: nous voyons que le fouet introduit des bulles d'air (chaque fil pousse de l'air: plus il y a de fils au fouet et plus on pousse d'air) dans l'eau. On peut ainsi faire mousser mais la mousse ne tient pas: les bulles remontent rapidement en surface parce que l'eau est peu visqueuse et elles éclatent aussitôt.

Reprenons l'expérience avec du liquide à vaisselle: cette fois, les bulles remontent encore en surface mais elles y forment une mousse formée de bulles qui n'éclatent pas immédiatement (elles finiront sans doute par éclater plus tard; tout dépend du détergent utilisé). Quand on fouette pour introduire des bulles, on fait mousser, ou encore, on «foisonne». C'est tout simple, n'est-ce pas? Les enfants dans leur bain font mousser le bain à l'aide du savon et ils savent bien que la mousse est faite de bulles. [...]

Évidemment, les mousses faites avec de l'eau pure et du liquide à vaisselle ne sont pas des merveilles gastronomiques! Toutefois, leur comportement nous donne la clé des mousses culinaires. Pour faire une mousse, nous savons en effet qu'il faut de l'eau, un gaz et quelque chose qui va retenir les bulles. [...]

Il faut que la mousse tienne et là se trouve le problème essentiel de la cuisine. La solution s'obtient simplement quand on considère le blanc d'œuf battu en neige: ce sont les protéines du blanc d'œuf qui contribuent à la formation de la mousse (au foisonnement, et, je le répète encore, pas à l'émulsion; aucune émulsion dans ce cas!). [...]

Reste alors à savoir comment faire tenir les mousses. [...] Si l'on fouette du miel, ou du moins, si l'on introduit des bulles d'air dans du miel ou dans tout liquide visqueux, les bulles s'en échappent difficilement, contrairement à l'eau. D'autre part, si le liquide contient des molécules qui retiennent les bulles d'air, ces bulles sont retenues. Enfin, il faut savoir que les mousses à petites bulles tiennent mieux que les mousses à grosses bulles... ce que devraient savoir tous les cuisiniers parce que c'est précisément pour cette raison que l'on «serre» les blancs d'œufs avec du sucre.

Question : D'après le texte, préciser les différences et similarités entre une émulsion et une mousse.

Chantilly chocolat

Dans une casserole, mettre 20 cL d'un liquide parfumé (jus de fruit) 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 refroidi, 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 !

Hervé This. Alimentation - Décembre 2007

Questions

Cette recette met en jeu une émulsion et une mousse.

1. Quelle étape correspond à la réalisation de l'émulsion ? Préciser le tensioactif qui intervient. Indiquer quel est le corps lipidique et quel est le corps aqueux.
2. Quelle étape correspond à la réalisation de la mousse ? Qu'est-ce qui permet de la stabiliser ?