

# LES COLLOÏDES ALIMENTAIRES.

## L'état colloïdal.

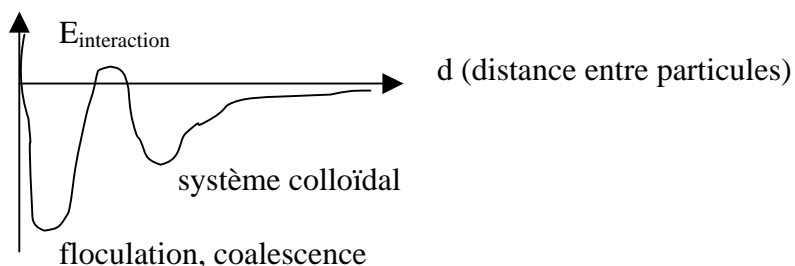
Un colloïde est un système constitué de fines particules (1 nm à 1  $\mu\text{m}$ ) en suspension dans un milieu. C'est un système qui comporte deux phases qui sont respectivement à l'état gazeux, liquide ou solide.

Milieu ↓	Particules →	GAZ	LIQUIDE	SOLIDE
GAZ			Aérosol (insecticide, brumisateur)	Aérosol (fumée, poudre de chocolat dispersée dans l'air)
LIQUIDE		Mousse, chantilly (blanc d'œuf en neige)	Emulsion (mayonnaise, aioli)	Sol ou suspension (peinture, pâte à crêpes)
SOLIDE		Meringue (soufflé)	Gel (confiture)	

## Un problème de stabilité.

Un système colloïdal n'est pas stable thermodynamiquement, sur le long terme. L'énergie d'interaction entre particules présente un minimum local (stabilité locale) pour une certaine distance entre les particules qui permet au système d'exister.

Prenons le cas d'une émulsion. Nous savons qu'une émulsion n'est pas qu'un simple mélange.



En effet, si on mélange deux liquides miscibles comme de l'eau et de l'éthanol, nous n'arriverons jamais à une émulsion, quelle que soit la force avec laquelle on bat le mélange. De la même façon, si on bat un mélange huile et eau l'émulsion ne tiendra que quelques minutes.

**Pour stabiliser plus longtemps une émulsion, il faut ajouter des molécules tensioactives qui permettent au système colloïdal de perdurer.**

Dans le cas d'une mayonnaise l'émulsion est de type eau dans l'huile (e/h), L'eau provenant de l'œuf et de la moutarde, tandis que les protéines contenues dans le jaune de l'œuf jouent le rôle de molécules tensioactives. Il existe aussi de telles protéines dans le blanc de l'œuf, mais leur teneur est très faible en comparaison avec le jaune, d'où la difficulté de monter une mayonnaise avec du blanc d'œuf.

### *Les additifs de stabilisation utilisés dans l'industrie agroalimentaire*

En agroalimentaire, les produits qui permettent de stabiliser les émulsions, les mousses ou les gelées portent le nom d'émulsifiants, d'épaississants et de gélifiants. Leur nomenclature est comprise entre E400 et E499 dans la codification européenne. Cependant, certains antioxydants comme les lécithines (E322) peuvent aussi être utilisés en tant qu'émulsifiants.

#### **EMULSIFIANTS**

Les mono et diglycérides d'acides gras alimentaires (E 471)

#### **EPAISSISSANTS**

- **Extraits d'algues**, acide alginique et alginates : E 400 à 405 :  
utilisation : les charcuteries, flans et crèmes desserts.
- **Agar-agar** : E 406:  
utilisation : crèmes glacées.
- **Carraghénates** : E 407:  
utilisation : crèmes glacées, desserts, jus de fruits gélifiés, décors, nappages et fourrages de pâtisserie, biscuiterie.
- **farine de graine de caroube** : E 410 ;
- **Farine de tamarin** : E 411 ;
- **Farine de guar** : E 412 ;
- **Gommes** : E 413 à 415 :  
utilisation : crèmes glacées et pâtisseries.
- **Pectines** : E 440 :  
utilisation : confitures, gelées, flans et crèmes desserts.

#### **GELIFIANTS**

Les gélifiants, agar-agar, carraghénates, pectines, amidon etc sont aussi employés comme épaississants. Ils donnent une consistance de gel à la préparation.

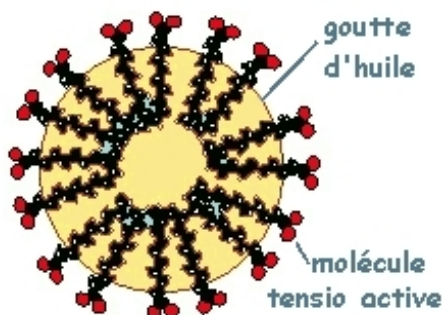
## Les molécules tensioactives.

Elles permettent de créer des micelles, des émulsions et des mousses. Pour comprendre comment une mousse tient ou pourquoi une émulsion est possible, nous allons expliquer le rôle des molécules tensioactives à partir de l'œuf. En effet, en prenant un œuf, nous pouvons réaliser une mousse avec le blanc et une mayonnaise (émulsion) avec le jaune.

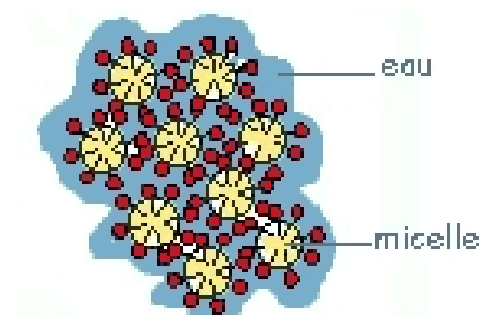
Une molécule tensioactive comme les protéines qui sont contenues dans le jaune d'œuf est constituée d'une longue chaîne carbonée hydrophobe et lipophile et d'une tête polaire hydrophile et lipophile.



Battre le mélange consiste non seulement à mélanger l'huile et l'eau mais aussi à dérouler les protéines. L'ajout de sel ou de citron facilite cette dénaturation des protéines. Ainsi, les chaînes lipophiles peuvent se lier à l'huile pour former des micelles et les têtes hydrophiles à l'eau.



Micelle



Mayonnaise

Pour réaliser une mousse, il suffit de prendre du blanc d'œuf et de le battre vigoureusement. L'ovalbumine est la principale protéine contenue dans le blanc d'œuf. Elle possède aussi des propriétés à la fois hydrophiles et hydrophobes. En utilisant un batteur électrique on incorpore de l'air dans le blanc d'œuf liquide et visqueux tout en déroulant les protéines. Ainsi, l'air incorporé dans le milieu peut se retrouver entouré par les parties hydrophobes de l'albumine. Le tout formant encore une micelle qui pourra exister dans un milieu aqueux. C'est le principe de la mousse gaz/liquide. Maintenant, si on chauffe ce réseau de micelles à des températures supérieures à 60°C, les protéines du réseau vont coaguler et former un ensemble plus rigide. On a réalisé une mousse gaz/solide, comme un soufflé.

## Des expériences à faire avec les élèves :

● **Les systèmes colloïdaux** en agroalimentaire sont nombreux et les manipulations peuvent être variées. On pourra commencer par l'observation de systèmes colloïdaux alimentaires au microscope.

### Expérience

- Observer au microscope la taille des gouttelettes d'huile au fur et à mesure que la mayonnaise se forme.
- Modifier le milieu en changeant le PH, la salinité, la température.
- Monter des émulsions de type mayonnaise avec d'autres produits que jaune d'œuf mais qui contiennent des molécules tensioactives

Dans certains cas on pourra faire remarquer aux élèves le mouvement brownien, c'est-à-dire le mouvement aléatoire et désordonné des particules dans le milieu. Toutefois, en général la taille des particules dispersées étant trop petite on ne peut pas les observer dans un microscope optique conventionnel.

### Expérience

- Observer le mouvement brownien au microscope en emprisonnant une fumée dans une boîte de pétri ou en déposant du pollen dans l'eau.

● **Les gels** sont des systèmes qui permettent souvent d'obtenir des colles. Historiquement, le mot colloïde découle d'ailleurs du mot colle. En agroalimentaire, la gelée est une solution colloïdale qui a un aspect de solide élastique.

### Expérience

Produit : gélatine ou agar-agar ou carraghénane

- Réaliser différents gels en faisant varier la teneur en produit gélifiant et noter les différences de tenue, de couleur, de goût.  
On pourra également modifier le milieu en faisant varier la température et l'acidité.

● **La Viscosité des préparations** : lors d'un écoulement, des forces de frottement entre particules s'opposent au mouvement du fluide. Ces forces sont dues aux interactions entre molécules du fluide et sont appelées forces de viscosité. Le coefficient de viscosité rend compte de ces forces. Il s'exprime en Poiseuille. La viscosité d'une solution colloïdale dépend des substances en présence et de la concentration en particules. En pratique, les mesures de viscosité permettront de remonter à ces concentrations et aux dimensions des particules qui ont été introduites dans le fluide.

## Expérience

- Mesurer le temps de chute d'une bille dans un cylindre contenant des solutions colloïdales de différentes concentrations pour étudier la relation qui existe entre concentration et viscosité.
- On pourra également varier les systèmes d'étude en choisissant différents types d'émulsion ou de mousses.

Pour déterminer la viscosité d'un milieu, il faut d'abord évaluer la masse volumique de ce milieu en mesurant la masse et le volume. ( $\rho = m/V$ ) puis mesurer ensuite la durée que met une bille qui tombe dans ce milieu et dans le solvant pur.

$$\text{On a alors : } \eta_0/\eta = (\tau_0 - \tau) (\rho - \rho'_0) / (\rho - \rho')$$

$\rho, \rho', \rho'_0$  sont les masses volumiques du solide et des liquides  
 $\eta$  et  $\eta_0$  sont les viscosités du milieu et du solvant pur.

● **Les systèmes colloïdaux** possèdent souvent des propriétés optiques liées à la diffusion de la lumière par les particules dispersées. Prenons un exemple : Quand on casse un œuf, on constate que le blanc d'œuf n'est pas blanc mais translucide. C'est le système colloïdal gaz/liquide, obtenu après avoir longuement battu « le blanc » qui donne sa couleur blanche au milieu. Cette couleur est le résultat de la diffusion de la lumière (diffusion de Mie) par le système.

## Expérience

- On peut montrer pourquoi le ciel est bleu, en journée et le soleil rouge en soirée en utilisant les propriétés optiques des systèmes colloïdaux. Il suffit de remplir un cristalliseur d'eau et d'y faire tomber quelques gouttes de lait.
- En éclairant fortement en lumière blanche le milieu ainsi créé, on peut observer à 90° une diffusion bleutée, tandis que la source lumineuse prendra un aspect rougeoyant après la traversée du cristalliseur.

Ce sont les molécules de l'atmosphère qui ont ce rôle de diffusion de la lumière (diffusion de Rayleigh).

● **Le lait et le beurre sont deux systèmes colloïdaux.** Le lait est une suspension de protéines dans l'eau, en première approximation. C'est donc une solution contenant environ 3-4 % de protéines. Le beurre est en revanche constitué d'eau dispersée dans « l'huile ». C'est un gel contenant environ 16% d'eau.

## Expérience

- Fabriquer du beurre avec des élèves n'est pas très compliqué : Il faut mettre de la crème liquide à 35% dans un pot à confiture, jusqu'au tiers environ. Il faut que la crème soit à 20 °C environ. Agiter le bocal pendant 10 minutes environ. La crème se sépare en un liquide (babeurre) et en petits grains de la taille de pépins (beurre).

- Enlever le couvercle et séparer le beurre et le babeurre. Mettre le beurre dans un bol. Rincer les grains de beurre à l'eau.
- Ecraser, rincer, écraser...jusqu'à ce que le babeurre soit complètement évacué et que le liquide de rinçage soit clair.
- .Saler.

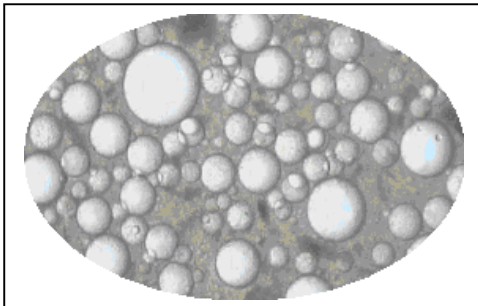
● **Avec les mousses...**

**Expérience**

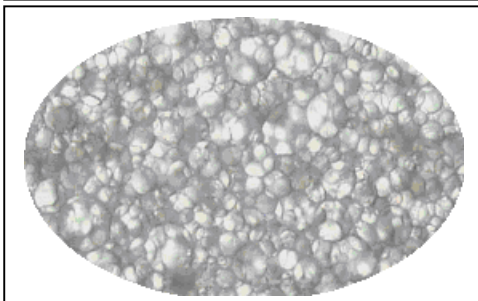
Produit : blanc d'œuf

- Monter un blanc en neige et observer les modifications de viscosité et de couleur. On mesurera périodiquement la taille des particules dispersées en regardant dans un microscope et on observera la diminution de leur diamètre au fur et à mesure qu'on bat le mélange.

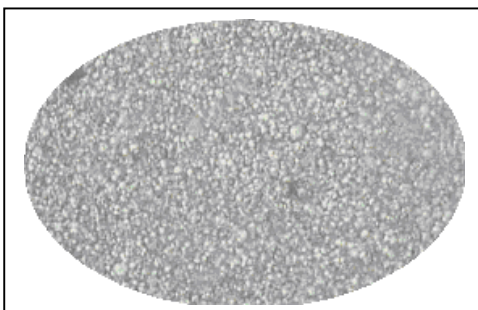
**Observation au microscope de la mayonnaise à différents stades**



**ETAT 1**



**ETAT 2**



**ETAT 3**

Bibliographie : Hervé This, Thuriès magazine gastronomie, n°156, p87