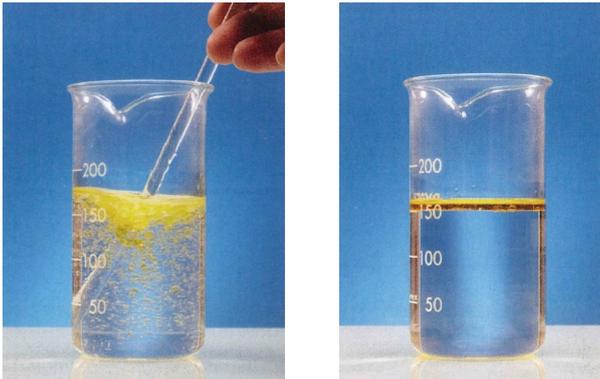


## 1 Émulsions

### 1.1 Réaliser une émulsion

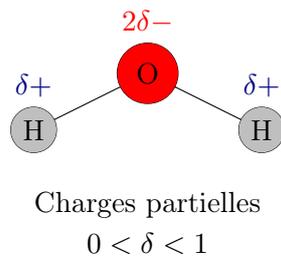
Vinaigrette, sauce béarnaise ou mayonnaise sont des ..... , c’est-à-dire des suspensions de très petites particules liquides dans un autre liquide ..... au premier (de l’huile dans l’eau dans le cas présent).



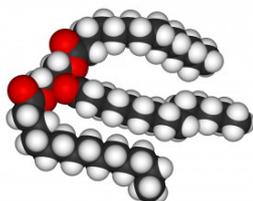
Il faut battre vigoureusement le mélange pour former une émulsion. Une fois cet objectif atteint, la tendance naturelle est de reformer ..... bien distinctes.

### 1.2 Des molécules de natures différentes

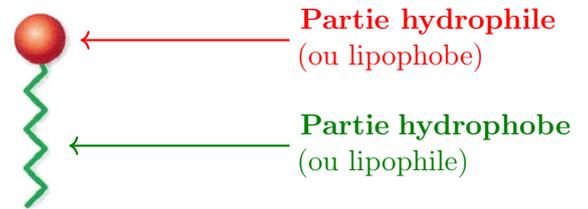
• La molécule d’eau est une molécule ..... elle présente des charges électriques *partielles*. En effet, l’oxygène attire les électrons plus fortement que l’hydrogène.



• Les triglycérides constituent la majeure partie des ..... alimentaires et de l’organisme (stockés dans le tissu adipeux). Les triglycérides sont des triesters d’acides gras, c’est-à-dire qu’ils sont formés de trois fonctions esters accrochées ensemble, avec trois chaînes carbonées « longues ». Exemple du triester principal de l’huile de palme :

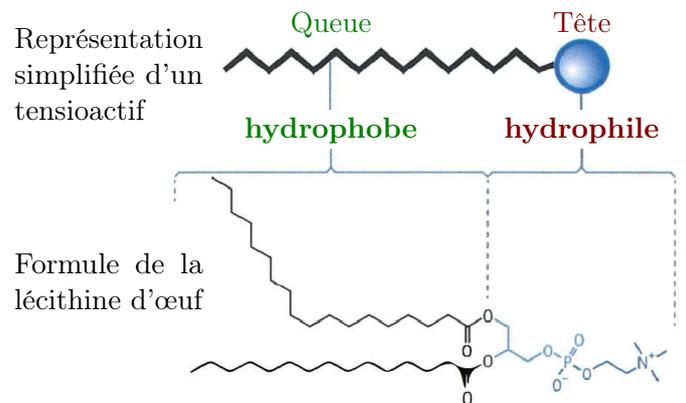


• Un composé ..... est formé d’une partie hydrophile (ou lipophile) et d’une partie hydrophobe (ou lipophile).



Le suffixe « phile » signifie « qui a une affinité pour ». Les préfixes « hydro » et « lipo » viennent du grec et signifient respectivement « eau » et « corps gras ».

La partie lipophile est en général formée d’une longue ..... , d’où sa représentation symbolique sous forme de « queue » ; la partie hydrophile contient en général des atomes d’oxygène, de soufre ou d’azote, qui forment des liaisons ..... . Voici un exemple d’un composé tensioactif naturel : la lécithine contenue dans l’œuf.



Le tensioactif est le principe actif du savon ou du liquide vaisselle.

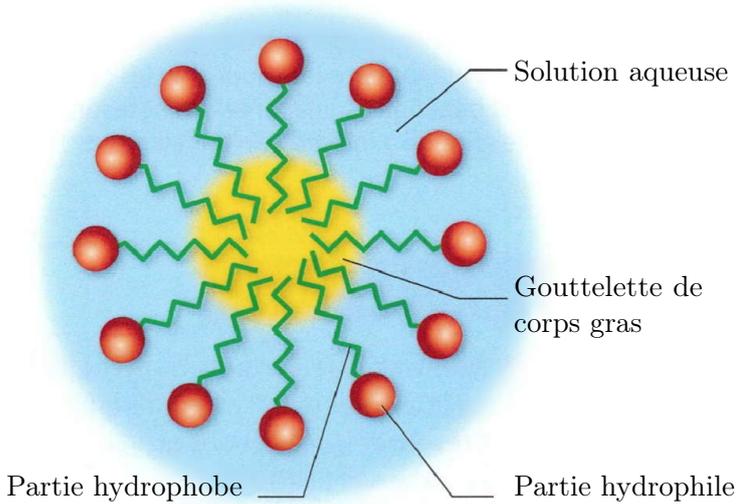
### 1.3 Le rôle des tensioactifs

Les tensioactifs sont des molécules « entremetteuses » présentant une ..... à la fois pour l’huile et pour l’eau.

Lorsque la concentration en tensioactifs est suffisante, et après agitation, des gouttelettes d’huile enrobées de tensioactif se dispersent dans l’eau.

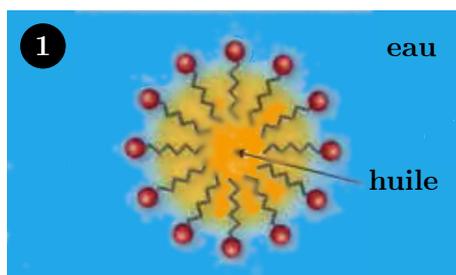
Ces gouttelettes sont appelées .....

Il y a dispersion de la phase lipidique dans la phase aqueuse, c’est une .....

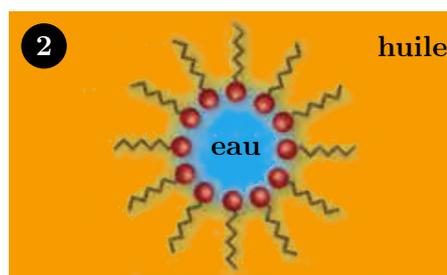


### L'essentiel en trois phrases

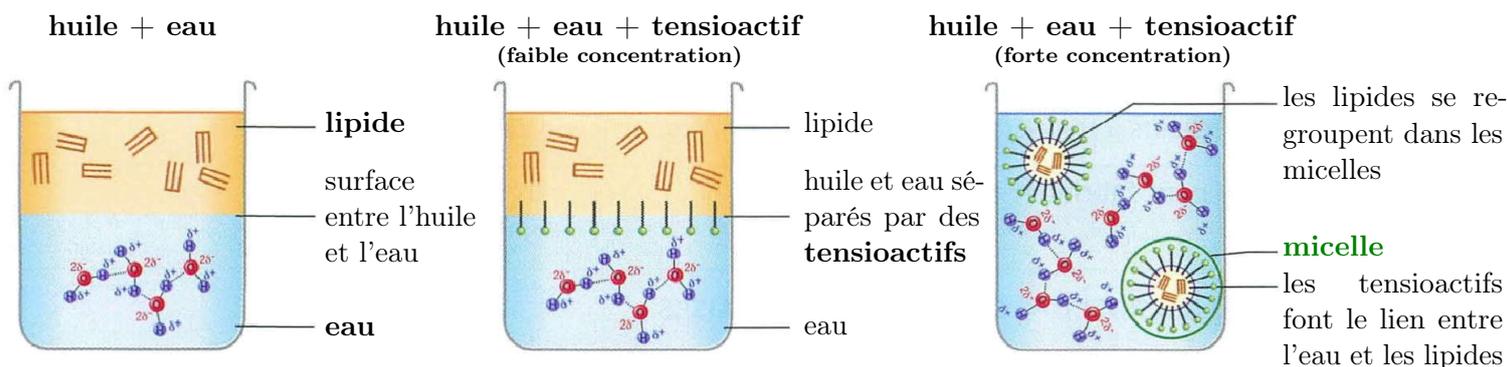
- Les ..... sont des systèmes dispersés d'un liquide dans un autre liquide, liquides qui ne sont pas miscibles entre eux.
- Les ..... sont de longues molécules comportant une partie apolaire hydrophobe (qui présente une affinité pour les lipides) et une partie polaire hydrophile (qui présente une affinité pour l'eau).
- En raison de leur structure, les tensioactifs forment des ..... et stabilisent les émulsions, qui sont des mélanges hétérogènes de deux liquides non miscibles.



Goutte d'huile encapsulée dans l'eau



Goutte d'eau encapsulée dans l'huile



### 1.4 Application : Fabrication & action des savons

#### Fabriquer un savon

Il est assez amusant de noter que l'on peut fabriquer soi-même du savon noir avec deux choses parmi les plus salissantes que l'on puisse trouver chez soi : de l'huile et de la cendre ! L'huile apporte les triesters ; si l'on incorpore un tiers d'huile d'....., on respecte la tradition du savon dit « de Marseille ».

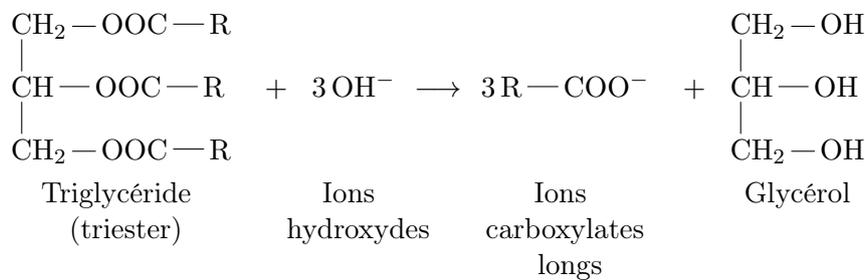


La cendre apporte la potasse KOH. L'action des ions hydroxyde  $\text{OH}^-$  sur les triesters provoque une *hydrolyse basique* des fonctions esters, selon la réaction générale

donnée ci-dessous (qui correspond à la fabrication d'un savon dit « à la glycérine »).

Un savon est formé d'ions .....  $\text{R}-\text{COO}^-$ , où la chaîne carbonée  $-\text{R}$  est longue (c'est-à-dire formée de dizaines d'atomes de carbone et d'hydrogène). Cet anion est obligatoirement accompagné d'un cation, typiquement le cation sodium  $\text{Na}^+$  pour un savon ..... (le savon ordinaire), ou le cation potassium  $\text{K}^+$  pour un savon ..... ou savon noir (le savon d'autrefois).

La seule difficulté avec la *saponification* est de *laver* une dizaine de fois le savon ( $\text{Na}^+ + \text{R}-\text{COO}^-$ ) obtenu : cela nécessite beaucoup d'eau !



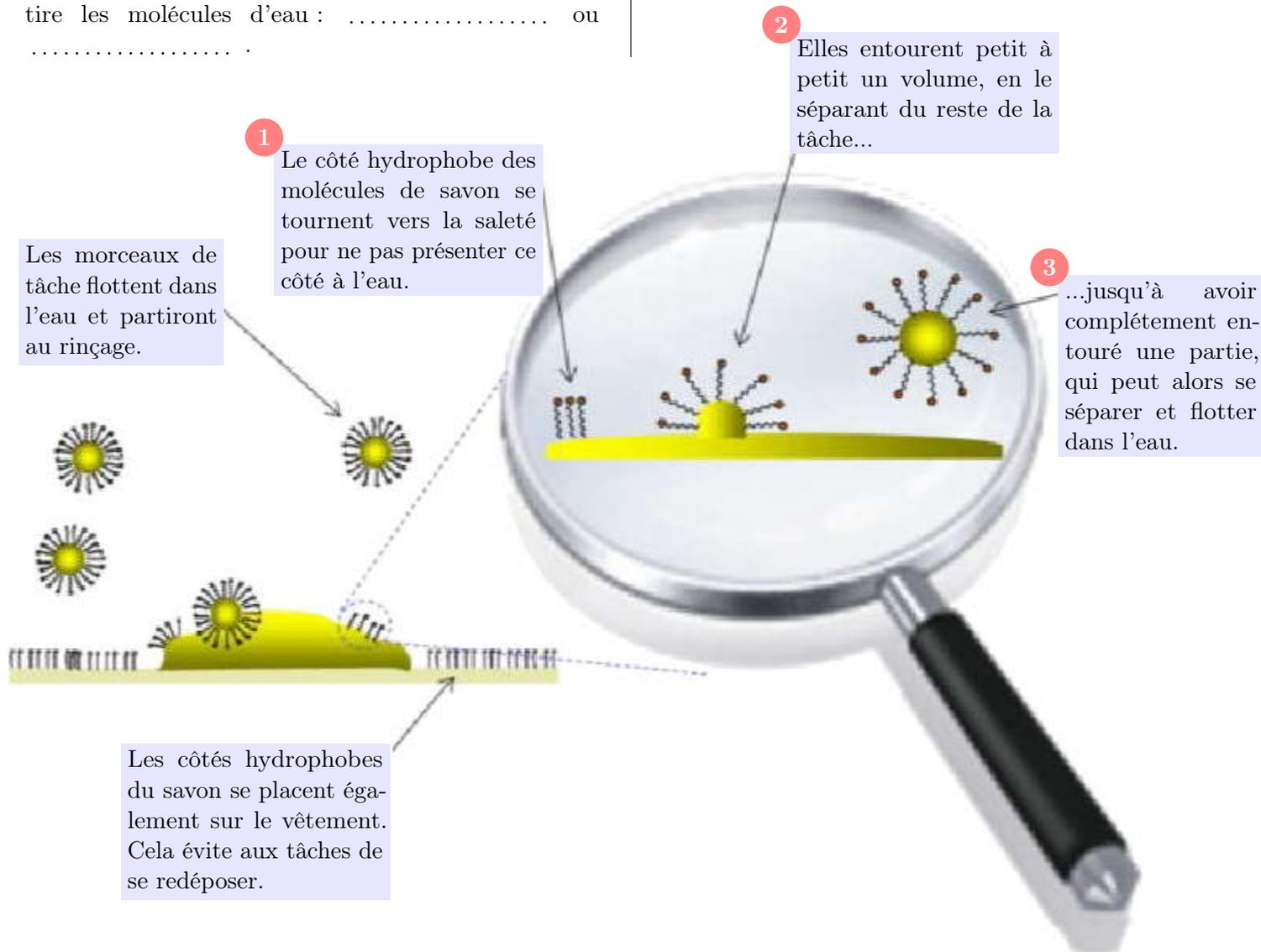
### Deux propriétés antinomiqes

Une molécule de savon  $\text{R} - \text{COO}^-$  possède deux parties distinctes, aux propriétés .....

- La chaîne carbonée  $-\text{R}$  provenant de l'acide carboxylique long (appelé *acide gras*), ..... ou .....
- Le groupe carboxylate  $-\text{COO}^-$ , chargé, attire les molécules d'eau : ..... ou .....

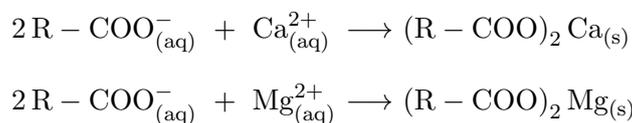
### Le mode d'action des savons

Les savons et détergents éliminent les salissures en formant des ..... autour de celles-ci : les longues chaînes carbonées ont une affinité pour la graisse, alors que les groupes carboxylates rendent l'ensemble soluble dans l'eau.



### Limitations de l'action des savons

L'action des savons et des détergents est limitée par les ions calcium et magnésium des eaux ..... car ceux-ci forment avec le savon des carboxylates de calcium et de magnésium, .....



## 2 Les mousses

### 2.1 Définition d'une mousse

Un système chimique constitué de deux phases est dit ..... si ses deux phases sont intimement mélangées : des zones de taille microscopique de la première phase sont dispersées dans la deuxième phase.

Un système constitué de gaz dispersé dans un liquide est appelé .....

Un système constitué de gaz dispersé dans un solide est appelé .....

Tout comme les émulsions, les **mousses liquides** ne sont pas stables : les phases décantent rapidement. Pour les stabiliser, il est nécessaire d'ajouter des espèces .....

Les **mousses solides** sont des matériaux largement utilisés dans notre quotidien, par exemple celles servant d'isolant thermique. En général, ces mousses sont stables (la solidité est rarement la qualité recherchée ; la ..... est souvent la principale qualité).

### 2.2 Application 1 : Quand la mayonnaise prend !

#### Ingrédients

- 1 jaune d'œuf (contient de la lécithine qui joue le rôle de tensioactif, des protéines) ;
- 1 verre d'huile ;
- 1 cuillère à café de moutarde (facultatif) ;
- 1 cuillère à soupe de vinaigre (facultatif) ;
- sel, poivre.

Une heure avant de commencer la sauce mayonnaise, mettre tous les ingrédients à température ambiante.

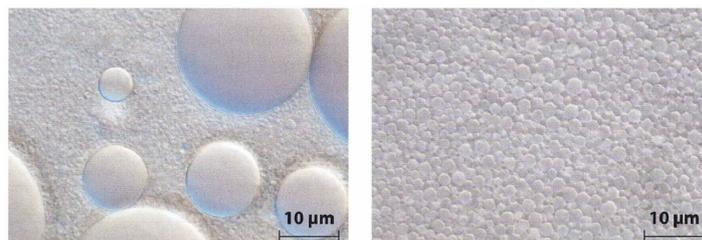
#### Réalisation



- Dans un saladier, mettre la moutarde, le jaune d'œuf. Assaisonner de sel et de poivre.
- Mélanger en effectuant un mouvement de rotation afin de mélanger la moutarde au jaune d'œuf.

- Tout en fouettant énergiquement, ajouter l'huile **petit à petit** ; elle va s'incorporer à la moutarde et au jaune d'œuf, et la mayonnaise va prendre progressivement. Continuer jusqu'à ce que toute l'huile soit incorporée.
- Ajouter le vinaigre (facultatif).

**Fermeté d'une mayonnaise** Entre deux mayonnaises, l'une réalisée en agitant avec une fourchette, l'autre avec un batteur électrique, on peut observer au microscope la taille des micelles :



Les micelles sont de petite taille et beaucoup moins espacées dans le cas d'une mayonnaise bien .....

**Une mayonnaise avec du blanc d'œuf!** Le blanc d'œuf possède des protéines qui peuvent jouer le rôle de tensioactif.

- Dans un saladier, mettre le blanc d'œuf, une goutte de vinaigre, et assaisonner avec du sel et du poivre.
- Mélanger en effectuant un mouvement de rotation.
- Tout en fouettant énergiquement, ajouter l'huile petit à petit. Continuer jusqu'à ce que toute l'huile soit incorporée.



L'œuf contient de la lécithine, un phospholipide qui a d'excellentes propriétés ..... (voir sa formule donnée en page précédente).

**Rattraper une mayonnaise ratée** Une mayonnaise « retombe » lorsque les gouttelettes d'huile sont trop nombreuses et finissent par se rassembler : la phase lipidique se sépare de la phase aqueuse. Les phases se ....., c'est la **démixtion**. Bien souvent, il manque de l'eau à la préparation.



Pour rattraper la mayonnaise, il suffit d'ajouter un élément qui apporte de l'eau (un autre jaune, de la moutarde ou des gouttes d'eau).

### 2.3 Application 2 : De la fève du cacao au beurre de cacao, la fabrication du chocolat !

**Le traitement des fèves** Le fruit du cacaotier (ou cacaoyer) est une fève, qui subit les traitements suivants afin d'obtenir un tourteau :

1. Fermentation des fèves fraîches ;
2. Torréfaction : les fèves sont rôties à plus de 100 °C ;
3. Concassage : les fèves sont concassées pour que les graines se séparent des coques ;
4. Broyage : les graines, débarrassées de leur germe, sont broyées pour obtenir une pâte appelée « pure pâte de cacao » ;
5. Extraction : la pâte passe sous des presses hydrauliques, ce qui permet de séparer :
  - le beurre de cacao ;
  - le tourteau, nom de la pâte restante après l'extraction, qui sert de base à la préparation du chocolat. Les professionnels l'achètent sous le nom « masse » ou « pâte » de cacao.

a. Pour chacune des étapes listées, indiquer s'il s'agit d'une modification physique (changement d'état) ou chimique (réaction chimique).

.....

.....

**Le beurre de cacao** Il s'agit d'un solide de couleur jaune clair, cassant et non collant à 25 °C (température des doigts), qui fond dans la bouche mais pas dans la main.

Le beurre de cacao est utilisé dans la fabrication de nombreux produits parapharmaceutiques ou cosmétiques (huiles solaires ou les baumes à lèvres). Il est à la base de la composition des suppositoires.

b. Peut-on remplacer le beurre de cacao par un autre produit courant dans le chocolat ?

.....

#### Différentes qualités de chocolat

- Le chocolat noir : il contient plus ou moins 55 % de cacao, mais peut en contenir jusqu'à 70 % !
- Le chocolat au lait : il contient au minimum 25 % de cacao et de la poudre de lait ;
- Le chocolat blanc : il ne contient pas de cacao et est préparé avec du beurre de cacao, du sucre, de la poudre de lait et de la lécithine.

c. Que contient le chocolat, au minimum ? Le chocolat blanc peut-il être considéré comme du chocolat ?

.....

.....

**Qu'est-ce que faire du chocolat ?** C'est réaliser un « mélange », solide au toucher, de gras et de sucre, incorporant des matières végétales.

- Le cacao, sans sucre ni gras, constitue normalement la phase solide principale ;
- Le gras est sous une phase partiellement liquide (ceci dépend aussi de la température). Cette phase liquide est dispersée dans le réseau solide de cacao ;
- Le sucre est divisé en petites particules, donc lui aussi sous la forme d'une phase solide.

d. Qu'est-ce qu'une phase en physique ? Combien de phases contient un chocolat ?

.....

.....

**Les matières premières du chocolat** Les matières premières de la chocolaterie sont :

- Le tourteau de cacao, sous forme de « pâte de cacao », ou sous forme d'une poudre de cacao dégraissée non sucrée ;
- Le beurre de cacao, sous forme de pastilles ou « callets » ;
- Le sucre en poudre ;
- Éventuellement, la lécithine de soja et le lait en poudre.

e. Quel est le rôle de la lécithine de soja ?

f. Quel est l'apport énergétique du sucre ? Des corps gras ? Du lait éventuellement rajouté ?

### Les opérations dans une chocolaterie

1. Pétrissage : homogénéiser le mélange afin qu'il soit bien plastique ;
2. Conchage à sec : agiter la pâte (peu grasse) afin

de provoquer la friction entre particules solides de cacao et de sucres ; la pâte chauffée, une petite partie d'eau s'évapore ;

3. Conchage liquide : après rajout de beurre de cacao ou de la lécithine agiter afin de séparer les particules agglomérées. Le conchage dure de 12 à 72 heures dans des cuves équipées de systèmes perfectionnés thermostatés équipés d'un dispositif d'agitation et de battage ;
4. Le Tempérage : avant d'être admise dans un moule, la pâte doit être « tempérée » c'est-à-dire refroidie puis à nouveau réchauffée avant un refroidissement final. Le tempérage donne au chocolat (une fois qu'il a été refroidi) un aspect brillant et lisse, une dureté et un fondant caractéristiques, et une plus longue durée de conservation.

g. Pour chacune des étapes listées, indiquer s'il s'agit d'une modification physique (changement d'état) ou chimique (réaction chimique).

## 3 Bilan

- Les ..... , principaux constituants des huiles alimentaires, ne sont pas solubles dans l'eau  $H_2O$ . En revanche, ils se solubilisent très bien dans des solvants dits « gras », composés principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène.
- Ces phénomènes s'expliquent par les structures des lipides et illustrent très bien le proverbe « Qui se ressemble s'assemble ».
- En effet, les lipides contiennent au moins une longue chaîne hydrocarbonée, c'est-à-dire constituée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Cette structure ressemble à celle des solvants « gras » et non à celle de l'eau.
- On distingue deux sortes de ..... Lors-

qu'il y a plus d'eau que d'huile, les micelles sont directes : l'huile est « encapsulée » à l'intérieur et les chaînes hydrocarbonées des espèces tensioactives sont tournées vers l'intérieur ; dans le cas contraire, les micelles sont inverses : c'est l'eau qui est « encapsulée » et les « têtes », qui sont tournées vers l'intérieur.

- Les ..... telles que la mayonnaise sont caractérisées par la dispersion stable de gouttelettes d'huile dans l'eau. Trois éléments sont indispensables à leur formation : eau, huile et tensioactifs. Les molécules tensioactives sont amphiphiles, elles sont composées d'une tête hydrophile et d'une queue hydrophobe. Ces molécules évitent la démixtion du mélange (séparation des deux phases eau et huile) en formant des micelles.

## Exercices pour la séance n° 10

**9.1** N° 2 p. 158 – QCM

**9.2** N° 8 p. 160 – Réussir une mousse

**9.3** L'eau de la ville de Mulhouse (30 min)

La ville de Mulhouse (environ 111 000 habitants) a la réputation de fournir à ses administrés une eau de très bonne qualité, et sans traitement. En effet, le site de captage se trouve dans la nappe phréatique de la rivière Doller, qui prend sa source à 933 m d'altitude, dans le

massif des Vosges.

**Document 1** : L'eau de Mulhouse en bouteille

« Nous avons voulu faire déclarer notre eau, *eau de source*, pour démontrer sa qualité aux habitants, et pour leur prouver qu'on peut la boire sans risque. La mise en bouteille et la gazéification constituent une opération promotionnelle ponctuelle [...].

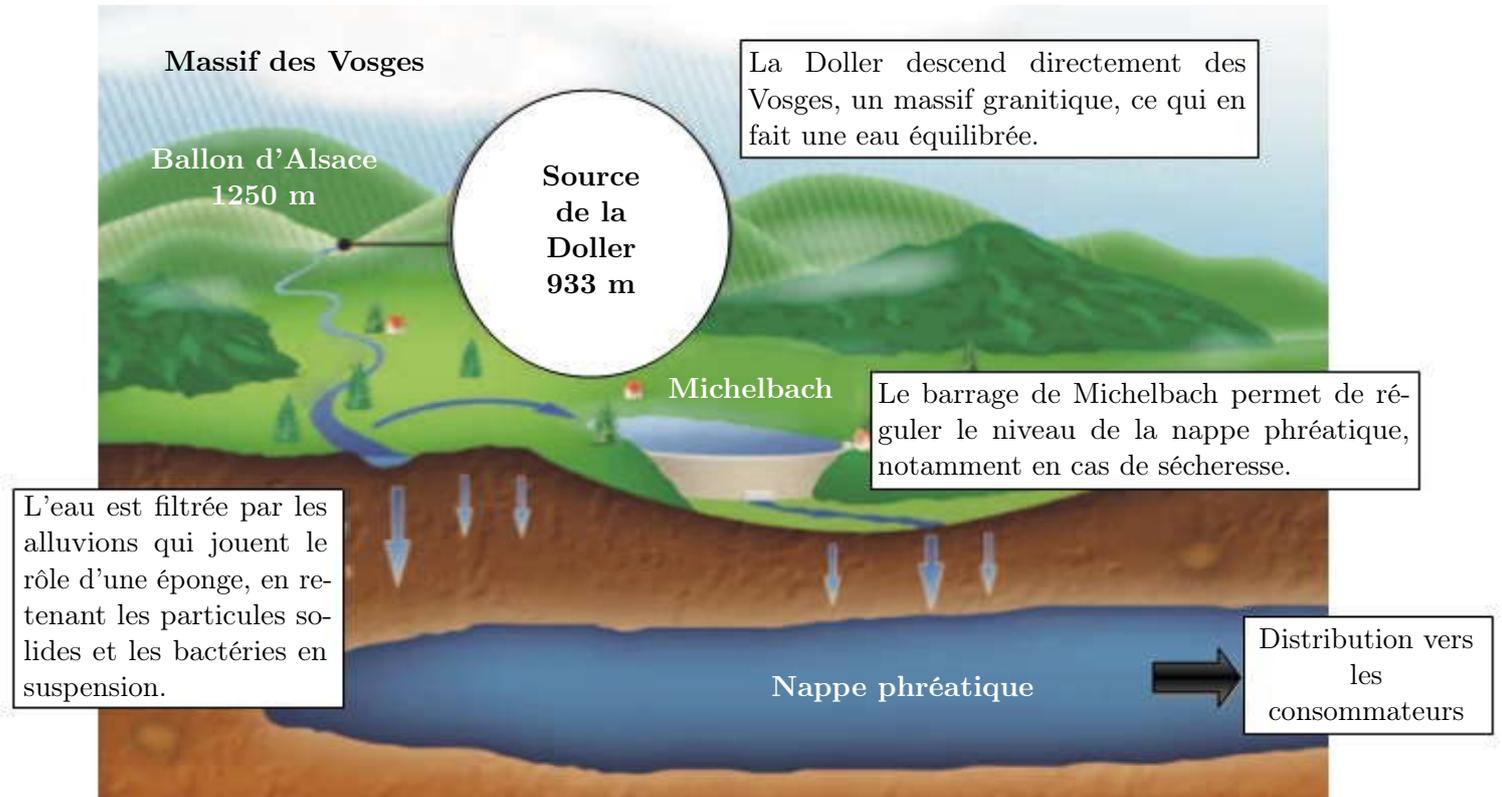
L'absence de traitement de l'eau potable mulhousienne,

cas *extrêmement rare* en France, rendait possible son appellation [...]. Depuis trois ans, Mulhouse ne puise son eau de ville que dans la nappe phréatique de la rivière Doller [...]. Ce cours d'eau est épargné par les pollutions d'origine agricole ou industrielle.

Nous préservons cette qualité par des acquisitions foncières\* qui permettent par exemple de remettre en herbe des terrains où l'on cultivait du maïs ou du blé.»

(\* ) Acquisition foncière : achat d'un terrain.

**Document 2 : Le circuit de l'eau de Mulhouse**



Source : d'après *l'Écho mulhousien* n° 290, mai 2007.

**Document 3 : Analyses chimiques de l'eau du robinet (année 2012) et normes de potabilité**

|                      | ions nitrates             | ions sodium                | ions fluorure              | ions chlorure              |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Eau de Mulhouse      | 9,2 mg·L <sup>-1</sup>    | 8,7 mg·L <sup>-1</sup>     | < à 0,1 mg·L <sup>-1</sup> | < à 250 mg·L <sup>-1</sup> |
| Normes de potabilité | < à 50 mg·L <sup>-1</sup> | < à 200 mg·L <sup>-1</sup> | < à 1,5 mg·L <sup>-1</sup> | < à 250 mg·L <sup>-1</sup> |

|                      | dureté              | pH             | pesticides                 | bactéries      |
|----------------------|---------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| Eau de Mulhouse      | 10°F<br>(eau douce) | 6,9            | non détectés               | non détectées  |
| Normes de potabilité | < à 30°F            | Entre 6,5 et 9 | < à 0,1 µg·L <sup>-1</sup> | absence exigée |

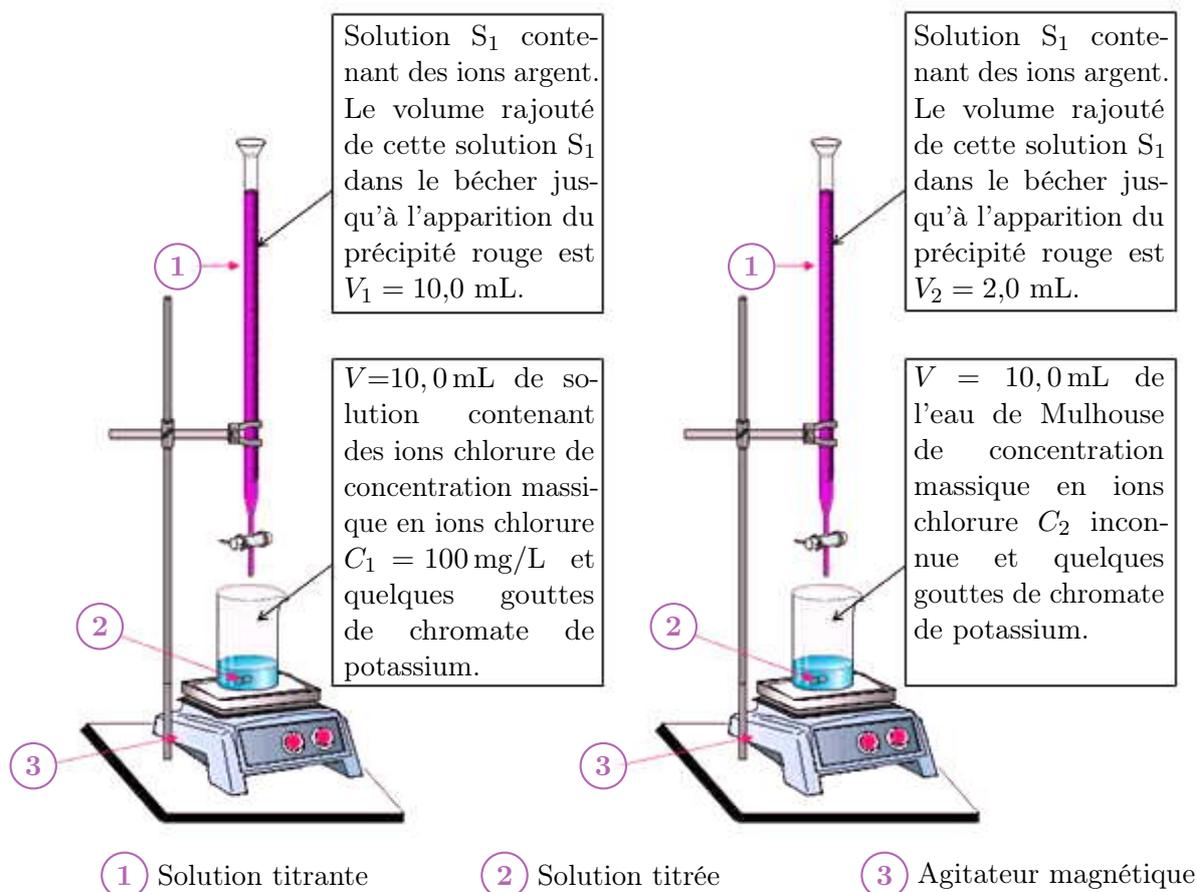
Source : d'après <http://www.ars.alsace.sante.fr>

**Document 4 : Dosage des ions chlorure présents dans l'eau de Mulhouse**

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève souhaite vérifier la concentration massique en ions chlorure Cl<sup>-</sup> de l'eau de Mulhouse. En cours de chimie, il a appris que :

- en versant progressivement une solution aqueuse contenant des ions argent  $\text{Ag}^+$  dans une solution aqueuse contenant des ions chlorures  $\text{Cl}^-$ , il se forme un précipité blanc de chlorure d'argent.
- les ions argent produisent avec le chromate de potassium un précipité rouge, qui permet de repérer la fin du dosage.

Il réalise deux dosages :



1. Habituellement, lors d'une purification de l'eau potable dans les grandes villes, les étapes suivantes se succèdent : tamisage, floculation, décantation, filtration sur lit de sable, oxydation par l'ozone, filtration sur charbon actif, traitement par le dichlore.

- 1.1. Citer deux étapes, parmi celles énoncées ci-dessus, permettant de retirer les impuretés solides de l'eau.
- 1.2. Citer deux étapes, parmi celle énoncées ci-dessus, permettant de désinfecter l'eau.
- 1.3. Expliquer comment les impuretés solides et les bactéries sont éliminées dans l'eau de Mulhouse.

2.1. Indiquer si l'eau de Mulhouse est potable. Justifier brièvement la réponse.

2.2.1. Citer des ions responsables de la dureté d'une eau.

2.2.2. Citer un inconvénient lié à la dureté de l'eau.

2.2.3. Indiquer si l'eau de Mulhouse est concernée par cet inconvénient. Justifier.

2.3. À l'aide du document 4 et de l'analyse des volumes  $V_1$  et  $V_2$ , déterminer la concentration massique en ions chlorure de l'eau de Mulhouse.

3. D'après le document 1, « ce cours d'eau est épargné par les pollutions d'origine agricole ».

3.1. Donner la stratégie du service des eaux pour qu'il en soit ainsi.

3.2. Vérifier si les analyses chimiques du document 3 le confirment.

## Correction des exercices de la séance n° 8

### 8.1 N° 4 p. 159 – Oxydation d'aliments

1. L'orange est un fruit acide et qui contient un antioxydant naturel, l'acide ascorbique. L'acidité et la présence de cet antioxydant permet de ralentir l'oxydation de l'orange.

Les lentilles sèches ne contiennent pas d'eau. La prolifération des microorganismes est donc réduite et les lentilles peuvent se conserver longtemps sans s'oxyder.

2. Le dioxygène est le réactif gazeux à l'origine de la dégradation de la viande et de la pomme. Si l'on protège les aliments par un film alimentaire ou un papier aluminium, le contact avec l'air est réduit, l'apport de dioxygène est moindre, les aliments se conservent plus longtemps sans s'oxyder.
3. Il faut comparer les expériences B et C pour montrer l'effet de la lumière sur la dégradation du fruit. En effet, le film alimentaire laisse passer la lumière, à contrario le papier aluminium la bloque. Et on constate bien que les aliments se conserve mieux dans l'expérience C.
4. Il faut comparer les expériences A et D pour montrer l'effet de la température. On constate que les aliments se conservent mieux dans l'expérience D, c'est-à-dire lorsqu'ils sont placés au réfrigérateur, à une température plus basse.

### 8.2 N° 6 p. 159 – Conservateur et antioxydant

1. Un conservateur est une espèce chimique capable de réduire les altérations chimiques ou microbiologiques d'un aliment.

2. Un antioxydant a un spectre d'action moins large qu'un conservateur : il ne fait que réduire l'oxydation. Par conséquent, on ne peut pas remplacer un conservateur par un antioxydant.
3. Un verre de 20 cL correspond à un cinquième de litre ( $100 \text{ cL} / 5 = 20 \text{ cL}$ ), par conséquent, la réglementation européenne limite à  $3/5 = 0,6 \text{ g}$  la quantité d'acide malique E296 par verre.
4. « Quantum satis » signifie n'importe quelle quantité qui ne dégrade pas la qualité gustative du produit.

### 8.3 N° 7 p. 160 – Des emballages pour conserver

1. Les bactéries aérobies ont besoin de dioxygène pour respirer. Le film plastique utilisé bloque le dioxygène est ainsi empêche les bactéries de se développer. Le film laisse sortir le dioxyde de carbone afin d'éviter que l'emballage gonfle, ce qui ne serait pas vendeur.
2. L'absorbant d'éthylène évite un mûrissement accéléré du fruit alors qu'il est encore emballé.
3. Le papier buvard absorbe l'eau et évite ainsi que la barquette se transforme en piscine. Sans eau, la prolifération des microorganismes est réduite.
4. Les procédés physiques à l'œuvre sont l'absorption de l'eau par le buvard, la diffusion du dioxyde de carbone à travers le film plastique, et l'absorption de l'éthylène.
5. Ce fruit est emballé sans conservateur ni antioxydant, donc sans espèces chimiques ajoutées.