

Compétences exigibles (chapitre 7)

- Savoir expliquer les conseils de conservation donnés aux consommateurs ;
- Identifier les avantages et les inconvénients des traitements appliqués aux aliments pour les conserver ;
- Ne pas être dûpe quant aux idées véhiculées par les médias ou les publicités quant à l'innocuité ou l'action de certains produits alimentaires sur la santé ;
- Connaître le protocole expérimental à réaliser pour mettre en évidence l'oxydation des aliments ;
- Savoir distinguer une transformation physique d'une transformation chimique ;
- Savoir extraire et organiser des informations sur l'évolution des modes de conservation ;
- Savoir extraire et organiser des informations sur la formulation d'un aliment ;
- Savoir que l'on peut conserver des aliments en les changeant d'état (solidification, lyophilisation...) ;
- Connaître la structure des lipides ;
- Savoir ce qu'est une émulsion ;
- Savoir ce qu'est une espèce tensioactive (avec ses parties hydrophile et hydrophobe) ;
- Comprendre comment les espèces tensioactives forment des micelles ;

- Savoir qu'une espèce tensioactive a la faculté de stabiliser une émulsion ;
- Connaître le protocole expérimental à mettre en œuvre pour réaliser une émulsion (dit autrement, vous devez tous savoir comment faire « monter » une mayonnaise avec le Bac ! Chacun sa cuillère et son bol !) ;
- Par une approche historique et culturelle de la transformation et de la conservation des aliments, acquérir des connaissances qui permettent d'adopter des comportements responsables en matière de risque alimentaire.

Acquis du collège et de Seconde :

- Les trois états de la matière (solide, liquide et gaz) et les changements d'état ;
- La composition de l'air (environ un cinquième de dioxygène  $O_{2(g)}$  et quatre cinquième de diazote  $N_{2(g)}$ , plus d'autres gaz moins abondant, y inclus 400 ppm de dioxyde de carbone  $CO_{2(g)}$  (parties par million, ce qui fait donc du 0,04% – sauriez-vous retrouver ce pourcentage ?), le taux le plus élevé depuis 2,5 millions d'années !).

Chapitre 7 – Qualité des aliments

## 1 L'oxydation des aliments

**L'essentiel en deux phrases** Le dioxygène de l'air et la lumière provoquent l'oxydation des aliments.

La température joue un rôle important dans cette oxydation, en la ralentissant ou en l'accéléralant.

### 1.1 Effet du dioxygène

**Expérience 1** Un morceau de pomme laissé à l'air ambiant.

**Expérience 2** Un morceau de pomme placé dans du diazote dans un flacon.

Résultat : .....

**Bilan** La transformation **chimique** subie par la pomme au contact du dioxygène de l'air est appelée **oxydation**.



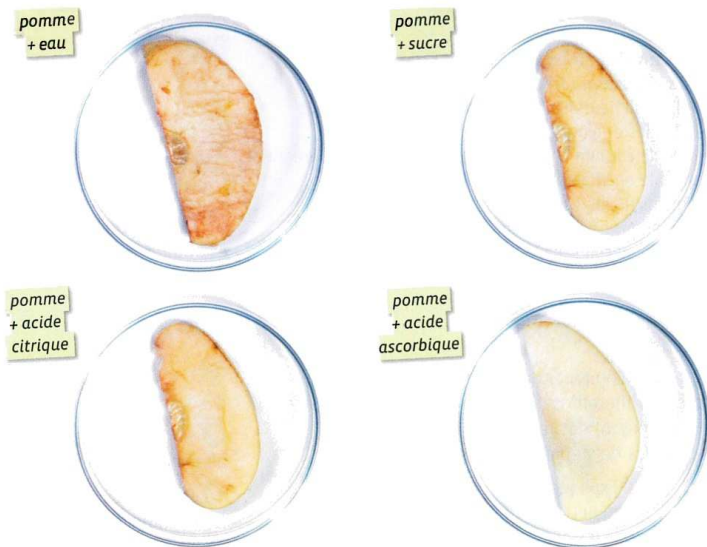
## 1.2 Protection contre l'oxydation par un additif

**Expérience 3** Un morceau de pomme est préalablement recouvert de citron puis laissé à l'air ambiant comme précédemment.



Résultat : .....

**Expérience 4** Cherchons parmi les constituants du jus de citron ce qui peut bien protéger la pomme.



Résultat : .....

**Bilan** C'est l'acide ascorbique ou vitamine C qui protège la pomme contre l'oxydation. Il réagit avec le dioxygène de l'air qui ne peut donc plus réagir avec les enzymes de la pomme. La vitamine C porte le code E300, c'est un *antioxydant* très utilisé comme additif alimentaire, appelé **conservateur**.

## 1.3 Effet de la température

**Expérience 5** Un morceau de pomme est chauffé trente secondes au four à micro-ondes puis laissé à l'air ambiant comme précédemment.



Résultat : .....

**Expérience 6** Quatre ou cinq pommes coupées en morceaux, disposés joliment sur une pâte brisée avec de la crème et un peu de frangipane, le tout placé à 180°C au four pendant une demi-heure.

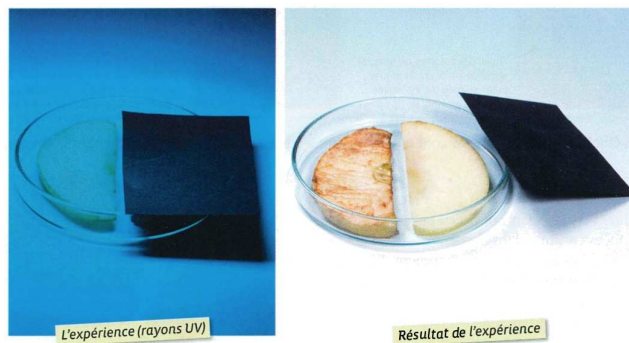


Résultat : .....

**Bilan** La température dénature les enzymes de la pomme qui n'est plus oxydée par l'air. D'autres réactions chimiques apparaissent lors de la cuisson des aliments : caramélisation (réduction du sucre), réactions de Maillard, de Parmentier et de Liebig, responsables de l'apparition de nouveaux goûts et de nouvelles odeurs.

## 1.4 Effet de la lumière

**Expérience 7** On coupe deux morceaux de pomme, et on protège l'un des deux morceaux par un morceau de carton. On place les deux morceaux sous une lampe UV.



Résultat : .....

**Bilan** Il faut stocker les aliments à l'abri de la lumière et des rayons UV.

## 1.5 Conclusion

Le processus d'oxydation par le dioxygène présent dans l'air est une transformation chimique qui altère les aliments. Un **antioxydant** est une molécule qui réagit avec le dioxygène : il ralentit l'oxydation et peut être utilisé pour conserver les aliments. Les codes des antioxydants vont de E300 à E399.

Les antioxydants permettent de ralentir l'oxydation des aliments.

L'oxydation est aussi ralentie lorsque les enzymes nécessaires à cette transformation chimique sont altérées par chauffage : c'est le cas avec la **stérilisation**. Elle est accélérée lorsque l'aliment est soumis à un rayonnement UV : il est donc préférable de stocker les aliments à l'abri de la lumière.

Les **transformations chimiques** comme l'oxydation des aliments ou les réactions de Maillard (connues en pâtisserie pour l'apparition de saveurs lors de la cuisson des aliments) sont à différencier des **transformations physiques** dans certains procédés de conservation (lyophilisation, surgélation).

## 2 Les techniques de conservation

**L'essentiel en trois phrases** La conservation des aliments permet de reculer la date de péremption tout en préservant leur comestibilité et leurs qualités nutritives et gustatives.

Toutefois ces techniques de conservation peuvent aussi modifier les qualités nutritives ou gustatives des aliments.

Parmi les différentes techniques de conservation, on distingue les procédés physiques des procédés chimiques.

**Ce qui n'est pas essentiel** On ne cherchera pas à étudier ou à connaître la liste de toutes les techniques de conservation.

### 2.1 Le repas des spationautes

- Se nourrir dans l'espace constitue un exploit technologique important. En effet, la nourriture embarquée doit répondre à de nombreux critères. Elle doit être diététiquement variée afin d'assurer les besoins biologiques de l'équipage, mais elle doit aussi être savoureuse car elle contribue au moral des spationautes. Et elle doit être très épicée, car les saveurs sont minorées en apesanteur.
- Il faut par ailleurs qu'elle soit parfaitement saine au départ et qu'elle se conserve sur une longue période. Elle ne doit pas être compliquée à préparer, et ne doit pas être trop lourde.



- Pour toutes ces raisons, l'essentiel des plats est préalablement déshydraté et reconstitué à bord avec un ajout d'eau.

### 2.2 La choucroute pour explorer le monde

- La choucroute est une préparation alimentaire réalisée à partir de chou fermenté. Connue depuis la préhistoire, elle permet une conservation du chou sur plus de deux années. Grâce au processus de fermentation lactique, le chou taillé en fines lamelles est conservé dans une saumure acide empêchant le développement des microorganismes.



- Parmi les avantages diététiques de la choucroute figure sa richesse en vitamine C, que la fermentation n'altère pas. Cette propriété fut remarquée par le navigateur et cartographe James Cook (1728-1779) qui embarqua de la choucroute en grandes quantités sur ses navires pour lutter contre le scorbut des marins.
- Il est fort probable aussi qu'une préparation similaire ait été embarquée par Erik le Rouge (X<sup>e</sup> siècle) au cours de ses explorations qui lui permirent de découvrir le Groënland et Terre-Neuve.

## 2.3 Approche historique des techniques de conservation

### Préhistoire

D'abord consommateurs immédiats des produits de la chasse ou de la cueillette, les hommes pré-

historiques utilisent rapidement des techniques de conservation des aliments : **séchage** au soleil ou au vent, **boucanage** (fumage pendant des heures) de la viande ou du poisson.



### Romains – 300 av. J.-C.

Les Romains pratiquent le **salage** des aliments. Dans une eau très salée, l'eau est retirée des cellules par osmose. Le salage donne du goût aux aliments et empêche la multiplication des microorganismes.



### Moyen Âge - XIV<sup>e</sup> siècle

L'hiver, la **glace** des lacs et des rivières était découpée et conservée jusqu'à l'été dans des puits ou des caves profondes. Elle était utilisée, entre autres, pour la conservation des poissons.

Nicolas Appert met au point l'**appertisation**. C'est une technique de mise en conserve qui consiste à mettre l'aliment dans un récipient étanche à l'air puis de détruire les microorganismes par chauffage.

1795



Louis Pasteur invente la **pasteurisation** qui consiste en un chauffage entre 62 et 88 °C. Une grande majorité de germes est détruite. Dans le procédé de **stérilisation** (température supérieure à 100 °C), aucun germe ne résiste.

1865

La conservation par le **froid** connaît un essor considérable avec l'invention des premiers réfrigérateurs domestiques, commercialisés d'abord en Caroline du Sud (États-Unis).

1895



Arsène d'Arsonval développe le procédé de **lyophilisation** qui consiste à retirer l'eau des aliments. Les aliments subissent une surgélation (-20 à -80°C) très rapidement. Puis, en diminuant fortement la pression, la glace se sublime en vapeur d'eau.

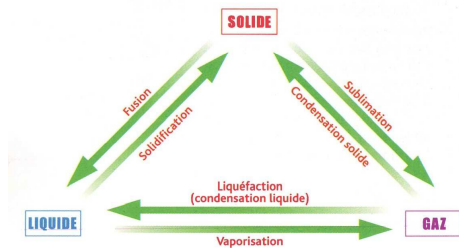
1906

### XXI<sup>e</sup> siècle

**Irradiation** des aliments. Les rayons ionisants détruisent l'ADN des cellules et tuent donc les bactéries. Cette technique, appelée pasteurisation à froid, est sans danger pour le consommateur.

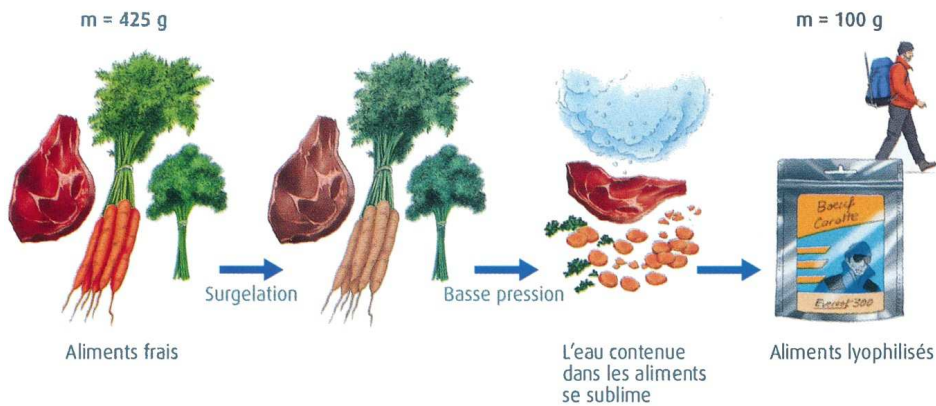
## 2.4 Physique ou chimique ?

- Les trois états de la matière sont le solide, le liquide et le gaz.
- Changer d'état est une transformation physique qui ne modifie pas la nature des molécules. On parle de fusion (solidification), de vaporisation (liquéfaction et de sublimation (condensation).



- Les transformations chimiques sont des transformations où des molécules de réactifs se transforment en molécules de produits. Il y a alors une modification des liaisons entre atomes.

## 2.6 La lyophilisation



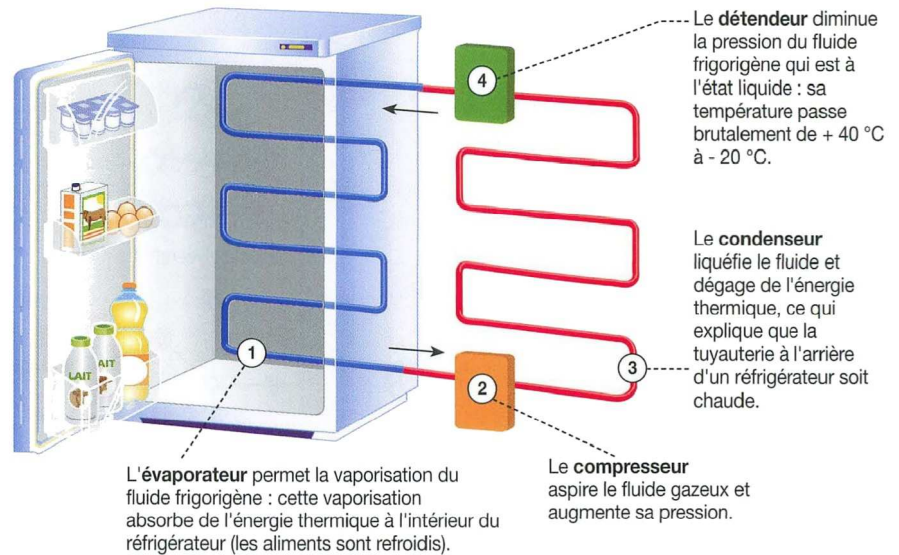
La lyophilisation permet d'obtenir des aliments de faible volume et de faible poids, l'eau pouvant occuper jusqu'à 90 % du volume d'un aliment. Les aliments lyophilisés sont très utilisés par les randonneurs et les astronautes.

En conclusion, sont représentés ci-contre les principaux modes de conservation des aliments.

La teneur en nutriments des aliments n'est pas modifiée lors de la conservation, mais le goût et les teneurs en vitamines peuvent être affectées.

Quant aux conservateurs utilisés pour accroître la conservation, ils peuvent avoir des effets indésirables sur la santé s'ils sont consommés en dose importante.

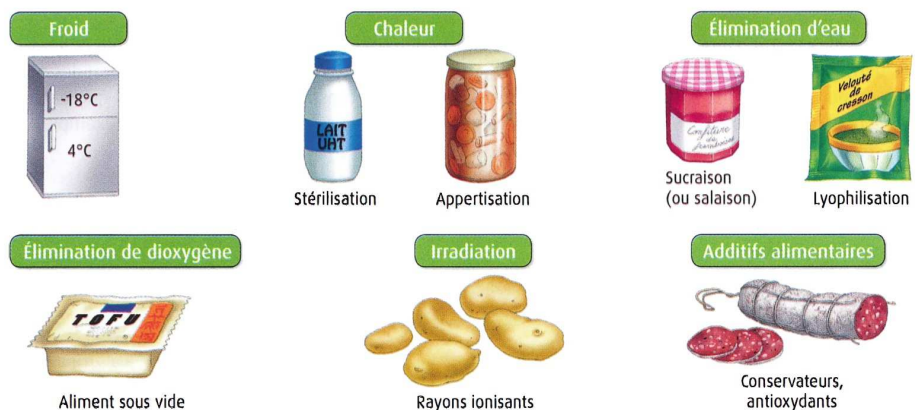
## 2.5 Principe du réfrigérateur

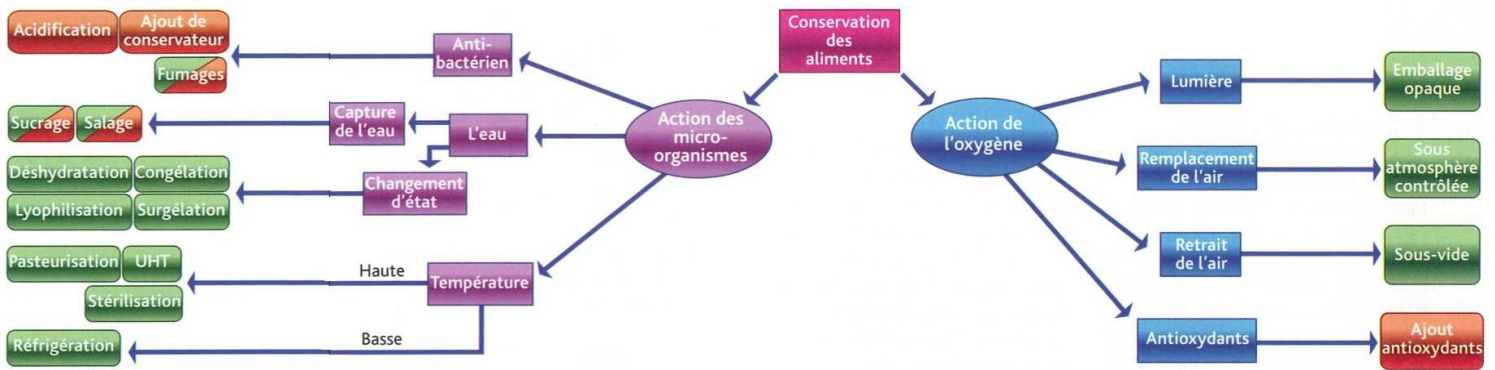


Un fluide « frigorigène » circule dans un circuit étanche. Il subit de manière cyclique une vaporisation (passage de l'état liquide à l'état gazeux) puis une liquéfaction (passage de l'état gazeux à l'état liquide). Ces changements d'état impliquent des échanges thermiques permettant de refroidir l'intérieur du réfrigérateur.

## 2.7 Conclusion

- Dans les procédés chimiques de conservation, des espèces sont ajoutées et participent à des réactions chimiques.
- Dans les procédés physiques, des transformations physiques ont lieu tels que les changements d'état : solidification de l'eau pour la congélation, solidification puis sublimation de l'eau pour la lyophilisation.





Le schéma ci-dessus résume les différentes techniques de conservation. Sauriez-vous faire la différence entre les procédés chimiques et les procédés physiques ?

### 3 Émulsions & mousses

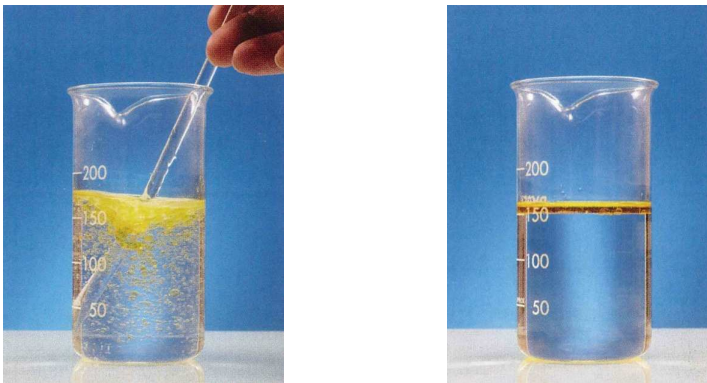
**L'essentiel en trois phrases** Les lipides sont de grosses molécules organiques.

Les tensioactifs sont de longues molécules comportant une partie hydrophobe (qui présente une affinité pour les lipides) et une partie hydrophile (qui présente une affinité pour l'eau).

En raison de leur structure, les tensioactifs forment des micelles et stabilisent les émulsions, qui sont des mélanges hétérogènes de deux liquides non miscibles.

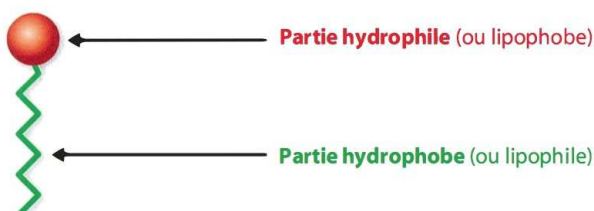
#### 3.1 Réaliser une émulsion

Vinaigrette, sauce béarnaise ou mayonnaise sont des émulsions, c'est-à-dire des suspensions de très petites particules liquides dans un autre liquide non miscible 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 deux phases bien distinctes.

#### 3.2 Les composés tensioactifs

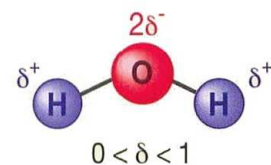


Un composé tensioactif est formé d'une partie hydrophile (ou lipophile) et d'une partie hydrophobe (ou lipophile).

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

#### 3.3 Des molécules de natures différentes

La molécule d'eau est une molécule polaire, 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 lipides alimentaires et des lipides de l'organisme (stockés dans le tissu adipeux). Contrairement à l'eau, il n'y a pas de charges sur les atomes : ce sont des molécules apolaires.

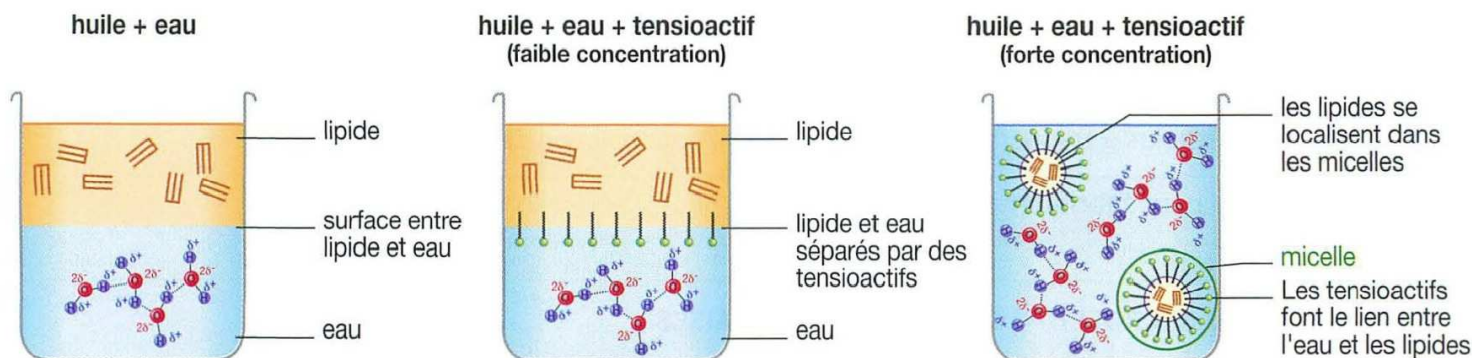
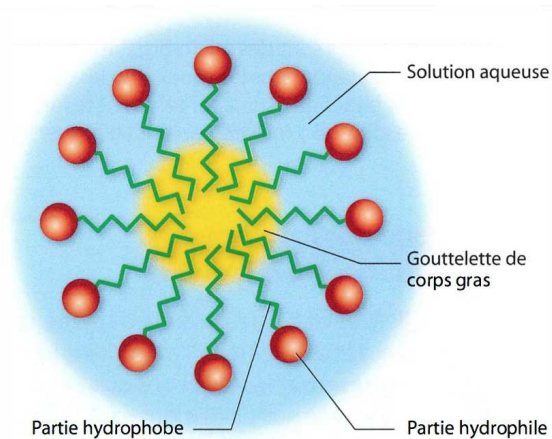


### 3.4 Le rôle des tensioactifs

Les tensioactifs sont des molécules « entremetteuses » présentant une affinité 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 micelles.

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



### 3.5 Fabrication d'une mayonnaise

#### 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).

### 3.6 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 ferme.

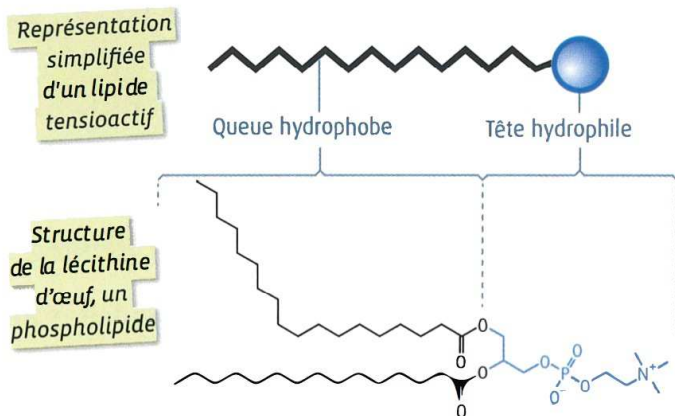
### 3.7 Une mayonnaise avec du blanc d'œuf !

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 tensioactives.



### 3.8 Rattraper une mayonnaise ratée

Une mayonnaise tourne lorsque les gouttelettes d'huile très nombreuses se rassemblent : la phase lipidique se sépare de la phase aqueuse. 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 ou des gouttes d'eau), à l'exception de l'huile.

### 3.9 Bilan

- Les lipides, 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 micelles. Lorsqu'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 émulsions 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.

★ ★  
★