

# Activité 6 : Le secret de la mayonnaise

<p><u>Thème du programme</u> : Thème 1 Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière.</p>	<p><u>Sous-thème</u> : 1.5 Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques.</p>
<p><u>Type d'activités</u> : Documentaire et expérimentale</p>	<p><u>Pré-requis</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eau solvant polaire dissociant – formant des interactions hydrogènes</li> <li>- Définition des termes : hydrophile, hydrophobe, amphiphile</li> </ul>
<p><u>Extrait BOEN</u> :</p> <p>Le caractère amphiphile de certaines molécules est à l'origine de la structure en double couche des membranes biologiques.</p>	<p><u>Compétences attendues</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir les termes : lipophile, lipophobe</li> <li>- Analyser la structure de quelques phosphoglycérides pour :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- repérer la chaîne carbonée hydrophobe et la partie hydrophile ;</li> <li>- interpréter les associations de phospholipides en micelles et en bicouches ;</li> </ul> </li> </ul>

## I. Une recette de la mayonnaise

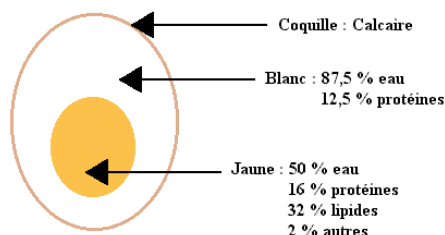
Ingrédients : 1 jaune d'œuf - 1 cuillère à café de moutarde -  $\frac{1}{4}$  L d'huile - 1 cuillère à café de jus de citron ou de vinaigre - Sel, poivre.

Mettre dans un bol le jaune d'œuf, saler, poivrer et bien mélanger au fouet. Ajouter le jus de citron, mêler. Incorporer l'huile, en un mince filet, en fouettant énergiquement.

Parmi tous les ingrédients, quels sont, à votre avis, ceux qui sont indispensables à la préparation de la mayonnaise ?  
 .....

## II. Composition d'un œuf

L'œuf est essentiellement composé d'eau mais également de protéines et de lipides.



Décrire une expérience simple qui permettrait de mettre en évidence la présence d'eau dans le jaune d'œuf :  
 .....

## III. Que donne le mélange huile - eau ?

Puisque l'eau est le constituant principal du jaune d'œuf, on pourrait penser que cette eau, associée à l'huile, serait à la base de la mayonnaise. Qu'en est-il vraiment ? Nous allons réaliser deux expériences avec de l'eau et de l'huile, sans jaune d'œuf :

**Expérience n°1** : Verser de l'huile et de l'eau dans un tube à essais, ne pas agiter.

Observations : .....

Conclusion : .....

**Expérience n°2** : Agiter vivement le tube à essais.

Observations : .....

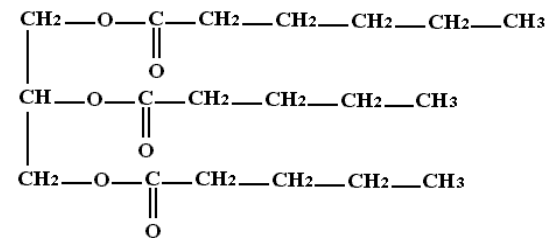
Conclusion : .....

## IV. Pourquoi l'huile et l'eau ne sont pas miscibles ?

1. Quelle est la forme géométrique de la molécule d'eau ? La représenter.
2. Quelle est la charge électrique globale de la molécule d'eau ?
3. Répartir les charges électriques partielles existant dans la molécule d'eau.
4. Représenter en pointillés l'interaction électrostatique qui peut se produire entre l'atome d'oxygène d'une molécule d'eau et l'un des atomes d'hydrogène d'une autre molécule d'eau. (C'est la liaison hydrogène.)
5. Pourquoi un produit, constitué de molécules qui peuvent former des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau, est-il miscible dans l'eau ?
6. La structure de la molécule d'huile.

L'huile est un corps gras ou lipide. Sa molécule fait partie de la famille des triglycérides. C'est une molécule essentiellement constituée d'atomes de carbone et d'hydrogène, de formule brute  $C_{19}H_{34}O_6$  et qui a la forme d'un peigne à trois dents.

Au vu de la structure de cette molécule, expliquer pourquoi l'huile et l'eau ne sont pas miscibles ?



Il est maintenant évident que l'huile et l'eau contenue dans le jaune d'œuf ne sont pas les seuls constituants de base de la mayonnaise.

Il faut donc s'intéresser aux protéines et aux lipides contenus dans ce jaune d'œuf. Si les protéines intervenaient, les recettes de mayonnaise utiliseraient également le blanc d'œuf puisqu'il en contient 87,5 %. Or ce n'est pas le cas !

Il est donc très probable que le constituant qu'il faut ajouter à l'eau et à l'huile pour faire de la mayonnaise est un des lipides contenu dans le jaune d'œuf.

## V. Un lipide du jaune d'œuf : la lécithine

### 1. La structure de la lécithine

La lécithine est un lipide que l'on représente schématiquement de la manière suivante :

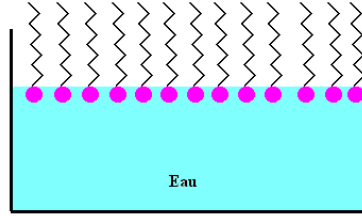


À cause de sa structure, on dit que la lécithine est un **composé tensioactif**.

Remarque : Tous les composés tensioactifs ne possèdent pas forcément deux chaînes carbonées.

## 2. Les comportements d'un composé tensioactif vis-à-vis de l'eau

1. Comportement d'un composé tensioactif au contact de l'eau à l'échelle microscopique.



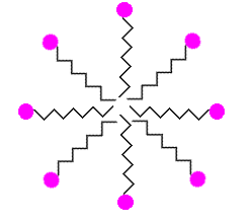
Les molécules du composé tensioactif ont tendance à s'aligner à la surface de contact entre l'air et l'eau : elles forment un film interfacial.

- (a) Comment expliquez-vous la formation de ce film interfacial ?
- (b) Les molécules du composé tensioactif sont-elles hydrophiles, hydrophobes ou amphiphiles ? Justifier.

2. Grande concentration du composé tensioactif dans l'eau .

Les molécules du composé tensioactif se regroupent pour former des structures sphériques que l'on appelle des micelles.

Comment expliquez-vous la formation de ces micelles ?



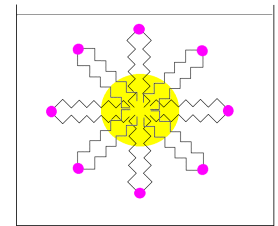
## VI. Réalisation de la mayonnaise

Lorsqu'on mélange l'huile et le jaune d'œuf ; on mélange en fait de l'huile, de l'eau et des lécithines grâce auxquelles on obtient la mayonnaise.

1. Définir les termes lipophile et lipophobe.

Lorsqu'on fouette le mélange, il se forme des micelles comme le montre le schéma.

2. Comment expliquez-vous ce schéma ?



3. Pourquoi les micelles se repoussent-elles entre elles ?
4. Par quel type d'interactions avec l'eau ces micelles restent-elles éloignées les unes des autres pour assurer la stabilité de la mayonnaise ?

**La mayonnaise est une émulsion stable entre l'huile et l'eau.**

## VII. Paramètres influençant la réussite de la mayonnaise

On réalise plusieurs mayonnaises en changeant chaque fois un des paramètres principaux mais en respectant le même temps de mixage.

Les résultats et observations sont portés sur le tableau qui suit :

Expérience	1	2	3	4	5	6
Ingrédients	Jaune d'œuf + Huile	Jaune d'œuf + Huile + moutarde	Jaune d'œuf + Huile + Citron	Jaune d'œuf + Huile	Jaune d'œuf + Huile	Jaune d'œuf + Huile
Température	Ambiante	Ambiante	Ambiante	Ambiante	Ambiante	Huile froide
Mixage	Batteur à vitesse moyenne	Batteur à vitesse moyenne	Batteur à vitesse moyenne	Batteur à vitesse moyenne	À la fourchette	Batteur à vitesse moyenne
Introduction de l'huile	progressive	progressive	progressive	En une seule fois	progressive	progressive
Aspect de la mayonnaise	Jaune et épaisse	Encore plus épaisse	Plus fluide Plus blanche	Échec de la mayonnaise	Jaune, moins dure et moins compacte	Échec de la mayonnaise
Volume de mayonnaise	Référence	Environ même quantité	Quantité plus importante			

1. Quels composés présents dans la moutarde pourraient expliquer son effet sur la mayonnaise ?
2. Pourquoi ne faut-il pas verser l'huile d'un coup pour réaliser correctement une mayonnaise ?
3. Expliquer l'influence de la vitesse de mixage.
4. Pourquoi l'huile ne doit-elle pas être froide ?
5. Quel est le rôle du jus de citron (on peut aussi mettre du vinaigre) ?  
Aide : L'ajout d'un acide, tel vinaigre ou jus de citron, augmente la charge électrique de certaines molécules tensioactives.
6. Peut-on faire de la mayonnaise sans jaune d'œufs ?
7. Donner une conclusion générale du secret d'une mayonnaise bien réussie.