

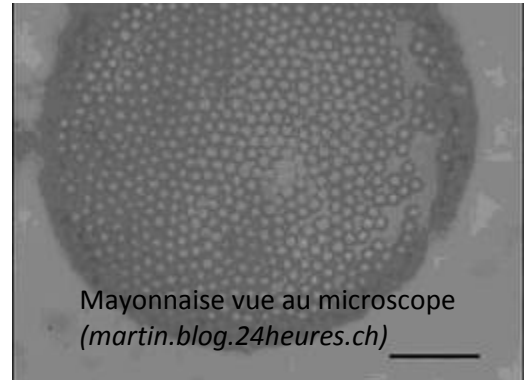
**ACTIVITE 1 :** Qu'est-ce qu'une émulsion ? Exemple de la mayonnaise

**Document 1 :** Extrait de casseroles et éprouvettes d'Hervé This. *BELIN-Pour la science*

**Les mayonnaises** (ou l'art de mêler l'huile à l'eau)

La mayonnaise est une sauce remarquable : faisant fi de l'immiscibilité de l'huile et de l'eau, le cuisinier et la cuisinière les mêlent par l'opération du Saint Jaune d'œuf. Confectionnons-en des variantes qui, conservant l'esprit de la mayonnaise, enrichissent l'arsenal culinaire.

Que se passe-t-il quand on ajoute de l'huile dans un mélange de vinaigre et de jaune d'œuf ? A l'œil nu, la préparation est homogène, mais un microscope montre que le mélange n'est pas intime : de grosses gouttelettes d'huile se dispersent dans la petite quantité d'eau apportée par le vinaigre, par la moutarde si l'on en mis (la moutarde est elle-même préparée à partir de vinaigre) et par le jaune d'œuf. Si l'huile ne surnage pas et « s'émulsionne » ainsi, c'est que les molécules « tensioactive » du jaune, avec une extrémité soluble dans l'eau et une extrémité soluble dans l'huile, enrobent les gouttelettes d'huile, l'extrémité soluble dans l'eau se plaçant dans l'eau et l'autre extrémité se plaçant dans l'huile.



Au microscope, on ne voit pas ces molécules tensioactives qui, réparties autour des gouttelettes d'huile, bloquent leur agrégation. On ne voit pas non plus le vinaigre et le sel, qui jouent un rôle important : ils permettent aux molécules tensioactives du jaune d'assurer une répulsion électrique des gouttelettes d'huile et contribuent ainsi à stabiliser la sauce.

Combien de mayonnaise peut-on préparer à partir d'un seul jaune d'œuf ? L'huile étant considérée en excès – c'est le fond qui manque le moins – deux limitations existent : la quantité d'eau où peuvent se disposer les gouttelettes d'huile, et la quantité de molécules tensioactives. Un calcul simple montre que les tensioactifs d'un seul jaune d'œuf permettent de préparer plusieurs litres de sauce, si l'eau est en quantité suffisante.

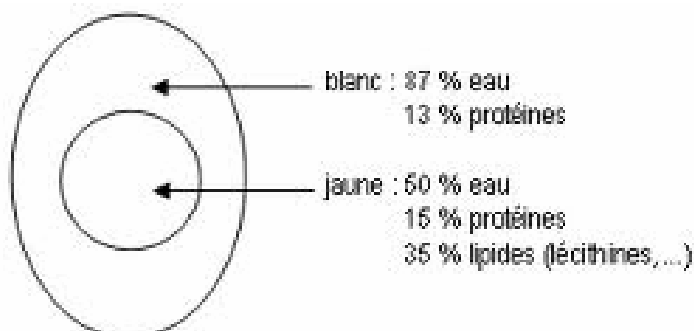
Pourquoi alors les mayonnaises ratent-elles quand la quantité préparée est environ d'un grand bol pour un jaune ? Parce que la quantité d'eau devient progressivement insuffisante : la mayonnaise devient ferme quand les gouttelettes d'huile sont si serrées qu'elles bougent difficilement. A ce stade, afin d'éviter que la sauce tourne, il faut ajouter de l'eau avant de poursuivre l'addition d'huile. Et pour vos mayonnaises familiales, n'utilisez qu'une goutte de jaune : c'est assez pour enrober toutes les gouttelettes de votre sauce.

**La mayonnaise sans jaune**

Encore plus fort : la mayonnaise sans jaune d'œuf. Ayant compris que la mayonnaise est une émulsion, c'est-à-dire une dispersion de gouttelettes d'huile dans de l'eau, on peut s'amuser à modifier les ingrédients. Commençons par remplacer les molécules tensioactives. Ce type de molécule est courant dans les produits alimentaires : notamment, si les blancs d'œufs montent en neige quand on les fouette, c'est parce qu'ils sont une solution de protéines tensioactives, et que ces dernières viennent enrober les bulles d'air.

Ainsi à du blanc d'œuf, ajoutons une goutte de vinaigre, un peu de sel, un peu de poivre et, lentement d'abord puis rapidement ensuite, ajoutons de l'huile en fouettant : une petite mousse commence à se former, puis la mousse retombe, tandis que l'huile s'incorpore exactement comme dans une mayonnaise. Après avoir introduit une quantité notable d'huile, on obtient ainsi une mayonnaise sans jaune. Tradition où es-tu ?...

**Document 2 :** Composition d'un œuf



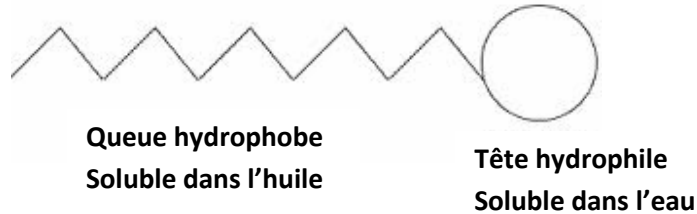
## Questions :

1) De quoi est principalement constituée une mayonnaise ? Ces constituants sont-ils miscibles entre eux ?

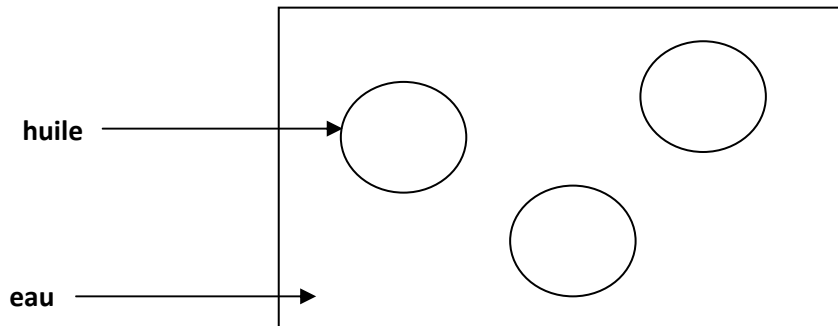
2) Qu'est-ce qu'une émulsion ?

3) Comment stabilise-t-on l'émulsion de l'huile dans l'eau dans la recette d'une mayonnaise « classique » ?

4) Une molécule tensioactive peut être schématisée par :



Compléter le schéma ci-dessous en indiquant comment se placent les molécules tensioactives dans une mayonnaise .



5) Au niveau microscopique, une émulsion est-elle un mélange hétérogène ou homogène ? Même question au niveau macroscopique ?

## COURS :

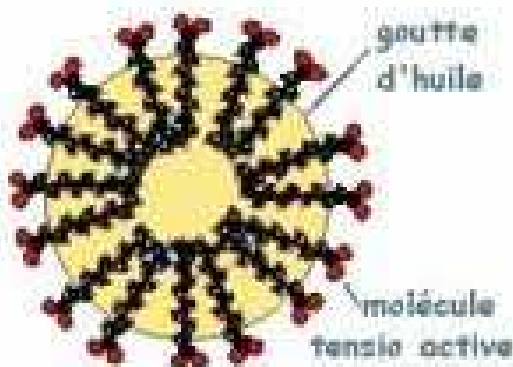
La mayonnaise est une **émulsion stabilisée d'huile dans l'eau** (2 liquides non-miscibles).

Une émulsion est un mélange homogène au niveau ..... mais hétérogène au niveau .....

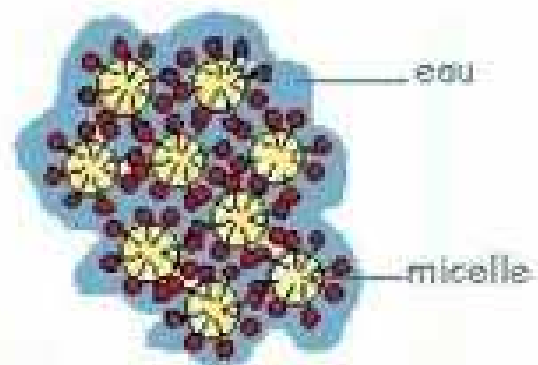
L'émulsion est stabilisée par la présence de molécules tensioactives (molécules possédant une partie hydrophile soluble dans ..... et une partie hydrophobe soluble .....)

Exemples : lécithine du jaune d'œuf ou de la moutarde, ovalbumine du blanc.

Les molécules tensioactives enrobent les gouttelettes d'huile pour former des sphères appelées **micelles**. Ces micelles, grâce à leur partie hydrophile, sont alors miscibles avec l'eau.



Micelle



Mayonnaise

Remarque : les savons sont aussi constitués de molécules tensioactives qui permettent de faire des émulsions stables entre la tache grasseuse et l'eau de lavage.

## **ACTIVITE 2 (TP élève) : Réussite d'une mayonnaise**

Sur le site <http://www.lesfoodies.com/azureenne/recette/mayonnaise-recette-inratable>, on trouve la recette de la mayonnaise irratable suivante :

<b>Ingrédients :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1 jaune d'œuf</li><li>- 25 cl d'huile (de tournesol, de colza ou de maïs)</li><li>- 1 cuillère à café de moutarde</li><li>- sel poivre.</li></ul>	<b>Préparation:</b> <p>Mélanger le jaune d'œuf et la moutarde, sel et poivre. Incorporer l'huile peu à peu, en un mince filet, en fouettant (au fouet à main ou au batteur vitesse moyenne) pour démarrer l'émulsion. Ajouter le reste d'huile progressivement, toujours en filet, sans cesser de fouetter. Enfin ajuster l'assaisonnement.</p>
--	---

### **Quelques astuces :**

- il ne doit pas faire trop chaud dans la pièce, sinon la mayonnaise monte difficilement, et retombe très facilement !
- le jaune d'œuf doit être de préférence à température ambiante ;
- il faut fouetter sans cesse pour que l'émulsion ne retombe pas

### **Proposer un protocole expérimental pour tester les conditions de réussites d'une mayonnaise.**

*Après mise en commun des idées, on pourra diviser la classe en plusieurs groupes chaque binôme aura en charge un des protocoles proposées par la classe + à la fin la recette permettant de réussir une mayonnaise à tous les coups. A vous de faire de la cuisine moléculaire, vous disposez pour cela :*

- deux œufs (1 œuf par expérience)
- environ 50 mL d'huile (25 mL pour chaque expérience)
- de la moutarde (au bureau du prof)
- de sel et de poivre (au bureau du prof)
- de 2 bols jetables
- d'une fourchette en fer
- de papier essuie tout

Les observations des mayonnaises réalisées seront consignées dans un tableau.

### **COURS :**

Une incorporation ..... de l'huile dans l'eau, tout en fouettant continuellement, favorise la formation de micelles plus petites ( ..... ) et on obtient une mayonnaise plus ferme.

Des ingrédients à température ..... facilitent la formation des micelles.

La moutarde apporte également des molécules tensioactives qui facilitent la .....