



# Lumière en cuisine !

Parvis des sciences 2026

# Sommaire des ateliers

1. Miscibilité / Solubilité : quand la matière ne se mélange pas !
2. Tension de surface : comment les Gerris marchent-ils sur l'eau ?
3. Les émulsions en cuisine : les secrets d'une mayonnaise réussie...
4. Mousses gourmandes : l'autre usage des tensioactifs dans nos assiettes.
5. Quand la lumière diffuse de la cuisine vers la physique ! Le coucher de soleil en bouteille :D.





Atelier 1

**Miscibilité /  
Solubilité :  
Quand la  
matière ne se  
mélange pas !**

# Miscibilité / Solubilité :

## Quand la matière ne se mélange pas !

### Matériel

- Des verres (doseurs) ou des éprouvettes transparent(e)s.
- De l'eau
- De l'huile
- Du sirop de fruit
- Du sel
- Du poivre ou du cacao

### Principe de l'expérience

- On cherche à démontrer que toutes les substances ne sont pas miscibles ou solubles dans l'eau.
- On pourra réaliser un exemple de mélange miscible (eau + sirop) et un exemple de mélange non-miscible (eau + huile).
- De la même manière, on peut illustrer la notion de solubilité avec le sel (soluble) et le poivre (non soluble) dans l'eau. On peut augmenter progressivement la quantité de sel pour montrer la limite de solubilité.



# Objectifs de l'expérience

## Corps pur / mélange

- Rappeler que la matière qui nous entoure est rarement à l'état de corps pur.
- Différencier corps pur et l'origine d'un composé (biosourcé VS synthétique).
- Donner des exemples de mélanges homogènes de la vie courante (lait, bois, miel, acier, etc.).

## Solubilité

- Quantité maximale d'un composé (soluté) capable de se dissoudre/disperser dans un solvant.
- La solubilité dépend de la température et de la pression (gaz).
- Un solvant est dit saturé quand on dépasse la solubilité d'un des solutés (ex : marais salant).

## Miscibilité

- Capacité de liquides à se mélanger pour toutes proportions.

## Interactions

- La miscibilité et la solubilité dépendent des interactions entre composés : si ces interactions sont similaires, les composés peuvent se mélanger (hydrophile VS hydrophobe).

# Aller plus loin

- Solubilité en cuisine :
  - Extraction d'un soluté dans une solution saturée : les marais salants
  - Concentration d'un arôme / un colorant en fonction du solvant
- Miscibilité en cuisine :
  - Vinaigrette
  - Sphérification à l'agar
  - Marinade et protection des aliments contre l'oxydation





Atelier 2

**Tension de  
surface :  
Comment les  
Gerris  
marchent-ils  
sur l'eau ?**

# Tension de surface : Comment les Gerris marchent-ils sur l'eau ?

## Matériel

- Une bassine ou une bol d'eau (grande largeur et faible épaisseur).
- Du poivre, du cacao ou un colorant hydrophobe.
- Une boule à thé/une passette pour disperser la poudre en petite quantité
- Du liquide vaisselle
- Des cotons tiges (optionnel).

## Principe de l'expérience

- On souhaite illustrer la notion de tension de surface à l'aide d'une poudre hydrophobe et de savon.
- On disperse une petite quantité de poudre (poivre, colorant, cacao, etc.) sur la surface d'eau. Il ne faut surtout pas de surépaisseur.
- On pose un doigt à la surface pour montrer que ce dernier n'induit aucun effet.
- On mouille le doigt dans un peu de liquide vaisselle et on le met à nouveau au contact de l'eau : le poivre « s'éloigne » subitement du doigt !



# Tension de surface : Comment les Gerris marchent-ils sur l'eau ?

## Explications physico-chimique

- A l'interface eau/air, les molécules d'eau sont moins mobiles et elles créées des interactions plus fortes entre-elles pour compenser l'absence de molécules voisines. Ces interactions plus importantes se traduisent physiquement par une tension mécanique de surface qui est mesurable. Elle assure la cohésion du liquide à l'interface.
- Le savon est composé de molécules tensioactives, c'est-à-dire capable de modifier la tension de surface en l'abaissant. Le savon au bout du doigt va réduire localement la tension de surface et l'eau « se rétracte » vers les zones de haute tension, emportant ainsi le poivre avec elle.

<https://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/lieux-ressources/bibliotheque/thematiques/enfants-familles/activites/1-jour-1-activite/le-poivre-peureux>

## PEPPER & SOAP SCIENCE



# Objectifs de l'expérience

## Tension de surface

- A une interface, les composés d'une même phase s'organisent pour maximiser les interactions entre eux. A l'équilibre, on observe une tension de surface responsable de la cohésion de l'interface.
- La tension de surface permet aux gouttes sphériques de rosée d'être stables.

## Tensioactif

- Un tensioactif est un composé capable de modifier la tension de surface à une interface en l'abaissant.
- La structure des tensioactifs est à l'origine de leurs propriétés : ils comportent à la fois une partie hydrophile et une partie hydrophobe.

## Démarche scientifique

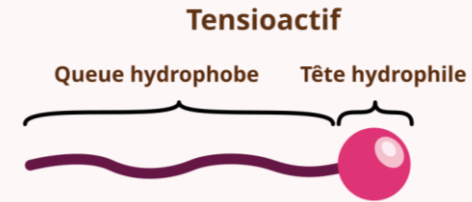
- A travers une expérience d'apparence simple, les élèves sont appelés à s'approprier les bases de la démarche scientifique.
- Après avoir observé l'expérience, les élèves sont amenés à interpréter les résultats et à formuler une hypothèse pour les expliquer. Ils peuvent s'appuyer sur une expérience témoin ou supplémentaire pour valider.

# Aller plus loin

- Gerris et tension de surface :
  - Pattes et corps hydrophobes (micropoils) permettant de repousser l'eau
  - Utilisation de la tension de surface pour « flotter » et glisser sur l'eau. L'insecte coule dans une eau savonneuse ou pollué (indicateur environnemental).
- Gouttes de rosée et bulles de savon :
  - Forme sphérique  $\Leftrightarrow$  meilleur compromis volume/surface
  - Stabilité/cohésion : tension de surface

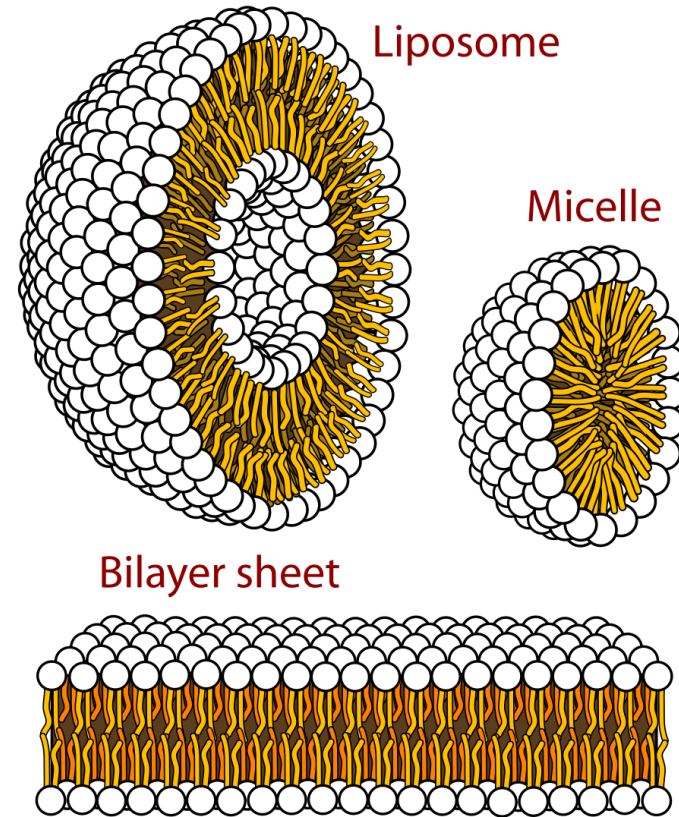


# Aller plus loin



## ■ Micellisation et auto-assemblage des tensioactifs :

- Les tensioactifs sont composés d'une partie hydrophile et d'une partie hydrophobe ce qui leur permet de stabiliser les interfaces. On dit que ce sont des composés **amphiphiles**.
- La structure particulière des tensioactifs leur permet de s'auto-assembler au-delà d'une concentration limite (ex : paroi des cellules).
- L'assemblage sous forme de micelles est l'origine des propriétés détergentes des savons : les saletés insolubles dans l'eau sont intégrées au centre de la micelle qui est ensuite évacuée avec l'eau de rinçage. Cette stratégie est également utilisée en pharmacologie pour protéger des médicaments sensibles ou hydrophobes.







Atelier 3

**Les émulsions  
en cuisine :  
Les secrets  
d'une  
mayonnaise  
réussie...**



# Les émulsions en cuisine :

## Les secrets d'une mayonnaise réussie...

### Matériel

- Un cul de poule (inox).
- Du jaune d'œuf.
- De l'huile.
- Un fouet.
- Des colorants hydrophobes et hydrophiles.
- De l'eau.
- Moutarde (optionnel).

### Principe de l'expérience

- Réaliser une mayonnaise en mélangeant vigoureusement le jaune d'œuf avec de l'huile au fouet. L'ajout d'huile se fera progressivement et il faudra montrer la mayonnaise aux élèves entre chaque ajout pour constater les changements.
- On observe progressivement un blanchiment de la mayonnaise ainsi qu'une augmentation de sa viscosité.
- De plus, la sauce est stable et homogène dans le temps en comparaison d'un mélange eau/huile.

# Les émulsions en cuisine :

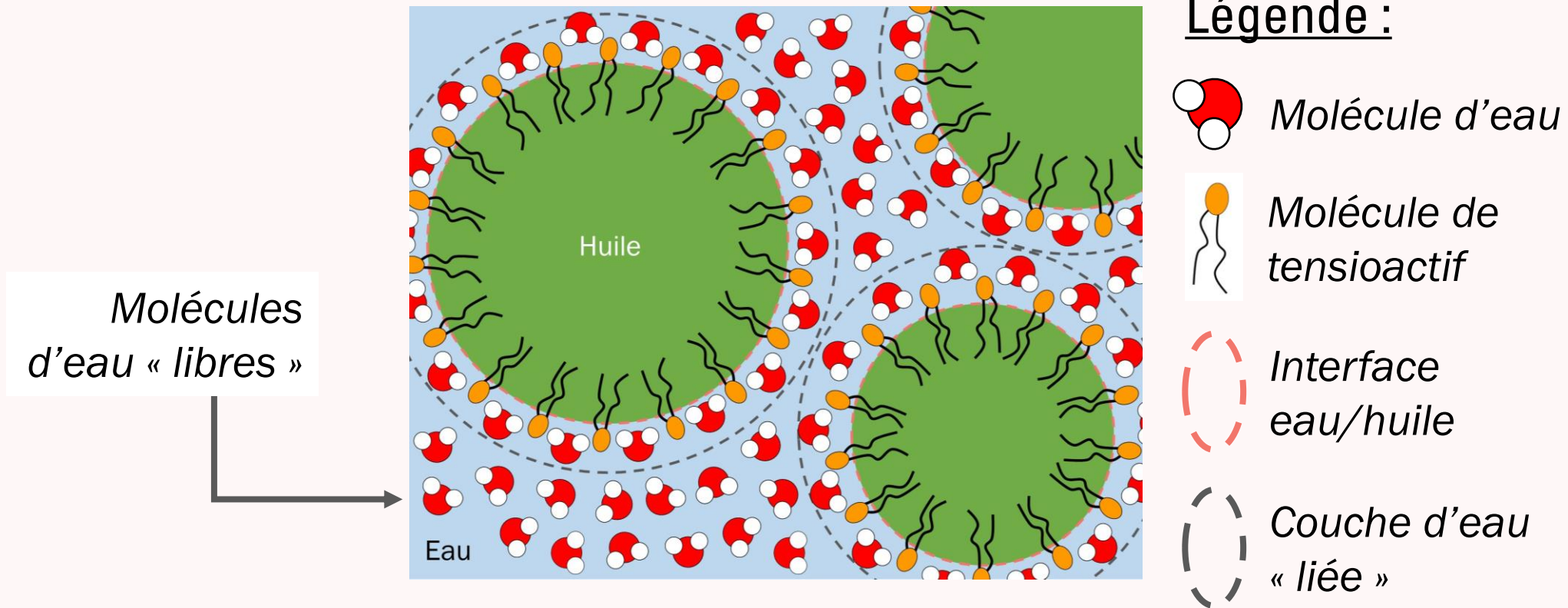
## Les secrets d'une mayonnaise réussie...

### Explications physico-chimique

- La structure amphiphiles des tensioactifs permet la stabilisation de gouttelettes d'huile dans la phase aqueuse en se disposant à l'interface eau/huile. Le jaune d'œuf contient une quantité importante de tensioactifs dont la lécithine.
- En ajoutant de plus en plus d'huile, la taille des gouttelettes diminue et leur nombre augmente. La taille des gouttelettes tend progressivement vers le micron, induisant **une diffusion de l'ensemble de la lumière visible** (diffusion de Mie) et donc un blanchiment de la mayonnaise. Cet effet, uniquement lié à la taille des objets, est également à l'origine de la couleur blanche des nuages ou de la crème.
- En réduisant la taille des gouttelettes et en augmentant leur nombre, on augmentent également l'interface eau/huile au sein du mélange. La grande majorité de l'eau est piégée dans cette zone organisée, réduisant de plus en plus sa dynamique d'échange. L'eau ne peut plus circuler aussi librement et cette restriction de mouvement se traduit par une augmentation de la viscosité de la mayonnaise. On peut vérifier cette hypothèse en ajoutant une petite quantité d'eau à une mayonnaise très ferme : la mayonnaise garde sa cohésion mais perd en fermeté car on ajoute à nouveau de l'eau « libre ».

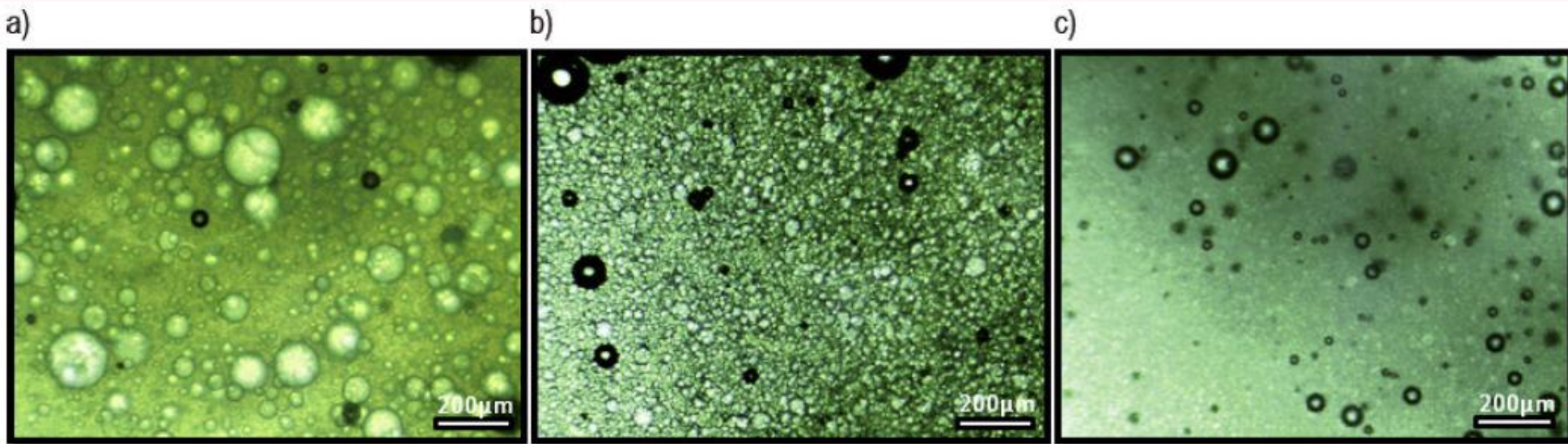
# Les émulsions en cuisine :

## Les secrets d'une mayonnaise réussie...



# Les émulsions en cuisine :

## Les secrets d'une mayonnaise réussie...



**Figure 4 :** Image au microscope de la mayonnaise (a) battu cinq secondes, (b) battu trente secondes et (c) à la fin de l'agitation (grossissement  $\times 4$ ).

# Objectifs de l'expérience

## Emulsion

- Mélange stable et homogène (à l'œil nu) de deux phases liquides initialement non miscible à l'aide d'un tensioactif.
- La réalisation d'une émulsion nécessite l'apport d'énergie (fouet, moteur, etc.).
- L'émulsion possède des propriétés physico-chimiques différentes de ses constituants (viscosité, couleur, etc.).

## Viscosité

- Capacité d'un liquide à s'écouler plus ou moins facilement sur une surface (ex : le miel est un liquide visqueux).
- La viscosité renvoie aussi à la notion de frottement, de résistance au mouvement (ex : le déplacement de la cuillère dans la mayonnaise).

## Diffusion de la lumière

- Lorsqu'elle interagit avec des objets de petite taille, la lumière peut-être déviée de sa trajectoire de manière aléatoire. On appelle ce phénomène la diffusion.
- La diffusion dépend de la taille des objets qui interagissent avec la lumière mais aussi de la couleur de la lumière (longueur d'onde).



# Aller plus loin

## ■ Les émulsions en cuisine :

- Les émulsions sont extrêmement nombreuses en cuisine puisqu'elles sont à la base de la plupart des sauces froides (pesto, mayonnaise, aïoli, toum, etc.) mais également de sauce chaude (béarnaise, hollandaise, beurre blanc, etc.)
- Les émulsions sont également très présentes en pâtisserie, en particulier dans les entremets (ganache, crème mousseline, crème au beurre, praliné, etc.)
- Certains ingrédients sont naturellement des émulsions tel que la crème, le beurre, le chocolat ou encore le nutella.



# Aller plus loin

- Extraction des arômes/odeurs :
  - Au-delà des jeux de texture importants que permettent d'apporter les émulsions, l'incorporation d'une matière grasse offre aussi la possibilité d'extraire et de concentrer de nouveaux arômes. On pourra, par exemple, faire infuser une herbe dans une crème avant de l'ajouter à une ganache ou une sauce.
  - En parfumerie, la même stratégie est utilisée pour absorber et conserver les odeurs délicates/sensibles à l'oxygène de fleurs fragiles. On peut citer l'exemple de l'enfleurage qui a rendu la ville de Grasse célèbre.







Atelier 4

**Mousses  
gourmandes :  
L'autre usage  
des  
tensioactifs  
dans nos  
assiettes.**

# Mousses gourmandes : L'autre usage des tensioactifs dans nos assiettes.

## Matériel

- Un cul de poule (inox) **haut**.
- De l'eau
- De l'eau savonneuse
- Du blanc d'œuf ou de la crème liquide contenant au moins 30% de M.G.
- Un fouet ou un robot pâtissier.
- Du sucre en poudre + pelle
- Un bol ou verre doseur pour ajouter le sucre

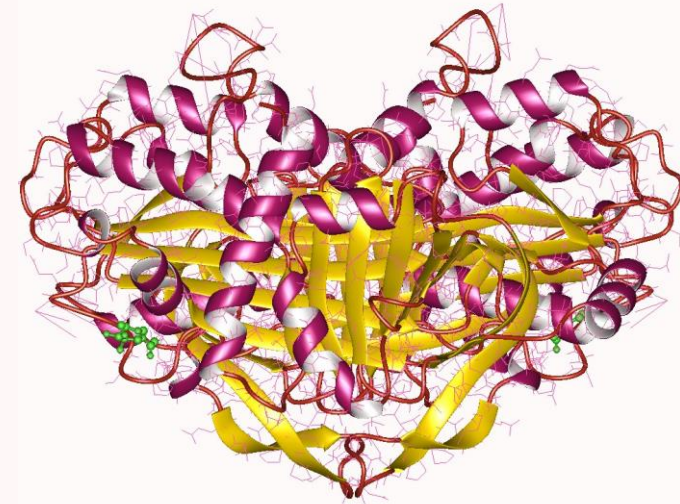
## Principe de l'expérience

- Montrer que l'eau seul, même en employant beaucoup d'énergie, ne peut pas retenir suffisamment de bulles d'air pour former une mousse.
- Avec l'eau savonneuse, on démontre que les tensioactifs permettent également de stabiliser une interface eau/air (revenir à l'expérience du poivre) et donc de former une mousse.
- Monter des blancs en neige doucement pour montrer la formation de la mousse. L'ovalbumine, une protéine du blanc d'œuf, joue ici le rôle du tensioactif.
- Continuer à monter les blancs et montrer qu'ils commencent à « grainer » au cours du temps : des agrégats se forment et la mousse perd son volume et ne retient plus l'eau.
- Montrer, alternativement, que l'ajout de sucre au cours de la formation de la mousse permet de prévenir le grainage et de la stabiliser.

# Mousses gourmandes : L'autre usage des tensioactifs dans nos assiettes.

## Explications physico-chimique

- L'ovalbumine est une protéine globulaire amphiphile dont le « cœur » hydrophobe (feuillets  $\beta$  en jaune) est entouré d'une coquille hydrophile. En agitant le blanc d'œuf, on induit une dénaturation de cette protéine qui aboutit à l'exposition des parties hydrophobes. Ces dernières peuvent alors stabiliser les bulles d'air qui sont incorporés dans le mélange.
- En poursuivant la dénaturation des protéines, on aboutit également à la formation d'agrégats par association des parties hydrophobes des ovalbumines directement entre elles. Ces agrégats piègent l'eau autour d'eux et aboutissent au phénomène de grainage. Les protéines étant à présent inclus dans des agrégats, elles participent moins à la stabilisation des bulles d'air d'où la perte de volume.



**Structure 3D de l'ovalbumine**

- En s'adsorbant sur la protéine, le sucre aide à solubiliser les protéines dénaturées et prévient leur agrégation (par encombrement stérique ?).



# Objectifs de l'expérience

## Mousse

- La mousse est un autre système dispersé où une phase gazeuse (air) est dispersée dans une phase liquide (eau). Ce système dispersé est à nouveau stabilisé par l'utilisation de tensioactifs (ovalbumine).
- Comme pour l'émulsion, il est nécessaire d'ajouter de l'énergie au système pour parvenir à une dispersion stable.

## Dénaturation

- Le tensioactif utilisé ici est une protéine, c'est-à-dire une longue chaîne d'atomes synthétisée par un organisme vivant. **La protéine est ensuite repliée précisément pour lui conférer sa/ses fonctions.**
- La structure d'une protéine peut-être altérée (pH, température, énergie mécanique, etc.). On parle alors de dénaturation de la protéine.

## Procédés de fabrication

- Pour réaliser un système dispersé, l'étude et le contrôle des procédés de fabrication est primordiale.
- Une modification de l'agitation (vitesse, forme du batteur, etc.), de la composition du mélange, de la température, du temps de mélange, ... impacte fortement la qualité de la mousse formée et donc l'expérience gustative.

# Aller plus loin

- Les mousses en pâtisserie :
  - Les mousses ont longtemps été l'apanage des pâtisseries ce qui leur permet d'obtenir une texture aérienne, légère à partir de corps gras et un peu lourds/denses.
  - Il est également possible de former des mousses solides en dispersant une phase gazeuse dans une phase solide. On peut citer par exemple les meringues (après cuisson), les choux ou encore les sorbets. L'incorporation d'air dans le sorbet permet de briser et séparer les cristaux de glace et d'aboutir à une texture lisse et fondante.



# Aller plus loin

## ■ Les mousses en cuisine :

- L'avènement de la **nouvelle cuisine**, dans les années 70, a fortement contribué à la modernisation de la cuisine française en la recentrant sur le produit local, sa mise en valeur et l'utilisation des techniques modernes (ex : cuisson sous-vide) afin d'apporter de la simplicité, de la lisibilité et la légèreté aux plats.
- La sensation de légèreté doit être organoleptique mais également diététique (cuisine minceur). L'utilisation de mousses ou d'espumas prend alors tout son sens dans cette profonde mutation.





Atelier 5

**Quand la  
lumière diffuse  
de la cuisine vers  
la physique !  
Le coucher de  
soleil en  
bouteille.**



# Quand la lumière diffuse de la cuisine vers la physique ! Le coucher de soleil en bouteille.

## Matériel

- **Des bocaux cylindriques à bords droits**
- De l'eau et du lait **écrémé**
- Du dentifrice
- Une pipette et un agitateur manuel
- Une boîte noire pour la pénombre
- Une lampe blanche avec le spectre solaire complet (ampoule à incandescence). Prendre un système permettant de focaliser la lumière.
- Des opales

## Principe de l'expérience

- On prépare une série de solution contenant de l'eau et une quantité croissante de lait écrémé. Les quantités de lait à ajouter sont minimales (utiliser la pipette pour doser). Idéalement, on souhaite avoir des solutions permettant d'obtenir successivement une tache jaune, une tache orange, une tache rouge et une quasi-absence de lumière.
- La lampe blanche est placée sur le plan de travail, à plat, dans l'alignement de l'écran et du bocal. On remplit le bocal quasi entièrement d'eau et on déplace la lampe de manière à avoir une image net et réduite du faisceau sur le fond de la boîte. La tache est de couleur blanche.
- On remplace le bocal d'eau par la série de bocaux contenant du lait pour montrer que la présence de particules permet de progressivement diffuser l'ensemble des couleurs du visible. On mime ainsi l'apparition du coucher de soleil. La concentration en particules joue le rôle de la longueur de diffusion dans l'atmosphère.

# Quand la lumière diffuse de la cuisine vers la physique ! Le coucher de soleil en bouteille.

## Matériel

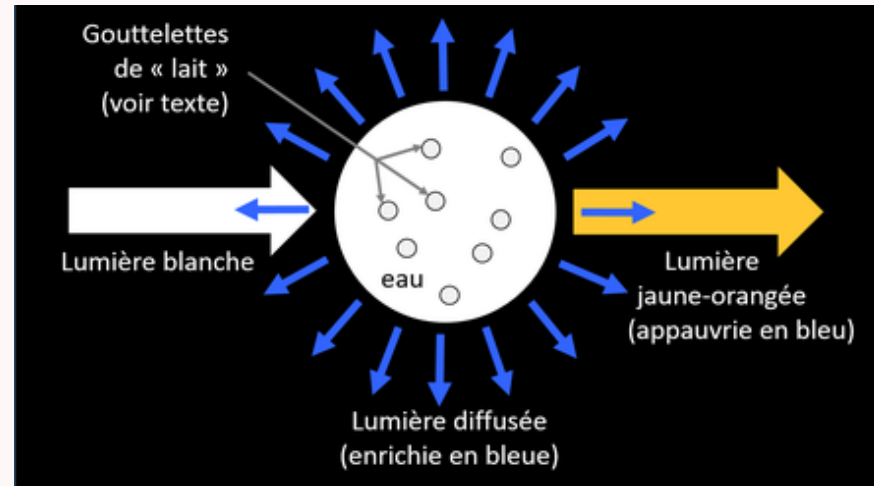
- Des bocal**aux** cylindriques à bords droits
- De l'eau et du lait **écrémé**
- Du dentifrice
- Une pipette et un agitateur manuel
- Une boîte noire pour la pénombre
- Une lampe blanche avec le spectre solaire complet (ampoule à incandescence). Prendre un système permettant de focaliser la lumière.
- Des opales

## Principe de l'expérience

- Pour la solution contenant le moins de lait, on pourra également faire remarquer sa couleur bleutée lorsqu'elle est illuminée. Cette constatation permet d'expliquer la couleur bleue du ciel au cours d'une journée.
- Afin de faire le lien entre taille des particules et diffusion de la lumière, on pourra également utiliser une solution de dentifrice (préparée préalablement dans un autre bocal) afin d'observer une tache colorée après diffusion. Bien sélectionner le dentifrice pour avoir des particules suffisamment petites. On vise une diffusion de type Tyndall ici pour bien sélectionner les longueurs d'ondes diffusées.
- Enfin, on pourra aussi montrer que la présence de particules dans un solide transparent permet également de diffuser la lumière et d'être source de couleurs. Des opales seront à disposition pour montrer ce phénomène. On pourra aussi faire le lien avec l'origine de la couleur bleue des yeux qui est aussi due à de la diffusion.

# Quand la lumière diffuse de la cuisine vers la physique ! Le coucher de soleil en bouteille.

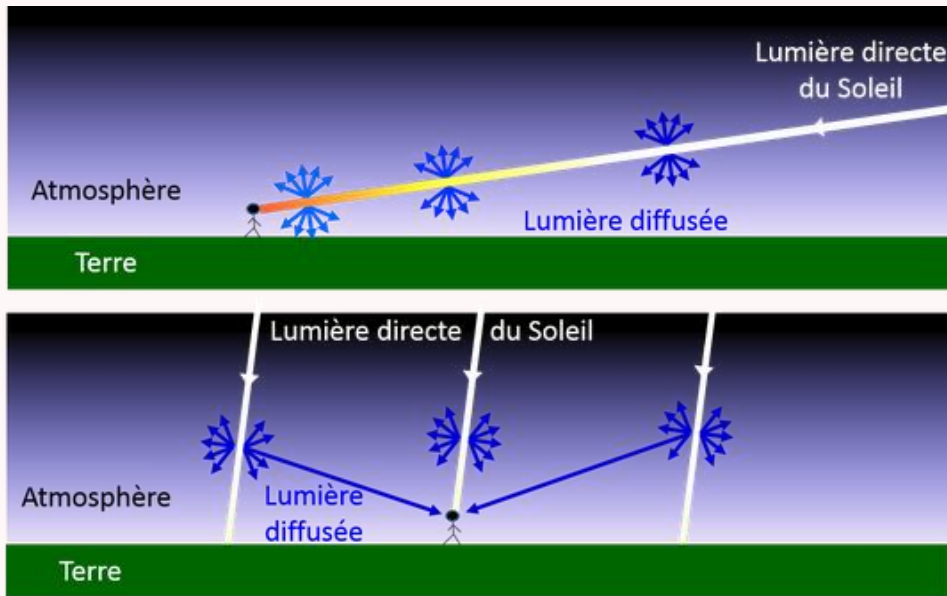
## Explications physico-chimique



- En traversant le bocal, la lumière blanche interagit avec un composant du lait (la caséine) sous forme de gouttelettes de 0,1 microns. Les gouttelettes diffusent préférentiellement les couleurs froides (bleus) d'où l'aspect bleuté de la solution.
- La lumière transmise sera quant à elle appauvrie en bleu et contiendra plus de couleurs chaude. C'est pour cette raison que le soleil nous apparaît jaune la plupart du temps.

# Quand la lumière diffuse de la cuisine vers la physique ! Le coucher de soleil en bouteille.

## Explications physico-chimique



- En augmentant la quantité de diffuseurs (par allongement du trajet parcouru par la lumière ou par augmentation de la concentration en diffuseur), on appauvrit de plus en plus la lumière transmise qui tend vers le orange puis le rouge. C'est ainsi que le soleil nous apparaît orange/rouge à l'aube et au crépuscule.
- L'utilisation de lait nous permet de **mimer l'effet de la diffusion par des particules et de reproduire les couleurs du ciel et du soleil**. Cependant, dans l'atmosphère, la diffusion est due à des molécules de  $N_2/O_2$ . Ce sont des objets beaucoup plus petits que les particules de caséine présentent dans le lait.



# Objectifs de l'expérience

## Modéliser

L'atmosphère n'est pas une dispersion aqueuse de lait mais un modèle simple est capable de représenter plus aisément un phénomène physique malgré ses limites.

## Mouvement

Les mouvements de la Terre, sur son axe et autour du Soleil, modifient notre perception de notre environnement et rendent plus complexe la compréhension des phénomènes physiques.

## Relativité

La couleur du ciel et du soleil dépendent du lieu d'où on les observe (Lune, Mars, Terre, etc.) démontrant la nécessité de définir un référentiel d'observation, voir de perception.

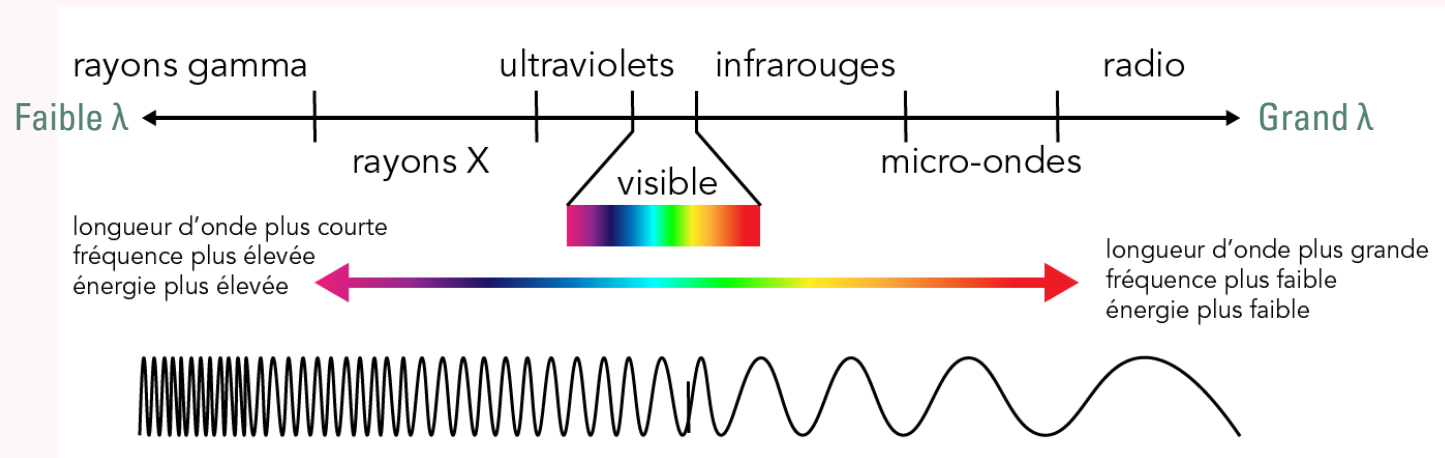
## Echelle

Les phénomènes physiques ne sont pas liés qu'à la nature du matériau et dépendent également beaucoup de sa taille, de sa forme, etc. Un même matériau peut prendre des couleurs différentes.

**Note :** Cette expérience simple permet de toucher du doigt des concepts fondamentaux en physique et plus globalement en Sciences. Si les plus petits seront moins facilement réceptifs, on peut déjà tenter d'introduire ce vocabulaire et ces idées fondamentales.

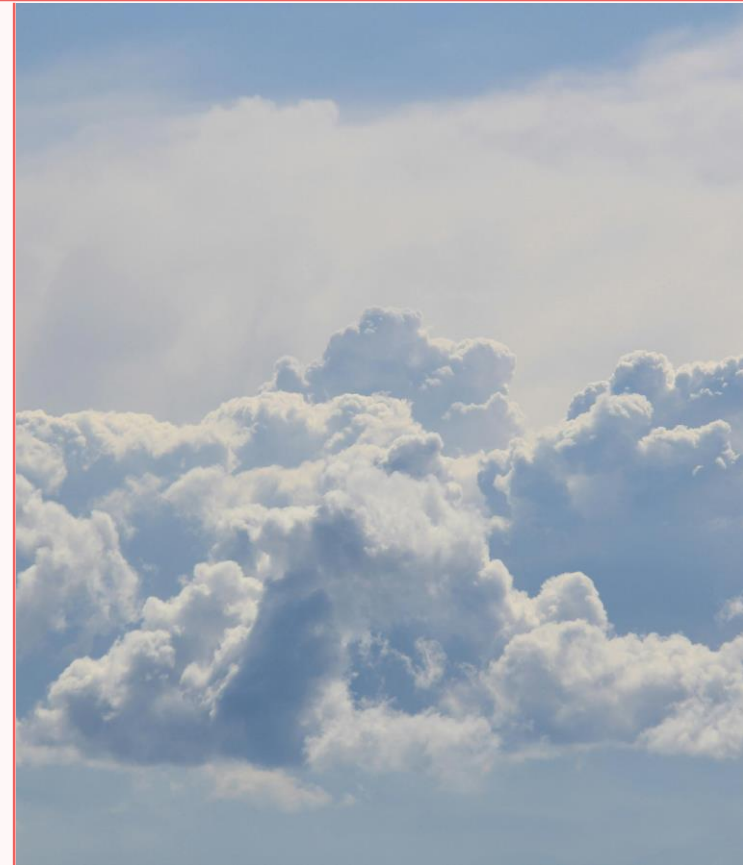
# Aller plus loin

- La lumière est (entre autre) une onde caractérisée par sa longueur d'onde ou  $\lambda$ .
- La longueur d'onde est inversement proportionnelle à l'énergie transporté par la lumière : les couleurs froides sont par conséquent plus énergétiques que les couleurs chaudes (voir schéma ci-dessous).



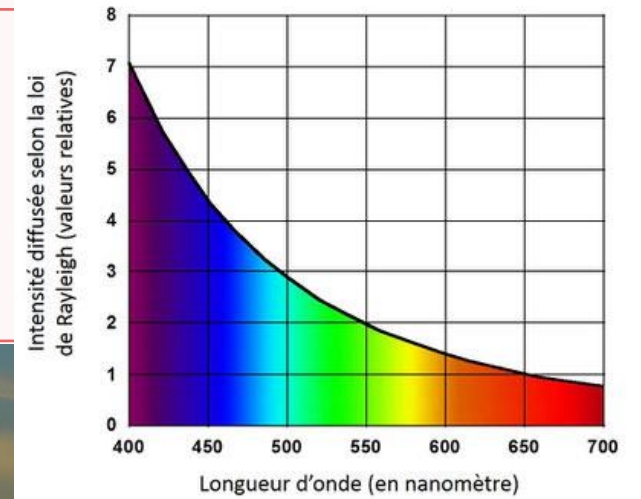
# Aller plus loin

- Les phénomènes de diffusion dépendent du ratio entre la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière diffusée et la taille du diffuseur.
- Pour un diffuseur de taille similaire ou supérieur à  $\lambda$ , on se place dans le cadre de la diffusion de Mie. La lumière est diffusée fortement dans toutes les directions avec une faible distinction en  $\lambda$ . Le diffuseur apparaît alors blanc (ex : nuage, lait entier, mayonnaise...).



# Aller plus loin

- Pour un diffuseur de taille fortement inférieure à  $\lambda$  (quelques nm jusqu'à la taille de petites molécules comme O<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub>), on se place dans le cadre de la diffusion de Rayleigh.
- L'intensité de la lumière diffusée est alors inversement proportionnelle à  $\lambda^4$ . Les lumières « froides » sont donc bien plus diffusées que les lumières « chaudes » (ex : couleur du ciel et du soleil vu de la Terre). L'efficacité de diffusion est cependant faible en raison de la taille des diffuseurs. La diffusion de Rayleigh par les molécules de l'atmosphère est à l'origine de la couleur du ciel.



# Aller plus loin

- Pour un diffuseur de taille proche ou légèrement inférieur à  $\lambda$ , on se place dans le cadre de l'effet Tyndall.
- L'intensité du rayonnement diffusé est toujours inversement proportionnel à  $\lambda^4$  mais la taille plus importante du diffuseur augmente fortement l'efficacité de diffusion (ex : yeux bleus, opalescence de certains minéraux, fumée bleutée de cigarette).
- Dans le cas de notre bouteille de lait dilué, le diffuseur (caséine) a une taille proche de  $\lambda$ . On observe par conséquent la diffusion Tyndall.





A woman in a red floral shirt is shown in profile, holding a white plate with green vegetables. She is standing in a kitchen where a large pot is cooking, and thick steam is rising from it. The scene is dimly lit, with a strong light source from a window in the background creating a warm, golden glow. Another person is partially visible in the foreground on the right, also holding a plate of food.

# Merci

Lumière en cuisine ...

François LARTIGUE PORTIER

Parvis des sciences 2026