



TP N°3 : EVALUATION DE LA TAILLE D'UNE MOLECULE

1 L'Expérience historique de Benjamin Franklin :

1) Etude de texte :

Texte adapté du livre de Pierre Gilles de GENNES : *les objets fragiles*.

« L'esprit Benjamin Franklin »

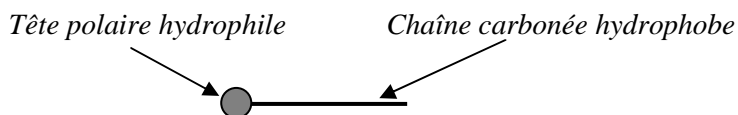
Examinons ce qui se passe lorsqu'on ajoute à l'eau une petite quantité de « surfactant » (Un surfactant est la substance active des détergents ou des lessives et on peut considérer qu'une molécule d'huile entre dans cette catégorie). Les molécules de surfactant sont des objets assez extraordinaires ; elles sont plutôt petites (un à deux nanomètres de long) et possèdent deux propriétés violemment antagonistes. Une des extrémités de la molécule est fortement hydrophile, nous l'appellerons « tête polaire » de la molécule. Le reste de la molécule est résolument hydrophobe, c'est une chaîne « aliphatique » formée d'atomes de carbone et d'hydrogène (enchaînement de 12 à 20 groupes CH₂). Si je plonge une telle molécule, seule dans l'eau, elle devient très « malheureuse ». Sa chaîne aliphatique ne songe qu'à fuir l'eau qu'elle exècre. Aidée par l'agitation thermique, elle parvient à la surface. La situation, sans être idéale est déjà meilleure. La tête polaire peut rester immergée avec délice dans l'eau. La chaîne hydrophobe peut se sécher à l'air. En se serrant l'une contre l'autre comme les pingouins d'une rookerie, les molécules de surfactant peuvent alors créer une situation presque parfaite : tête dans l'eau, chaîne à l'air presque perpendiculaire à la surface. Les molécules forment une couche bien régulière dont l'épaisseur est égale à une longueur moléculaire. C'est une monocouche...

Depuis les Grecs, on sait qu'un film d'huile, répandu sur la mer, tend à calmer les vagues. Franklin, lui, fait l'expérience suivante : il va au bord d'un étang (à Clapham près de Londres) et verse, doucement, une cuillerée d'huile d'olive sur l'étang (les molécules d'huile sont assez semblables à celles que j'ai décrites). L'huile s'étale, mais l'aspect optique de la surface ne change pas. Franklin arrive tout de même à reconnaître les régions qui sont recouvertes : en l'absence d'huile, la brise créait des vaguelettes sur l'étang ; en présence d'huile on ne voit plus de rides, la surface est lisse. La « peau » de l'eau est devenue rigide ! Grâce à ce test, Franklin peut estimer assez bien la surface du film d'huile. Elle est énorme : de l'ordre de 100 m².

Cette expérience porte en elle-même un résultat qui ne sera pas exploité par Franklin, mais seulement cent ans plus tard par Lord Rayleigh. Si on divise le volume d'huile par la surface d'étalement, on trouve la hauteur du film qui s'avère être de l'ordre du nanomètre : cette hauteur, c'est (en gros) la taille des molécules d'huile.

2) Questions relatives au texte :

Une molécule de surfactant est schématisée de la façon suivante :



- Définir les mots **hydrophile** et **hydrophobe**.
- Sachant que l'huile est moins dense que l'eau et que l'huile et l'eau sont deux liquides non miscibles, **représenter** les **deux liquides** dans un cristallisateur et **quelques molécules d'huile** disposées à la surface de l'eau conformément à la description qu'en fait l'auteur.
- Quand Benjamin Franklin verse une cuillerée d'huile sur l'étang, l'huile s'étale. **Quelles grandeurs** doit-on mesurer, **quel calcul** doit-on effectuer pour connaître la hauteur du film d'huile ?
- Pourquoi** Pierre Gilles de Gennes nous dit-il que la **hauteur du film est en gros la taille des molécules** ?



II Réalisons l'expérience de Franklin au laboratoire :

Objectif : Nous allons évaluer la taille d'une molécule d'acide oléique.

Données :

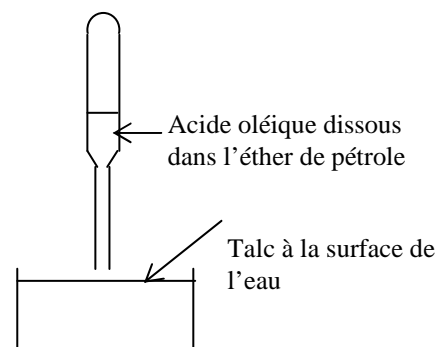
- * Densité de l'acide oléique : $d = 0,895$
- * L'acide oléique est insoluble dans l'eau mais est très soluble dans l'éther de pétrole.
- * L'éther de pétrole est un solvant très volatil.
- * Vis à vis de l'eau, les molécules d'acide oléique ont un comportement semblable à celui décrit dans le texte.

1) Préparation de l'expérience :

- a. Nous savons que la solution d'acide oléique a été obtenue en introduisant dans une **fiolle jaugée de 100 mL**, **0,2 mL d'acide oléique** et en ajoutant de **l'éther de pétrole** jusqu'au trait de jauge. Donc l'acide oléique a été **dilué 500 fois**, c'est à dire , le volume d'acide oléique est 500 fois plus petit que le volume de la solution ($100/0,2 = 500$).
- b. **Remplir le cristallisoir** d'eau du robinet (tiède si possible), puis saupoudrer la surface de l'eau avec très peu de **talc**.

2) L'expérience :

- a. A l'aide du compte gouttes, **laisser tomber une seule goutte** d'acide dilué sur la surface de l'eau recouverte de talc.
- b. Poser la plaque de verre sur le cristallisoir et **relever le contour de la tâche**, relever-le également sur du **papier calque**. Découper la tâche reproduite.
- c. **Peser** le contour obtenu.
- d. **Compter** le nombre de gouttes dans 1 mL de solution d'acide oléique.



3) Exploitation des résultats :

- a. Quel est le **rôle du talc** ?
- b. Pourquoi a-t-on **dilué 500 fois** l'acide oléique ?
- c. Par comparaison avec la masse d'un carré de calque de 10 cm de côté, **déterminer la surface S de la tâche découpée**.
- d. **Déterminer le volume V d'une goutte** de solution d'acide oléique.
- e. Sachant que dans 100 mL de solution d'acide oléique, il y a 0,2 mL d'acide oléique pur, calculer le **volume V₀ d'acide oléique pur** contenu dans une goutte de la solution d'acide oléique.
- f. Calculer la **hauteur h du film** d'acide oléique. Quelle est la **taille d'une molécule** d'acide oléique ?