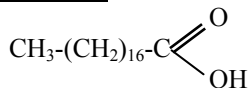


Mesure d'une très petite distance : Expérience de FRANKLIN

Objectif : Détermination de l'ordre de grandeur de la longueur d'une molécule.

Historique : en 1774, près de Londres, Benjamin Franklin fait l'expérience suivante au bord d'un étang : il verse une cuillerée d'huile d'olive (soit 2 mL) à la surface de l'eau et il constate que la tache s'étale sur une très grande superficie. Il estime sa surface à 2000 m². La présente fiche propose de reproduire cette expérience à une échelle réduite.

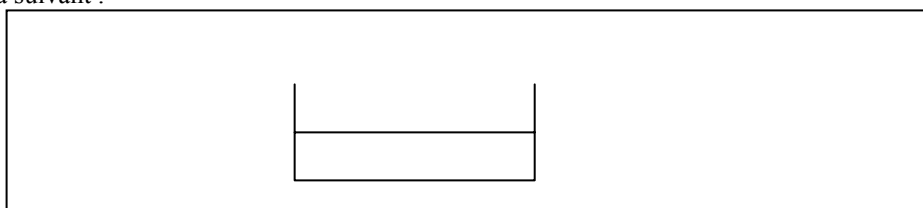
Principe : La molécule dont nous allons mesurer la longueur est une molécule d'acide stéarique : C₁₈H₃₆O₂ :



Nous allons refaire cette expérience, mais avec une quantité beaucoup plus faible ; nous utiliserons une seule goutte non pas d'acide stéarique pur, mais d'acide stéarique en solution dans de l'éther de pétrole (solvant très volatil)

De part sa forme, cette molécule présente une partie hydrophile, qui va _____ l'eau, et une partie hydrophobe qui va _____ l'eau. Entourer en bleu la partie hydrophile, en rouge la partie hydrophobe de la molécule.

Lorsqu'une très petite quantité (par exemple une goutte) d'acide stéarique est déposée à la surface de l'eau, les molécules vont se placer selon le schéma suivant :



Les molécules sont dressées verticalement les unes contre les autres. On dit qu'elles forment une couche monomoléculaire.

Protocole expérimental :**1^{ère} Expérience :**

- Laver avec du liquide vaisselle le cristallisoir ou la cuvette. Rincer plusieurs fois.
- Remplir d'eau à ras bord la cuvette (*elle doit déborder*) Attendre l'immobilité de l'eau. Cuvette bien horizontale.
- Saupoudrer **très peu** de talc (*à 50 cm de distance en utilisant un tamis*) à la surface de l'eau : **opération délicate qui conditionne la réussite de l'expérience.**
- Verser dans la burette N°1 : 5 à 10 mL d'**éther de pétrole**. Ouvrir le robinet de la burette de façon à obtenir une goutte à goutte très lent.
- Décrocher la burette et l'amener au-dessus du cristallisoir, en déplaçant aussi, au-dessous de la burette, le béccher de 100 mL, pour recueillir les gouttes qui tombent.
- Laisser tomber **une goutte** au milieu de la surface de l'eau du cristallisoir. La goutte en tombant, écarte le talc : on obtient une grande tache qui se referme en quelques secondes : preuve de l'évaporation du solvant.
- Nettoyer le cristallisoir avec du liquide vaisselle.

2^{ème} expérience :

- Remplir d'eau à ras bord le cristallisoir (*il doit déborder*) Attendre l'immobilité de l'eau.
- Saupoudrer **très peu** de talc (*à 50 cm de distance en utilisant un tamis*) à la surface de l'eau : **opération délicate qui conditionne la réussite de l'expérience.**
- Verser dans la burette N° 2 : 5 à 10 mL de solution d'**acide stéarique à 1 g.L⁻¹ en solution étherée.**
- Ouvrir le robinet de la burette de façon à obtenir une goutte à goutte très lent.
- Mesurer le nombre de gouttes dans 1 mL..... N=.....
- **Laisser ouvert le robinet sans changer le réglage.**
- Décrocher la burette N° 2 et l'amener au-dessus du cristallisoir, en déplaçant aussi, au-dessous de la burette, le béccher de 100 mL, pour recueillir les gouttes qui tombent.
- Laisser tomber **une goutte** au milieu de la surface de l'eau du cristallisoir. La goutte en tombant, écarte le talc : on obtient une grande tache, qui se rétracte légèrement après évaporation du solvant..
- Fermer le robinet de la burette et ranger celle-ci.
- Peser 10 feuilles 21x29,7 avec une balance électrique à 0,01 g M=.....
- Placer la plaque de plexiglas au-dessus (*sans toucher la surface de l'eau*) du cristallisoir et recopier la forme de la tache.
- Placer ensuite sur la plaque de verre une feuille de papier blanc 21x29,7. Par transparence recopier la forme de la tache
- Découper ensuite la forme obtenue et peser le morceau de papier. m''=.....

• **EXPLOITATION DES OBSERVATIONS ET DES RESULTATS**

Dans l'expérience N° 1 : que peut-on conclure de l'observation de la tache à la surface de l'eau saupoudrée de talc ?

Dans l'expérience N°2: que peut-on conclure de l'observation de la tache à la surface de l'eau saupoudrée de talc ?

Pourquoi utilise-t-on un solvant (éther de pétrole) alors que Franklin avait utilisé de l'acide stéarique pur ?

Attention le volume de l'acide stéarique n'est pas égal au volume de la goutte , en raison de la présence du solvant. La solution d'acide stéarique est à 1g.L^{-1} .

Calcul de la masse d'acide à la surface de l'eau

- Nombre de gouttes pour 1 mL : $N =$
- Dans 1 litre de solution étherée il y a $M_1 = \dots\dots\dots\text{g}$ d'acide
- Dans 1 mL de solution étherée il y a $M_2 = \dots\dots\dots\text{g}$ d'acide
- Dans 1 goutte de solution il y a $m = \dots\dots\dots\text{g}$ d'acide

Calcul du volume de la tache d'acide à la surface de l'eau.

- La masse volumique de l'acide stéarique est $\mu = m/V = 0,85\text{ g.cm}^{-3}$.
- Donc $V = \dots\dots\dots$

Calcul de la surface de la tache :

- La masse de 10 feuilles est égale à $M = \dots\dots\dots\text{g}$ soit pour une feuille $m' = \dots\dots\dots\text{g}$
- Masse d'une feuille découpée au format de la tache : $m'' = \dots\dots\dots\text{g}$
- $S =$

Calcul de l'épaisseur de la tache donc de la longueur de la molécule (Valeur théorique $l = 3 \times 10^{-9}\text{ m}$ en tenant compte des angles de liaison)

$e =$

Matériel :

* pour préparer la solution :

- Acide palmitique($C_{15}H_{31}COOH$) ou stéarique($C_{17}H_{35}COOH$).
- Ether de pétrole (40-65°C).
- Fioles jaugées de 500 mL
- Balance électrique à 0,1g **ou mieux à 0,01g**
- Agitateur magnétique.
- Préparer une solution étherée d'acide stéarique à $1g.L^{-1}$. (0,5g dans une fiole de 500mL) (*Attention ; difficile à dissoudre*).
 - 1) Dissoudre avec 450 mL d'éther de pétrole. Agiter magnétiquement jusqu'à dissolution
 - 2) Compléter à 500 mL avec de l'éther de pétrole, après dissolution.

* pour réaliser le TP, par binôme élève :

- Cristallisateur ou petite cuvette plastique rouge
- 2 Burettes graduées de 25 mL et fixées.
- Talc + Tamis très fin (Tamis Pierron maille 0,15 mm ou petit tamis fabrication « maison »)
- Plaque de plexiglas, recouvrant l'évier et la cuvette
- 2 Bechers de 100 mL
- 10 feuilles de papier blanc 21x29,7 cm
- ciseaux
- balance électrique.(à 0,1g ou mieux à 0,01g)
- Feutre écrivant sur plexiglas (attention certains feutres marquent le plexiglas)
- Chiffon + alcool pour nettoyer la plaque
- Liquide vaisselle.

Compétences expérimentales	TP.....
I- Compétences liées à l'expérimentation	
Formuler une hypothèse sur : -un événement susceptible de se produire ou de s'être produit. -un paramètre pouvant jouer un rôle dans un phénomène.	
Proposer une expérience : -susceptible de valider ou d'infirmer une hypothèse. - répondant à un objectif précis.	
Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques.	
Déterminer le domaine de validité d'un modèle.	
II- Compétences liées aux manipulations et aux mesures	
Respecter les consignes : protection des personnes et de l'environnement.	
Agir en suivant un protocole fourni (texte ou schéma).	
Faire le schéma d'une expérience	
Reconnaître, nommer, choisir et utiliser le matériel de laboratoire (verrerie, instruments de mesure...)	
Exprimer un résultat avec un nombre de chiffre significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience.	
Faire l'étude statistique d'une série de mesures indépendantes en utilisant une calculatrice ou un tableur.	
Utiliser les technologies de l'information et de la communication.	

EXPLOITATION DES RESULTATS (Exemple)

Attention le volume de l'acide stéarique n'est pas égal au volume de la goutte, en raison de la présence du solvant

Calcul de la masse d'acide à la surface de l'eau

- Nombre de gouttes pour 1 mL : **60 gouttes.**
- Dans 1 litre de solution étherée il y a $M_1 = 1\text{g}$ d'acide.
- Dans 1 mL de solution étherée il y a $M_2 = 10^{-3}\text{g}$ d'acide
- Dans 1 goutte de solution il y a $m = 10^{-3}/60\text{g}$ d'acide

Calcul du volume de la tache d'acide à la surface de l'eau.

- La masse volumique de l'acide stéarique est $\mu = m/V = 0,85\text{g.cm}^{-3}$.
- Donc $V = \frac{m}{\mu} = \frac{10^{-3}}{0,85 \times 60} = 1,96 \times 10^{-5}\text{cm}^{-3}$

Calcul de la surface de la tache :

- La masse de 10 feuilles est égale à $M = 50,1\text{g}$ soit pour une feuille $m' = 5,01\text{g}$
- Masse de 3 feuilles découpées au format de la tache : 2g soit pour une feuille $m'' = 2/3\text{g}$
- $S = \frac{21 \times 29,7 \times 2}{3 \times 5,01} = 8,32 \times 10^1\text{cm}^2$

Calcul de l'épaisseur de la tache donc de la longueur de la molécule :

$$* e = \frac{V}{S} = \frac{1,96 \times 10^{-5} \times 10^{-6}}{8,32 \times 10^1 \times 10^{-4}} = 2,36 \times 10^{-9}\text{m}$$

Deuxième essai : masse pour 3 feuilles découpées : $1,4\text{g}$ d'où $e = 3,37 \times 10^{-9}\text{m}$

Avec l'acide palmitique on trouve :

Premier essai : masse pour 3 feuilles découpées : $2,2\text{g}$

Deuxième essai : masse pour 3 feuilles découpées : $2,1\text{g}$