

L'expérience historique de Franklin

Si les molécules sont invisibles même avec un microscope électronique, l'ordre de grandeur de la taille de certaines molécules peut être trouvé par des expériences simples.

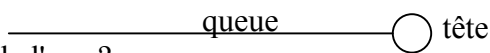
Examinons ce qui se passe lorsqu'on ajoute à l'eau une petite quantité d'huile. Les molécules d'huile sont des objets assez extraordinaires ; elles sont plutôt petites (quelques nanomètres de long) et possèdent deux propriétés violemment opposées. L'une des extrémités de la molécule est fortement hydrophile (elle aime l'eau), nous l'appellerons « tête polaire » de la molécule. Le reste de la molécule est résolument hydrophobe (elle déteste l'eau), c'est une chaîne carbonée formée d'atomes de carbone et d'hydrogène. Si je plonge une telle molécule, seule, dans l'eau, elle devient très « malheureuse ». Sa chaîne carbonée ne songe qu'à fuir l'eau qu'elle déteste. 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 d'huile 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 [...]

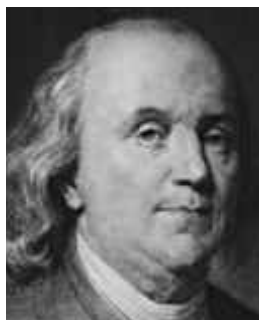
En 1774, Franklin va au bord d'un étang et verse doucement une cuiller d'huile d'olive sur l'eau. L'huile s'étale, la « peau » de l'eau est devenue comme rigide, c'est ce phénomène qui permet à Franklin d'évaluer assez bien la surface du film d'huile : elle est d'environ $2\,000\text{ m}^2$!

Franklin n'a pas déterminé la longueur d'une molécule. Il en ignorait l'existence. En refaisant cette expérience un siècle plus tard à une échelle réduite, Lord Rayleigh réussit à déterminer l'ordre de grandeur de la taille d'une molécule d'huile.

D'après Pierre-Gilles de Gennes, Les objets fragiles, ©Éditions Plon.

Questions :

1. En dessinant les molécules d'huile comme indiqué, représenter les molécules disposées à la surface de l'eau conformément à la description du texte. 
2. Pourquoi les molécules se tiennent-elles verticalement à la surface de l'eau ?
3. Que représente l'épaisseur de la tache d'huile sur l'étang ?
Calculez-la en considérant que une cuiller d'huile a un volume de 5 mL.



Benjamin Franklin :

Homme politique, physicien et publiciste américain (Boston 1706 Philadelphie 1790). Partisan des Lumières, député au premier Congrès américain (1774), il rédigea avec Jefferson et Adams la Déclaration d'indépendance (1776), vint à Versailles négocier l'alliance française et signa avec les Britanniques la paix reconnaissant l'indépendance des États-Unis (1783). Auteur de recherches sur les phénomènes électriques, Franklin a énoncé le principe de conservation de l'électricité, découvert la nature électrique de l'éclair et le pouvoir des pointes, ce qui l'a conduit à l'invention du paratonnerre (1752).



Pierre-Gilles de Gennes :

Physicien français (Paris 1932). Spécialiste de la physique de la matière condensée, il a fourni des contributions théoriques marquantes dans des domaines très variés : semi-conducteurs, supraconductivité, cristaux liquides, polymères. (Prix Nobel 1991).