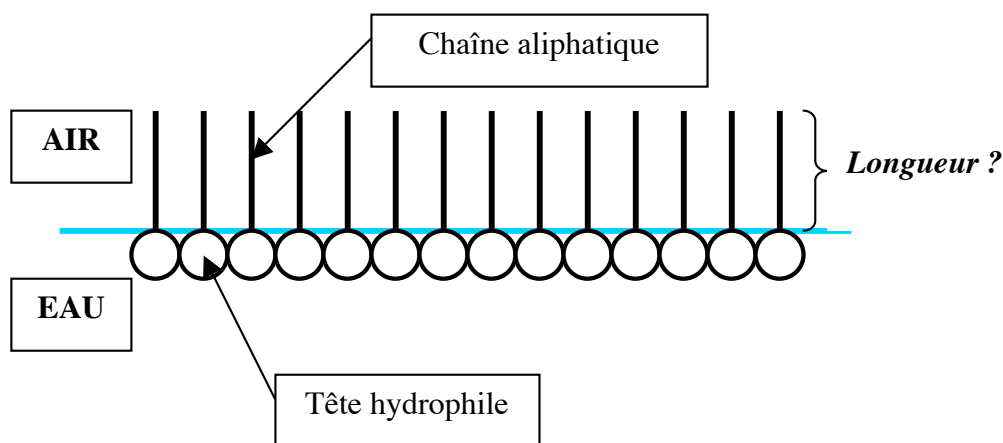


L'ESPRIT DE BENJAMIN FRANKLIN (Les objets fragiles de PG de Gennes)

Examinons ce qui se passe lorsqu'on ajoute à l'eau une petite quantité de " surfactant " (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. 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 goutte d'huile d'olive sur l'étang (0,2 ml). 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 100 m².

1) Schéma



- 2) Le volume de la goutte d'huile (0,2 cm³) utilisée par Franklin doit être égal au volume de la flaque d'huile qui recouvre l'étang d'une surface de 100 m².

Ainsi on a :

Volume de la goutte d'huile = Surface de la flaque d'huile x Hauteur de la flaque d'huile

V de la goutte d'huile = 0,2 cm³

S de la flaque d'huile = 100 m² = 1·10⁸ cm²

H = hauteur des molécules d'huile ?

$$V = S \times H \rightarrow H = V/S$$

$$H = 0,2 \text{ cm}^3 / 1 \cdot 10^8 \text{ cm}^2 = 0,2 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2 \text{ nm}$$

- 3) On peut considérer alors que la hauteur de la flaque d'huile qui recouvre l'étang est de 2 nm.

Cette hauteur est difficilement mesurable avec des instruments simples. Un vernier peut mesurer une dixième de mm, impossible de mesurer alors quelques nm.