Activité préparatoire du TP2 : L'expérience de Benjamin FRANKLIN

Examinons ce qui se passe lorsque l'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 (1 à 2 nanomètre de long) et possèdent deux propriétés violemment antagonistes. Une des extrémités de la molécules est résolument *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 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 des 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. L'huile s'étale, la « peau » de l'eau est devenue comme rigide : c'est un phénomène qui permet à Franklin d'évaluer assez bien la surface du film d'huile, elle est d'environ 100 m^2 !

(D'après Pierre-Gilles de Gennes, *« Les objets fragiles »*, Pocket.)

A- Formules mathématiques :

1. Rappeler la formule permettant de calculer la surface d'un disque.

2. Rappeler la formule permettant de calculer le volume d'un cylindre.

3. Rappeler la formule permettant de calculer le volume d'une sphère.

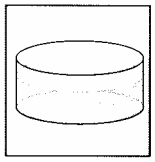
B- Analyse physique :

1. Une molécule d'huile peut se schématiser de la façon ci-contre.

a) Reproduire ce schéma puis localiser la partie hydrophile et la partie hydrophobe de la molécule d'huile.

b) Que signifient *hydrophile* et *hydrophobe* ?

2. Le schéma ci-contre représente un récipient rempli d'eau. Reproduire ce schéma et représenter quelques molécules d'huile disposées à la surface de l'eau, conformément à la description qu'en fait l'auteur.



3. Partant de ce modèle de représentation, à quoi correspond la hauteur de la flaque d'huile ?

4. Connaissant le volume V_{huile} correspondant à la goutte d'huile versée, Franklin est parvenu à déterminer l'ordre de grandeur des molécules d'huile. Quel calcul a-t-il effectué ?