

Dimensions des molécules

par R. CARRON

Lycée La Martinière - Monplaisir, 69000 Lyon

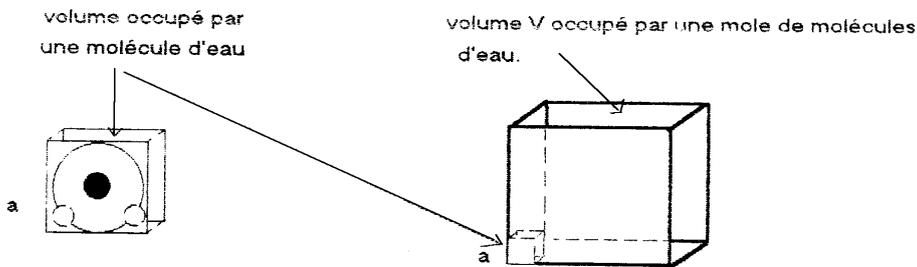
OBJECTIF

Au cours d'une séance de T.P. en début d'année en classe de seconde l'objectif est de déterminer, de façon simple, un ordre de grandeur des dimensions des molécules.

On peut aussi en partant des valeurs des dimensions de ces molécules en déduire une détermination approchée du nombre d'Avogadro.

Ainsi sans développement théorique, en utilisant des concepts élémentaires, on obtient des résultats satisfaisants. En outre, et cela est aussi important, c'est l'occasion de conduire des calculs utilisant des connaissances acquises antérieurement.

DIMENSIONS DES MOLÉCULES D'EAU



Nous admettrons que la molécule d'eau, occupe un volume cubique et nous appellerons a la longueur du côté.

Nous supposons que l'eau est un liquide incompressible, dont la masse volumique $\rho_e = 1,00 \text{ g.cm}^{-3}$.

La masse molaire de l'eau est $M = 18,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Si N est le nombre d'Avogadro et V le volume occupé par une mole, alors :

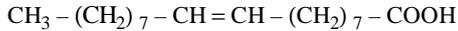
$$V = N \cdot a^3 = m / \rho_e = m / \rho_e$$

$$a = [m / \rho_e \cdot N]^{1/3}$$

On obtient : **$a = 310 \text{ pm}$**

DIMENSIONS DES MOLÉCULES D'ACIDE OLÉIQUE : (C₁₈H₃₄O₂)

L'acide est un acide gras insaturé. Sa formule semi-développée est:

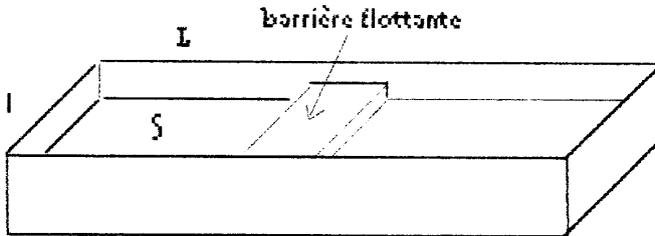


La masse molaire est $M = 282 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

C'est un liquide de masse volumique $\rho = 0,890 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

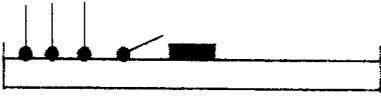
Cette molécule présente une chaîne carbonée hydrophobe et une extrémité hydrophile, constituées par le groupe carboxylique.

1. EXPÉRIENCE

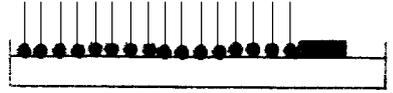


On utilise une cuve peu profonde (5 cm), rectangulaire de 20 cm × 50 cm. Elle contient de l'eau sur laquelle flotte une plaque en P.V.C. d'épaisseur 4 mm, de 3 à 4 cm de largeur et de longueur égale à la largeur de la cuve.

A l'aide d'un fil métallique de 0,25 mm de diamètre on introduit une gouttelette d'acide oléique de masse $m_0 = 0,1 \text{ mg}$ environ : la barrière est alors repoussée par le film monomoléculaire d'acide qui se forme.



$$m < m_0$$



$$m = m_0$$

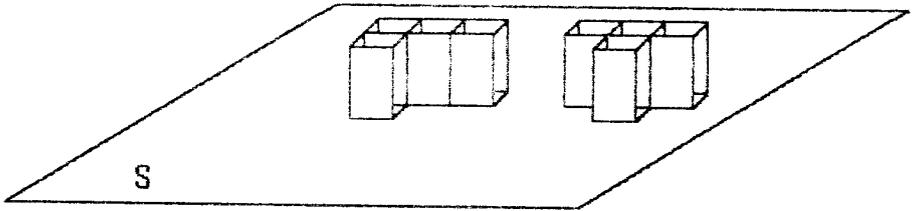
2. MESURES

$$m_0 = 0,1 \text{ mg} ;$$

$$l = 20 \text{ cm} ;$$

$$L = 26 \text{ cm}.$$

3. RÉSULTATS



On fera l'hypothèse que le volume occupé par une molécule d'acide oléique est prismatique de valeur :

$$v = a^2 \cdot b$$

La quantité de matière présente dans le film monomoléculaire est :

$$n = m_0 / M$$

Le nombre de molécules présentes est :

$$x = n \cdot N$$

La surface du film est : $S = x \cdot a^2$

On tire :

$$a = (S/x)^{1/2} = (l \cdot L / n \cdot N)^{1/2} = (l \cdot L \cdot M / m_0 \cdot N)^{1/2}$$

Le calcul donne : **a = 490 pm**

On détermine la hauteur b du prisme qui nous donnera une bonne estimation de la longueur de la molécule en remarquant que le volume V de la gouttelette d'huile est :

$$V = x.v = x.a^2.b = l.L.b = m_0/\rho$$

$$b = m_0/\rho.l.L$$

Le calcul donne : **$b = 2,2 \text{ nm}$**

Remarque : Pour obtenir une gouttelette de masse environ égale à $m_0 = 0,1 \text{ mg}$ d'acide oléique, il suffit d'y plonger le fil sur une hauteur voisine de 5 cm.

BIBLIOGRAPHIE

Y. SIMON - *Énergie et entropie* Édition A. Colin - Université d'été-1989.

J. STEYAERT - *Chimie expérimentale* U.C.B.L.

J.P. MATHIEU - *Histoire de la constante d'AVOGADRO* (cahiers d'histoire et de philosophie des sciences).