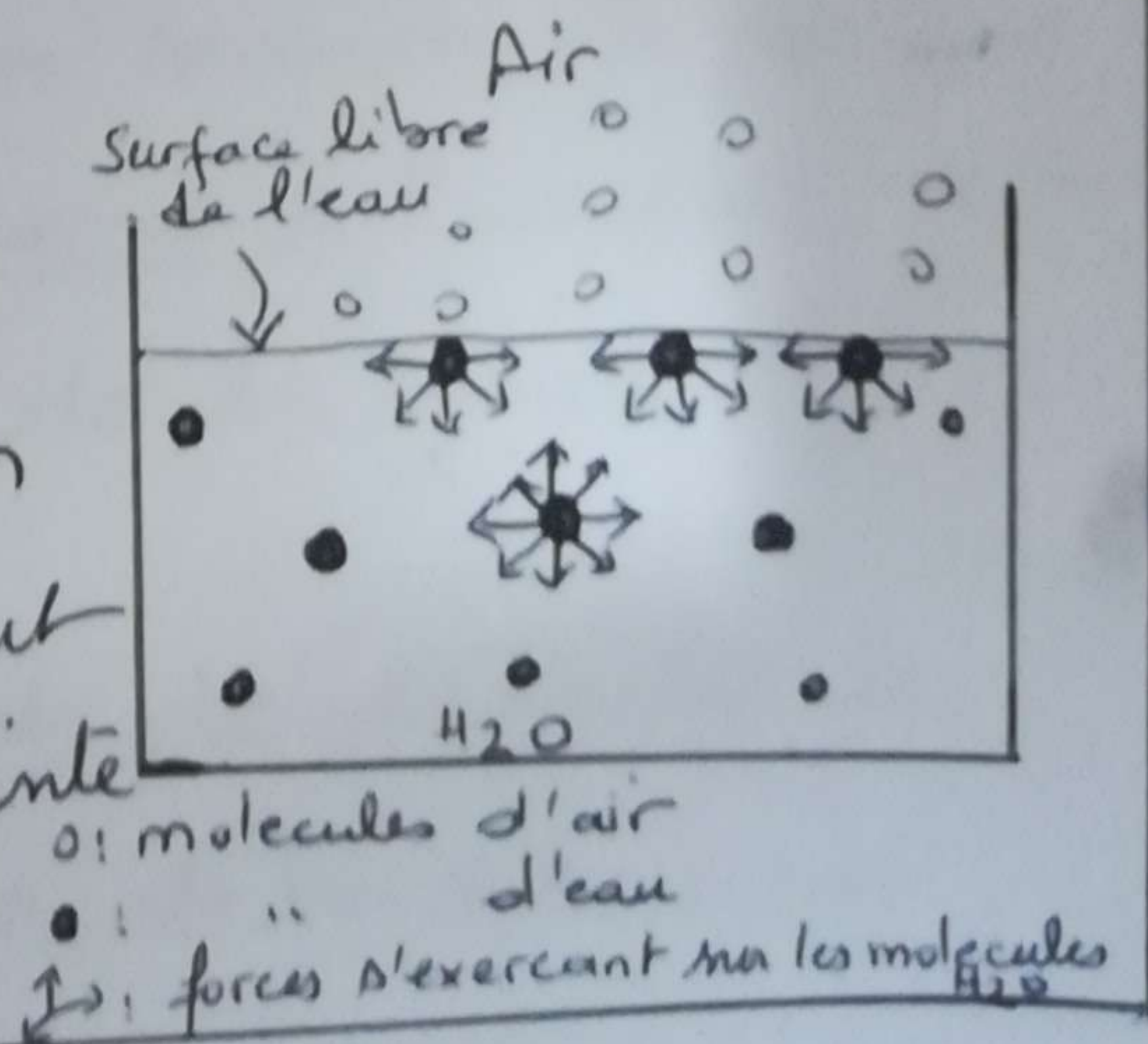
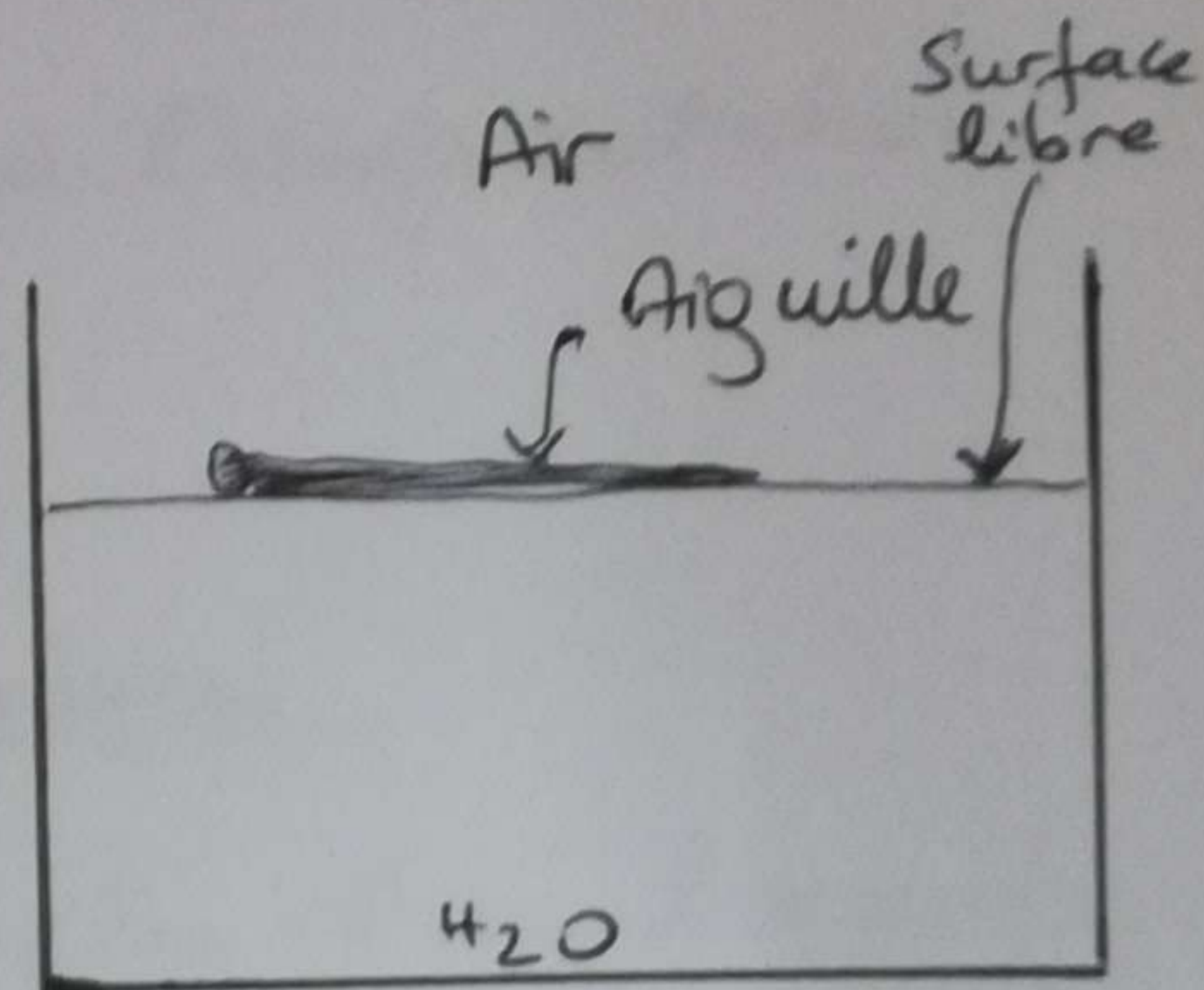
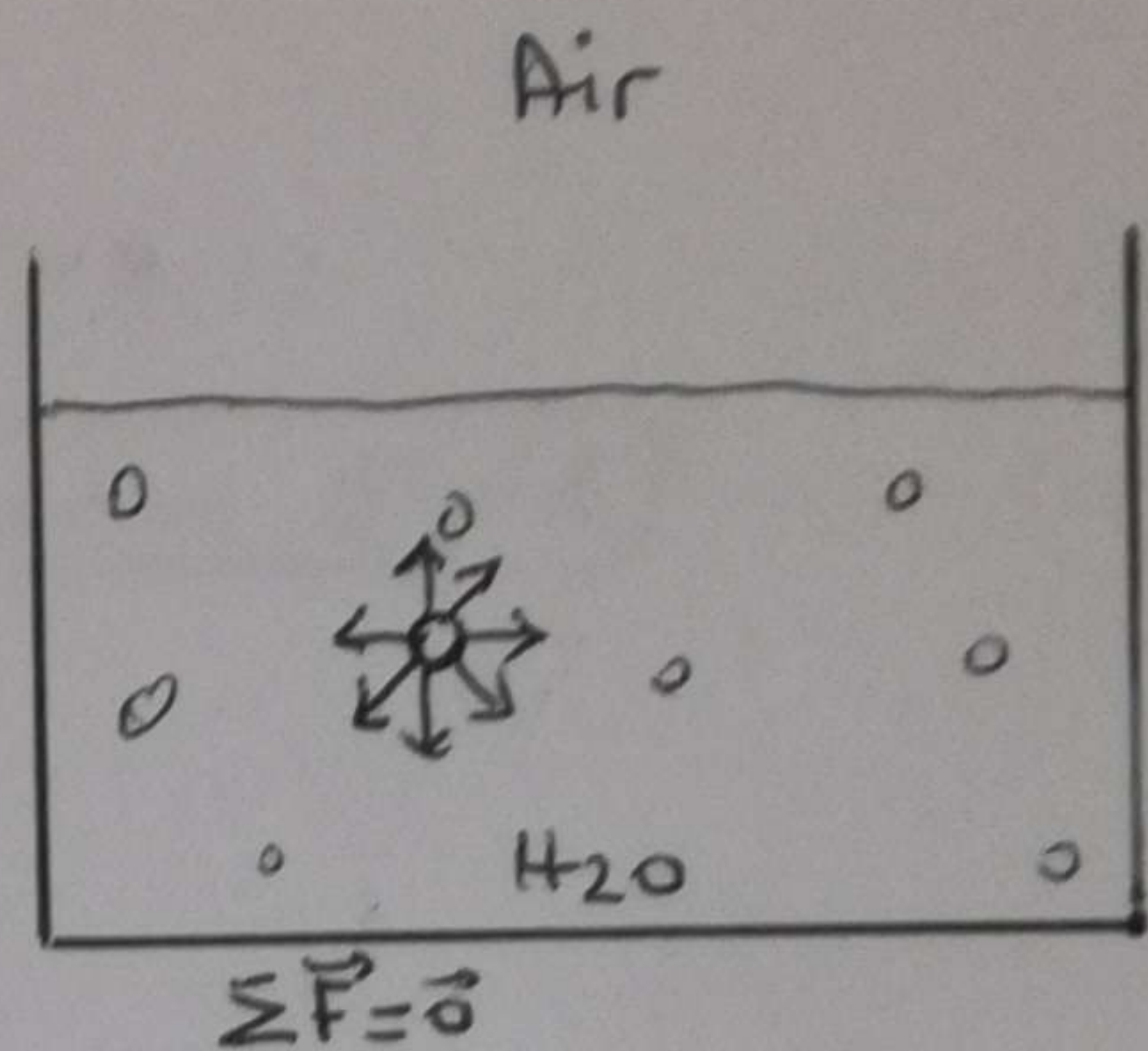


1) Tension Superficielle: c'est une propriété des liquides qui permet de maintenir en équilibre leur surfaces libre, elle s'observe et mise en évidence par ces phénomènes:

- a) Formation de gouttes sur une feuille de plante.
- b) Ascension des liquides dans les tubes capillaires.
- c) Un solide peut flotter sur la surface libre de l'eau.
- d) Il existe un ménisque à la surface d'un liquide, au contact de la paroi du récipient.
- e) La présence des bulles de savon.

On dit que les molécules d'eau qui sont sur la surface libre se comportent comme une membrane tendue sur les autres molécules, on parle de tension superficielle, et l'épaisseur de cette couche de molécules varie entre 1 à 100 nm.

On dit que tout liquide tend spontanément à diminuer sa surface, ainsi se forment les gouttes et les bulles (plus faible rapport surface volume).



Cette tension superficielle est définie par une force \vec{f} entre l'interface d'un liquide et un autre milieu, autrement dit elle est exprimée par une contrainte σ appelé tension superficielle.

On écrit

$$\sigma = \frac{f}{l}$$

avec

$$\sigma \text{ en } \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

f en N

et l en m

2

exemple:

$$\text{Interface Eau/Air} \Rightarrow \sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.}$$

$$\text{" Huile/Air} \Rightarrow \sigma = 32 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.}$$

Pour accroître la surface il faut donc apporter de l'énergie d'où $dW = \sigma dA$. dA représente l'aire de la surface du liquide et dW le travail fourni, alors si $W \nearrow$ $dA \nearrow$.

$$\text{i.e. : } W = F \times d \Rightarrow W = \frac{F}{d} \times d^2 = \sigma \times s$$

$$W = \sigma \times s \Rightarrow dW = \sigma ds \quad \text{ou} \quad dF = \sigma dl$$

$$\text{ou } \sigma = \frac{dF}{dl} \quad \text{et} \quad \sigma = \frac{dW}{ds}$$

Cette dernière équation $\sigma = \frac{dW}{ds}$ nous montre que la tension superficielle mesure la résistance à l'augmentation de surface.

2). Pression de Laplace ou loi de Laplace.

Soit une membrane sphérique remplie d'un liquide, la résultante de toutes les forces de tension superficielle a pour effet d'exercer une compression de façon à réduire la surface de la sphère, donc il existe une surpression à l'intérieur de la sphère, ou dit que la pression interne de la sphère (P_i) est supérieure à la pression extérieure P_e .

La loi de Laplace nous permet de calculer la différence de pression ΔP entre l'intérieur de la sphère et l'extérieur

Alors on peut écrire: $\Delta P = (P_i - P_e)$ en fonction de σ et du rayon de la sphère R .

$$W = F \cdot x \Rightarrow dW = F dx \quad \text{or } F = P \cdot S \Rightarrow dW = P \cdot S \cdot dx$$

Une sphère ($S = 4\pi R^2 \Rightarrow dS = 8\pi R dR$).

$$dW = P \cdot S \cdot dx = \Delta P \cdot S \cdot dx =$$

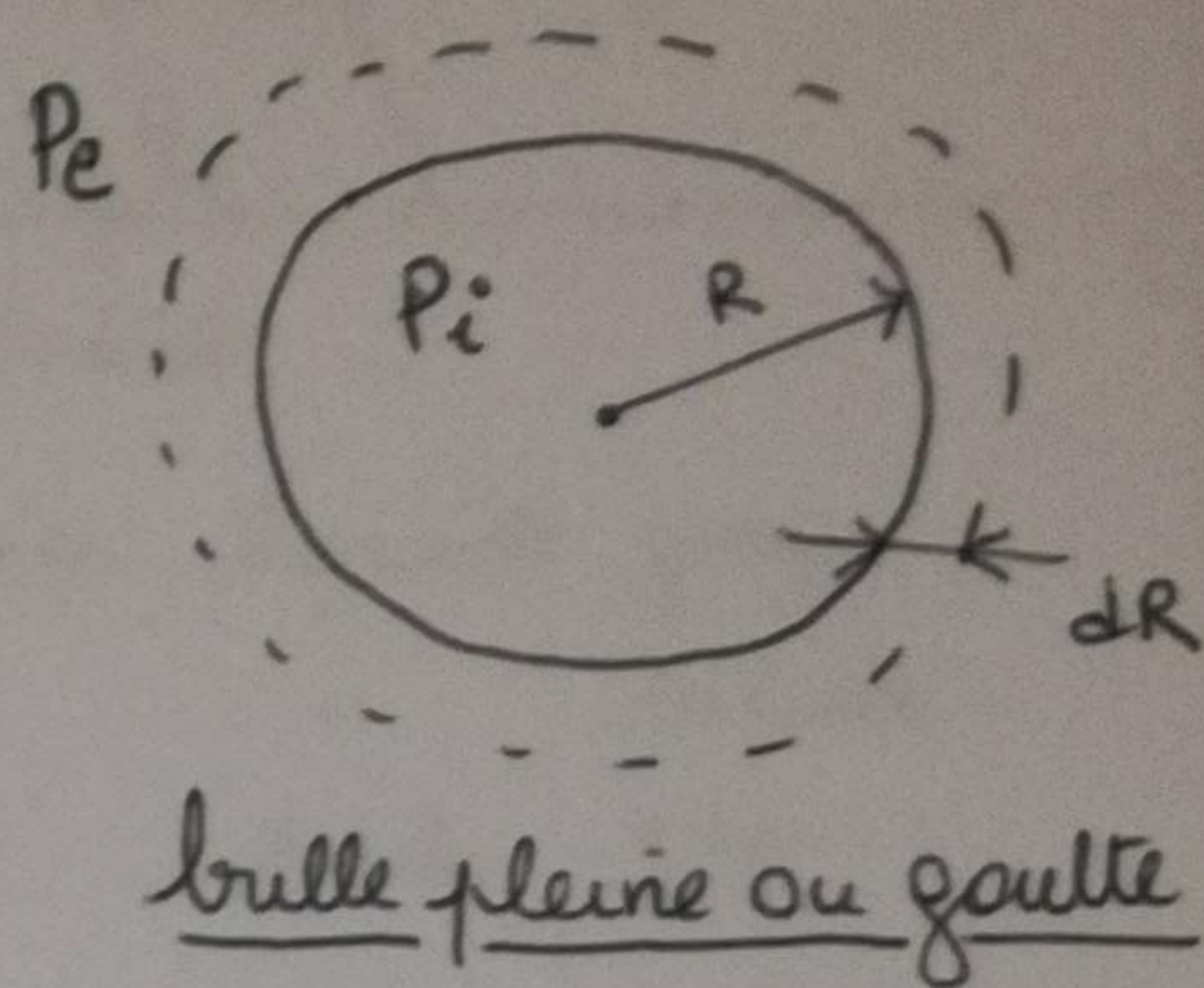
$$(P_i - P_e) \cdot S \cdot dx = (P_i - P_e) \cdot 4 \cdot \pi R^2 dR$$

$$= (P_i - P_e) \cdot 4\pi R^2 dR = \sigma \cdot dS =$$

$$= \sigma \cdot 8\pi R dR \Rightarrow (P_i - P_e) \cdot R = \sigma \cdot 2 \Rightarrow$$

$$\boxed{(P_i - P_e) = \frac{2\sigma}{R} = \Delta P}$$

ΔP : surpression de la goutte elle est fonction inverse du rayon de la goutte.



3) Application de la loi de Laplace à la bulle de savon.

Soit une bulle de savon sphérique mince possédant deux surfaces de séparation.

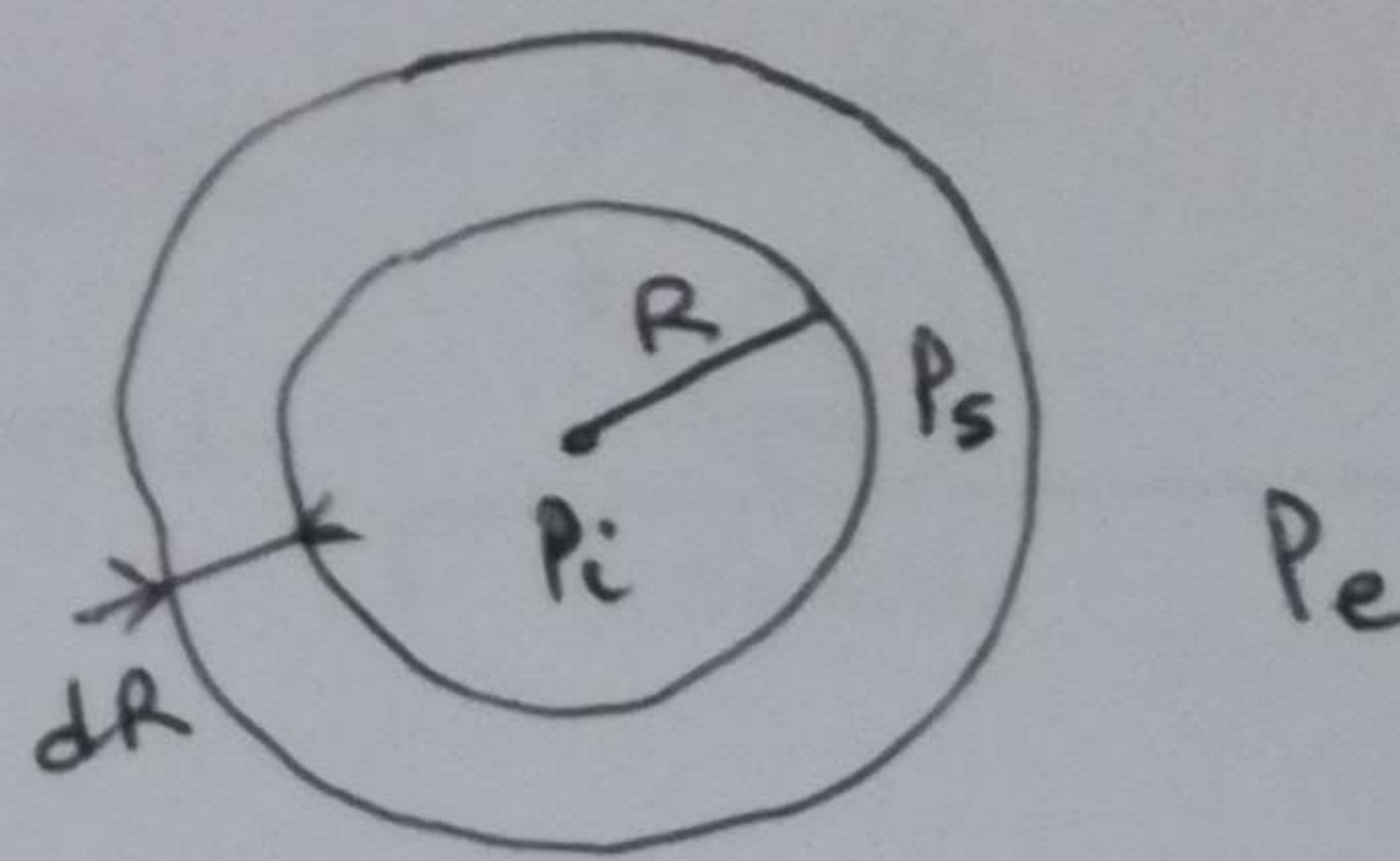
On applique la loi de Laplace:

$$1) P_i - P_s = \frac{2\sigma}{R} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} R + dR \approx R$$

$$2) P_s - P_e = \frac{2\sigma}{R}$$

On fait la somme de 1) + 2) $\Rightarrow P_i - P_s + P_s - P_e = \frac{4\sigma}{R}$

$$\Rightarrow \boxed{P_i - P_e = \frac{4\sigma}{R}} \quad \text{si } R \uparrow \Delta P \downarrow$$



4) Loi de Jurin.

Soit une goutte d'un liquide sur une plaque solide horizontale, cette goutte subit trois forces de

tesion superficielle (F_{lg} , F_{ls} , F_{sg})

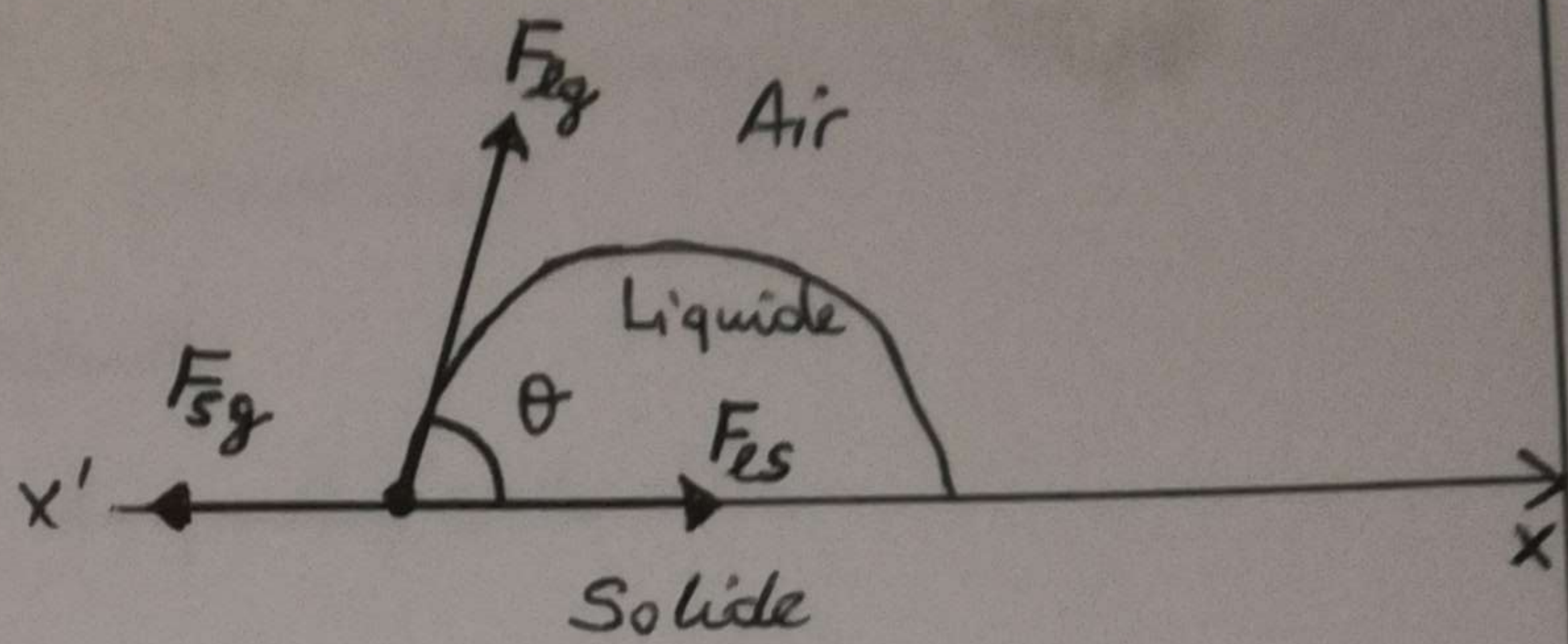
À l'équilibre $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow$

$$\vec{F}_{lg} + \vec{F}_{ls} + \vec{F}_{sg} = \vec{0}$$

Après projection sur l'axe $x'x$

on a $-F_{sg} + F_{lg} \cos \theta + F_{ls} = 0$

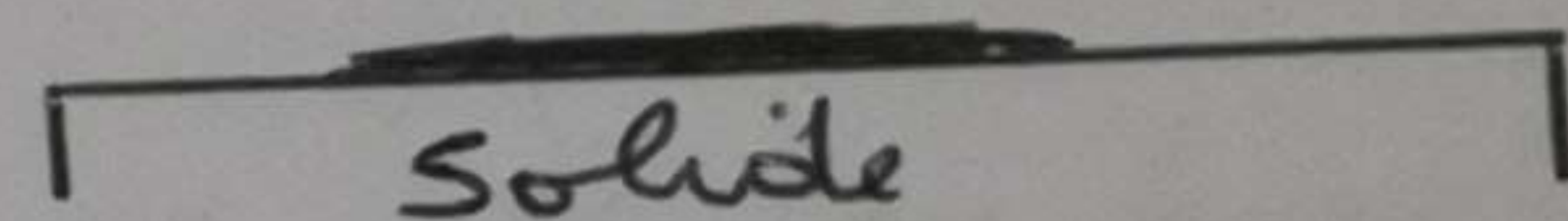
$$\Rightarrow F_{sg} = F_{lg} \cos \theta + F_{ls}$$



- lg : interface liquide gaz.
- ls : " " solide
- sg : " " Solide gaz.
- θ : Angle de Raccordement.

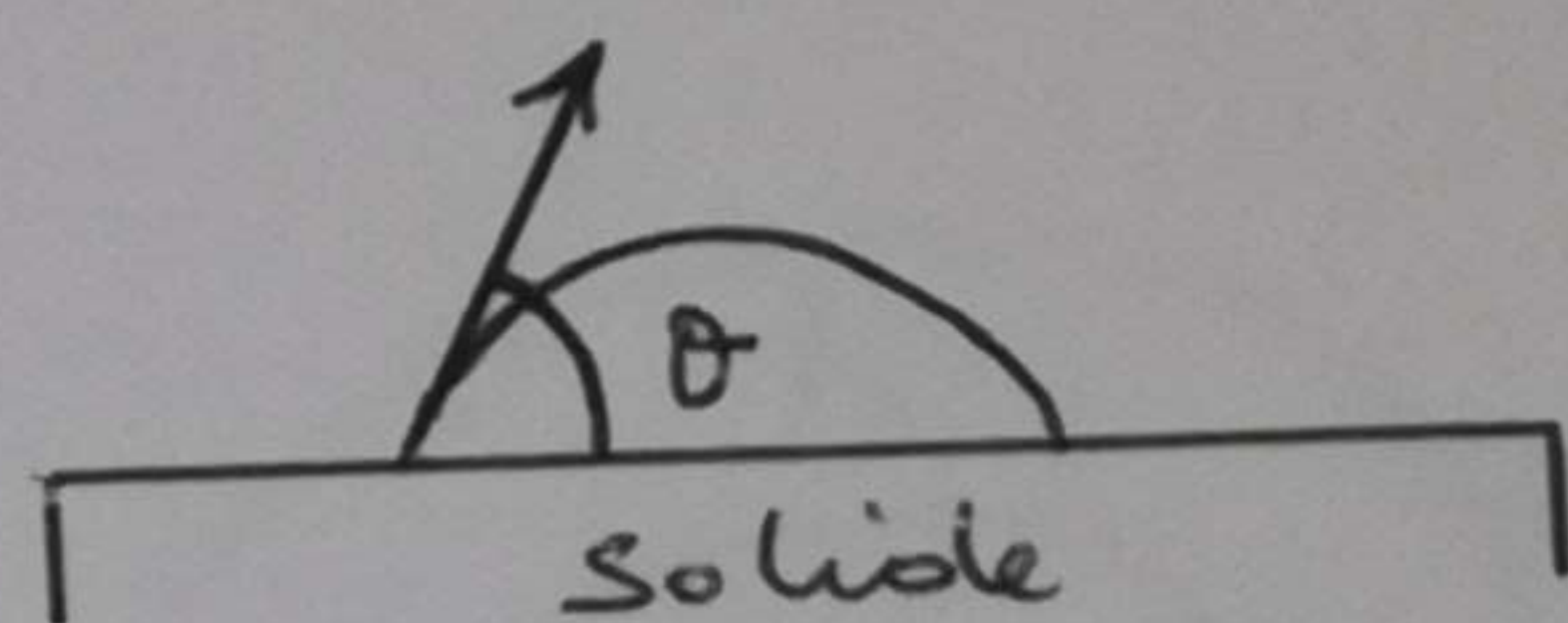
Si $\theta = 0 \Rightarrow$ le liquide moille parfaitement le solide

exp: l'eau sur du verre propre



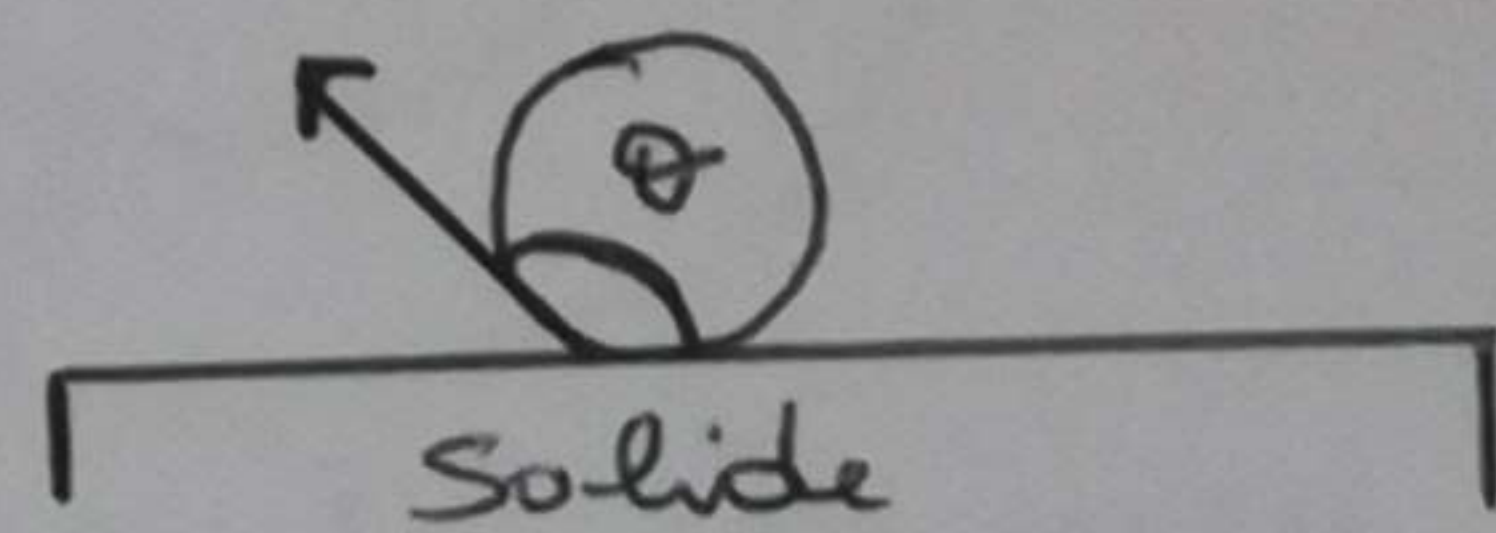
Si $\theta < 90^\circ \Rightarrow$ le liquide moille imparfaitement le solide

exp: l'eau sur du verre sal.

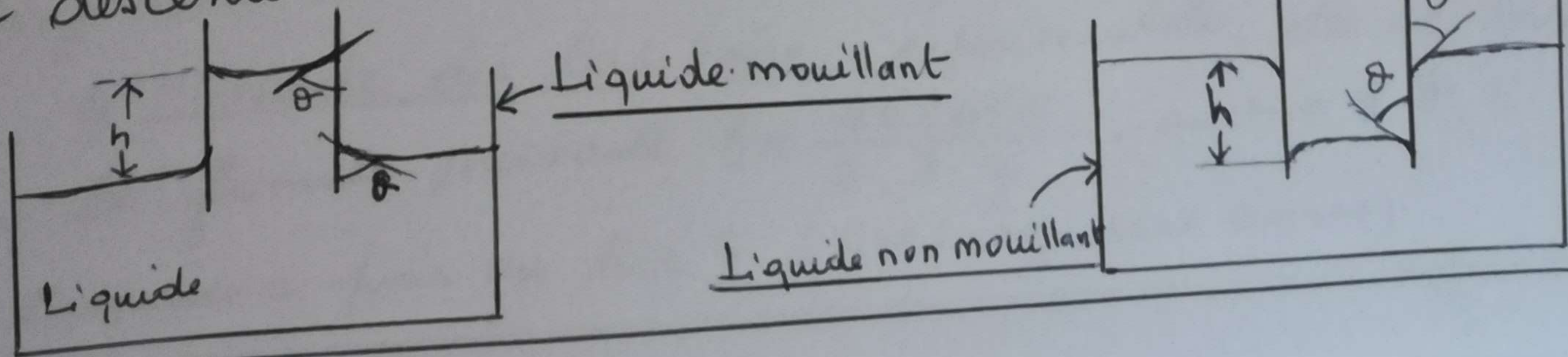


Si $\theta > 90^\circ \Rightarrow$ le liquide ne mouille pas le solide

exp du mercure sur du verre propre.



Ce phénomène de mouillage se produit aussi dans le cas d'une paroi solide verticale, ou l'on verse une ascension avec un menisque concave vers l'extérieur ou une descente avec un menisque convexe vers l'intérieur



Jurin a énoncé la relation suivante

$$h = \frac{2\sigma \cdot \cos\theta}{R \cdot \rho \cdot g}$$

R: rayon interne du tube
 ρ : masse volumique du liquide
 g : pesanteur.

σ : tension superficielle du liquide
 θ : l'angle de raccordement liquide/solide.

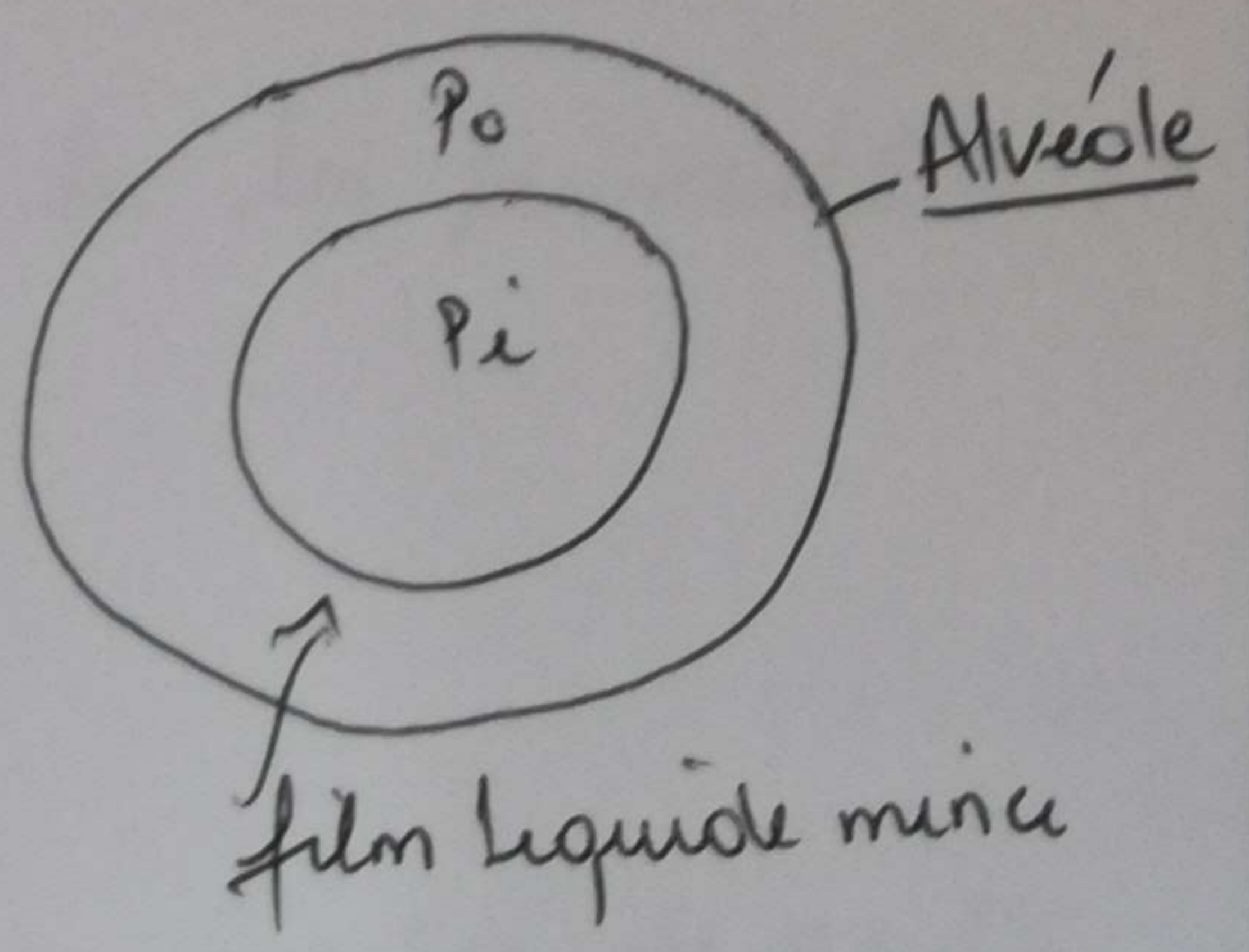
5) Application biologique. (Appareil respiratoire cas d'une Alvéole)

Dans le cas des Alvéoles pulmonaire, la paroi interne est recouverte d'un film liquide mince a base d'eau d'épaisseur d'environ 5 μm , cela donne lieu à une tension de surface σ air/liquide, et si on suppose que les alvéoles sont sphériques de rayon r, alors cette tension superficielle se traduit par une surpression ΔP à l'intérieur des alveoles donné par la loi de Laplace.

$$\Delta P = (P_i - P_o) = \frac{2\sigma}{R}$$

P_i : pression a l'intérieur de l'alvéole

P_o : pression à l'intérieur du film liquide mince



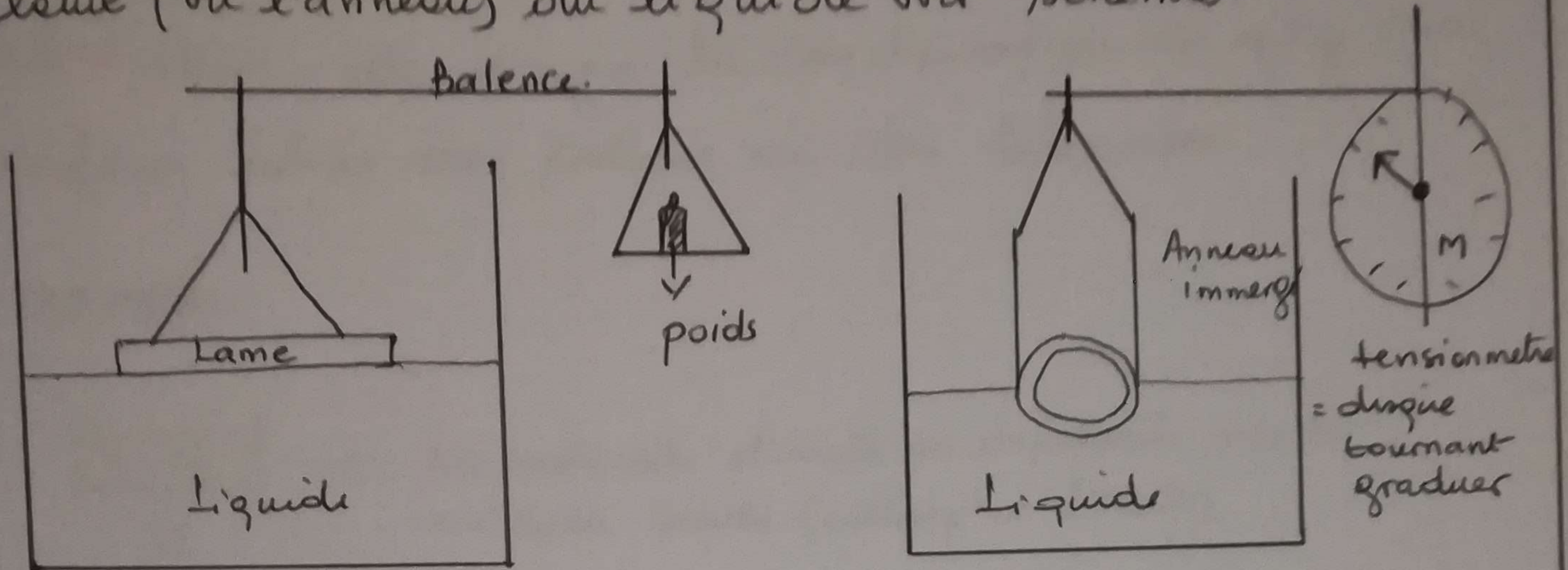
6) Mesure de la tension superficielle

Il existe plusieurs méthode pour mesurer la tension superficielle.

a) Méthode du Capillaire expérimentale, elle se base sur la formule suivante $h = \frac{2\sigma \cos\theta}{R \cdot \rho \cdot g}$, ou tire θ , h de l'expérience puis on tire σ . (R et ρ et g sont connus).

b) Méthode de la traction sur une lame immergée (6)

Déterminer la force ou le poids qui permettra de séparer la lame (ou l'anneau) du liquide voir schéma.



g) Méthode du STALAGOMETRE

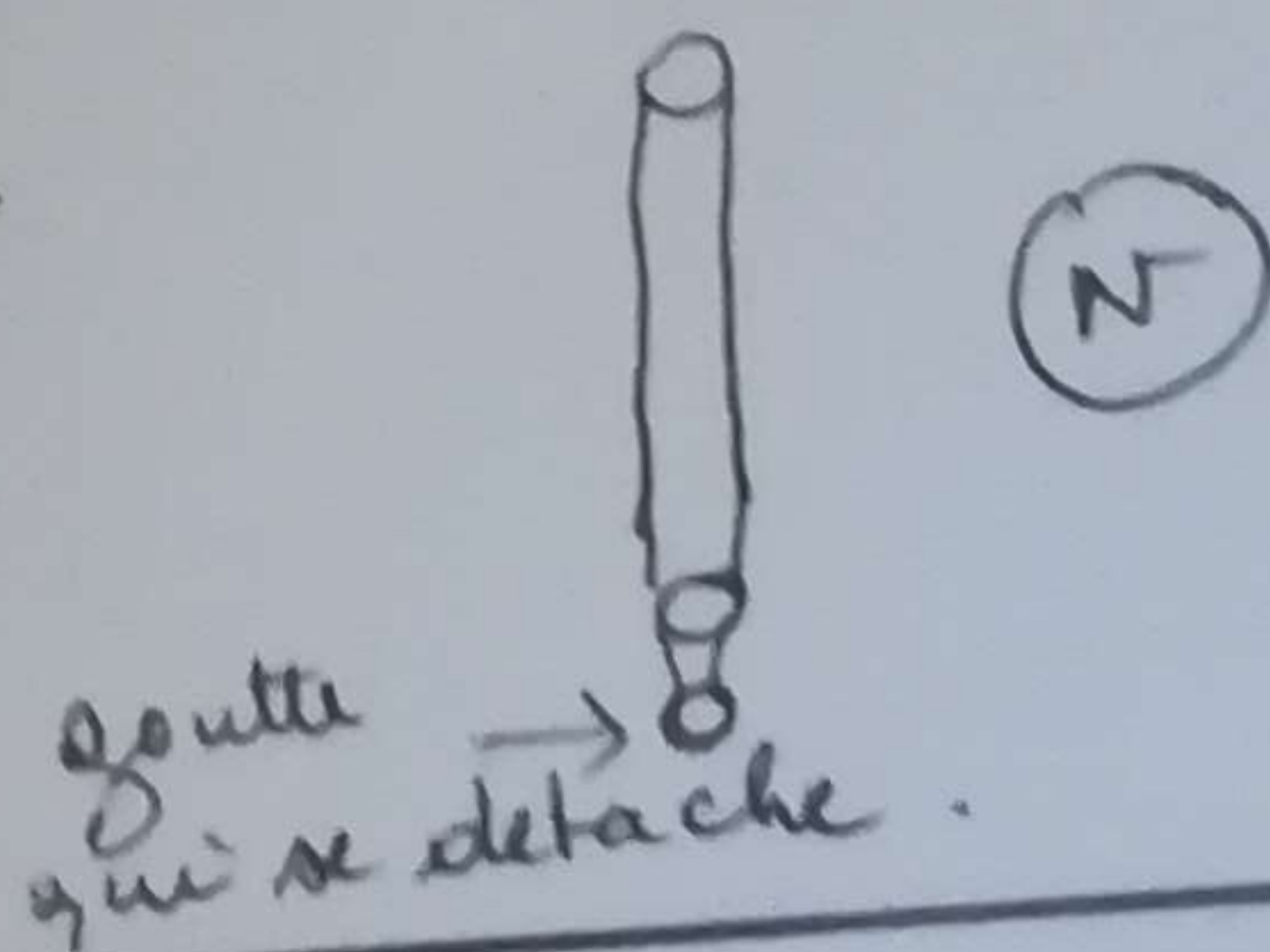
Soit un liquide d'étalonnage avec les caractéristiques suivantes σ_0, ρ_0, N_0

N_0 : nombre de gouttes correspondant à un volume V

Pour mesurer la tension superficielle d'un liquide σ de masse volumique ρ . on utilise la loi suivante

$$\sigma = \sigma_0 \frac{\rho_0 \cdot N_0}{\rho \cdot N}$$

On détermine N qui correspond au nombre de gouttes du nouveau liquide qui correspond au même volume V (experimentalement) puis on détermine la valeur de la tension superficielle de ce liquide à partir de la formule ci dessus.

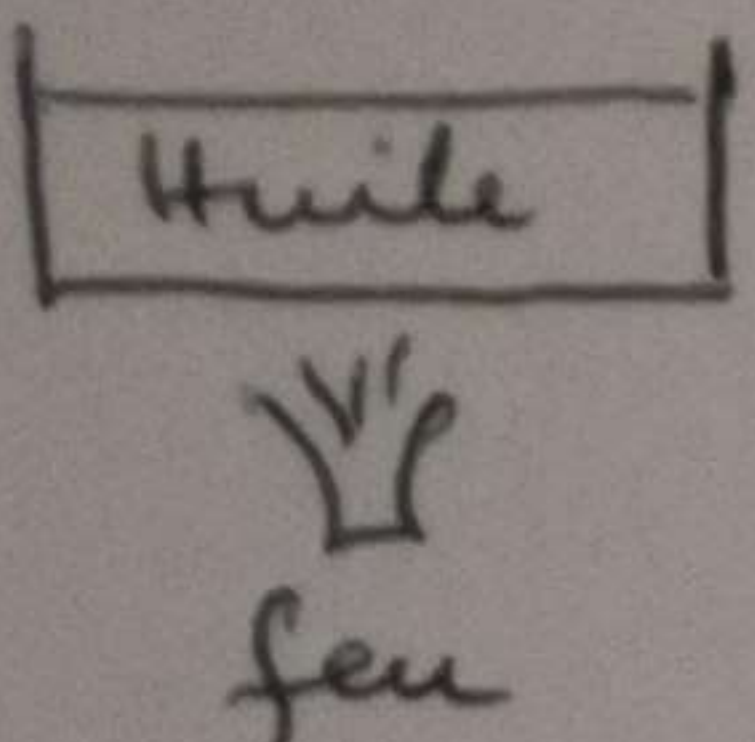


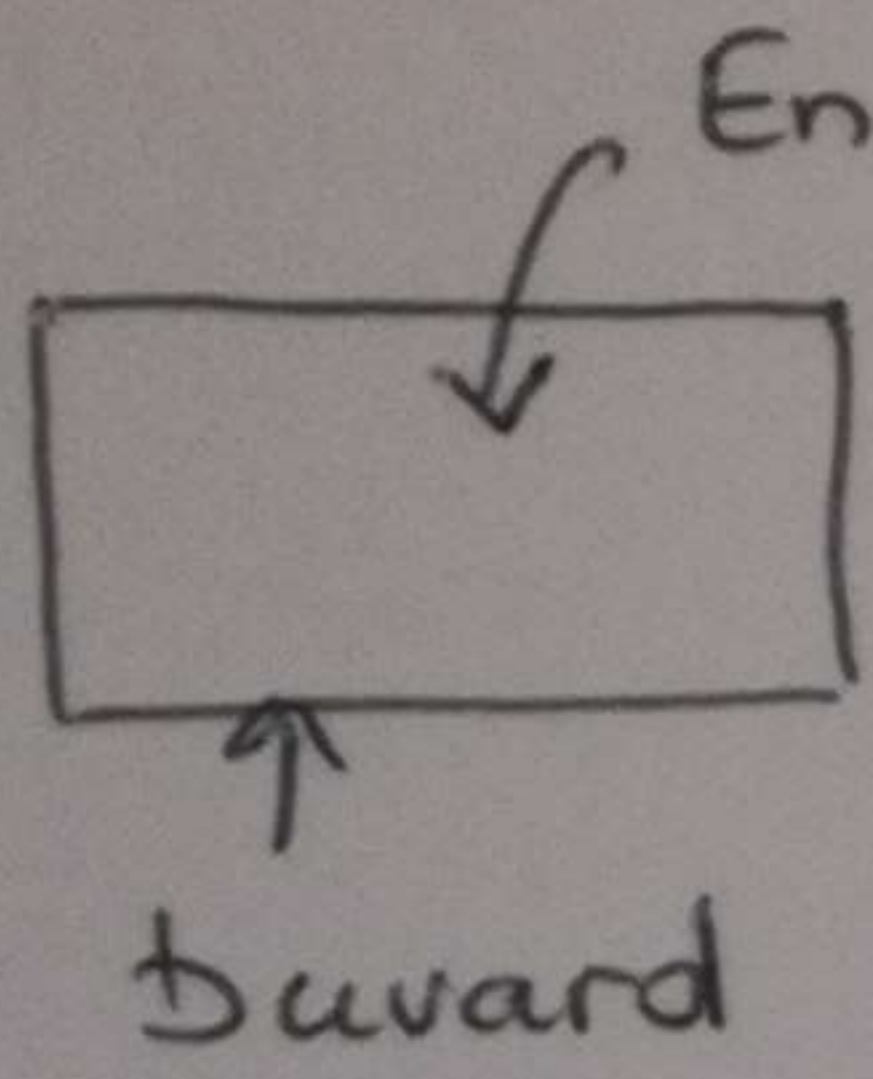
7). Phénomène d'Adsorption

(7)

L'adsorption est un phénomène de surface, contrairement à l'absorption, elle désigne la condensation de gaz sur des surfaces libres des solides ou des liquides

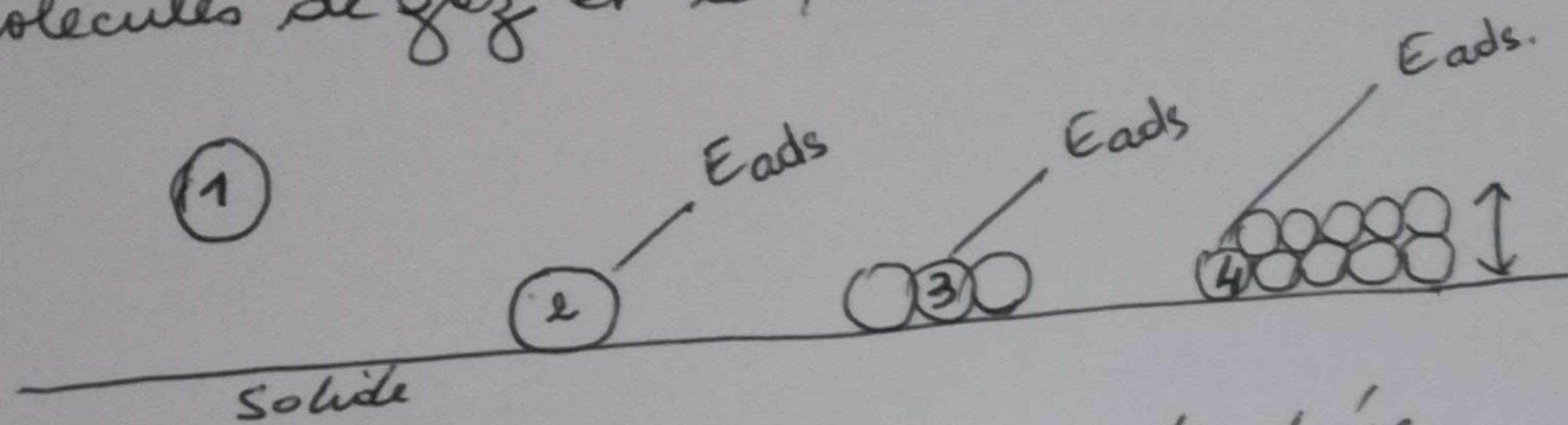
exemples.

 → les molécules d'huile se déposent sur le matériau solide (adsorption d'huile).

 → les molécules d'encre se déposent sur le buvard et absorbent l'encre (adsorption d'encre + absorption d'encre).

Il existe deux types d'adsorption :

- a) adsorption = La physisorption, elle est due aux forces de Van-der-Waals entre les molécules de gaz et le solide
- b) La chimisorption : elle est due aux liaisons chimiques entre les molécules de gaz et le solide.



Les molécules de ①, ②, ③ et ④ sont adsorbées

- ① : diffusion à proximité de la surface.
② : Adsorption sur site isolé
③ : Adsorption monocouche
④ : " multicouche