

Les fluides non-miscibles

I. NOTION DE FLUIDE

I.1. LES ETATS DE LA MATIERE

En physique, les interactions ou forces mutuelles entre les molécules déterminent les différents états de la matière. Chaque état dépend des compétitions entre les forces de cohésion et de répulsion.

- L'état solide (ordonné : ordre à grande échelle ou amorphe : pas d'ordre) : les atomes sont dans des positions fixes dans l'espace. Les forces d'interaction sont importantes. Les atomes ne peuvent donc que vibrer autour de leur position d'équilibre avec des faibles amplitudes.
- L'état gazeux : les atomes sont dilués dans l'espace. Il n'y a pas de volume propre et la compression est possible. Les forces de cohésion sont faibles (les majoritaires étant les forces de répulsion). Le mouvement est possible et c'est un mouvement désordonné (Brownien) avec interactions par collisions.
- L'état liquide : c'est l'état intermédiaire entre les deux précédents. Il peut donc être perçu comme un solide désordonné ou un gaz très dense. Les atomes sont proches les uns des autres et ont donc un volume propre. Un liquide est incompressible. Le mouvement est possible mais les forces d'attraction sont insuffisantes pour maintenir les atomes en place (mouvement de translation et de rotation). Un liquide peut s'écouler.

I.2. QU'EST-CE QU'UN FLUIDE ?

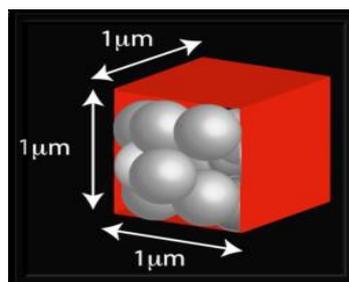
Les fluides composent une grande partie de notre environnement. Les fluides sont aussi une composante importante du corps des êtres vivants. Ils sont si présents autour de nous.

Le terme fluide comprend à la fois liquide et gaz. La principale différence entre un liquide et un gaz est que le volume de liquide reste incertain car il prend la forme de la surface sur ou dans laquelle il entre en contact, tandis qu'un gaz occupe l'espace disponible totale dans le récipient dans lequel il est gardé.

II. HYPOTHESE DU CONTINU :

II.A. EXEMPLE INTUITIF

Dans les gaz, sous les conditions normales de température et de pression (273K et environ 10^5 Pa), une mole (Nombre d'Avogadro : $N_A=6.02.10^{23}$) de gaz occupe un volume de $22,4.10^{-3}m^3$ (22.4 L) Dans $1\mu m^3$ il y a alors environ $2.7.10^7$ molécules du gaz considéré.



Les fluides non-miscibles

Ce résultat montre que, même à cette échelle, les effets de la structure discontinue de la matière peuvent être lissés par un effet de grand nombre. **Il n'y a pas de vide.**

III. CARACTERISTIQUES ET PROPRIETES DES FLUIDES

Un fluide est un milieu matériel continu, déformable, qui peut s'écouler.

1. La masse volumique (pas uniquement pour les fluides)

1.1. Définition

Soit une particule fluide contrée sur le point P, de masse dm (répartie sur tout le volume) et de volume $d\mathcal{V}$, alors la masse volumique est définie par le rapport :

$$\rho = \frac{dm}{d\mathcal{V}}$$

1.2. Exemples

Fluides	Huile d'olive	Eau	Glycérine	Hydrogène	Air sec	Dioxyde de Carbone
ρ (kg.m ⁻³)	918	998	1260	0,085	1,2	1,85

A 20°C et 101325 Pa.

2. Effets de la température

La masse volumique est modifiée car les corps se dilatent (et que la masse ne varie pas) lors de variations de température. Mis à part pour l'eau entre 0°C et 4°C, quand la température augmente, la masse volumique d'un fluide diminue.

3. Densité

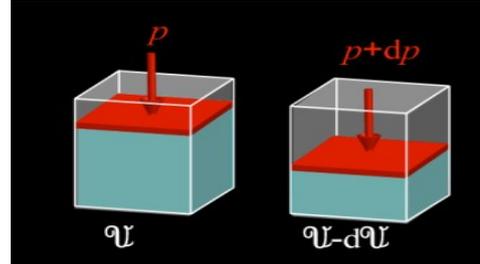
La densité d'un corps, notée d , est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps de référence : pour les liquides et les solides, c'est l'eau pure à 4°C et pour les gaz, c'est l'air, à la même température et sous la même pression.

$$d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{ref}}}$$

La densité est une valeur sans dimension.

4. Première distinction entre les fluides

Si la masse volumique d'un fluide est constante alors il est dit incompressible. A l'inverse, si celle-ci varie, le fluide est compressible. Cela se traduit par une diminution de volume consécutive à une augmentation de pression.



Les liquides peuvent être considérés comme incompressibles tout comme les gaz avec un certain type d'écoulement ($<0.2M$). Les autres gaz sont compressibles.

IV. LA VISCOSITE

C'est la résistance à l'écoulement de la matière. Lorsqu'elle augmente, la capacité de s'écouler diminue (ex : le miel).

Les fluides peuvent être classés selon leur viscosité en deux grandes familles:

A. Les fluides non newtoniens : ont la particularité d'avoir leur viscosité qui varie en fonction de la vitesse et des contraintes qu'ils subissent lorsque ceux-ci s'écoulent ex : (le sang, les gels, les boues, les pâtes, les suspensions, les émulsions...)

B. Les fluides newtoniens : Les fluides "newtoniens" ont une viscosité constante ou qui ne peut varier qu'en fonction de la température (comme l'eau, l'air et la plupart des gaz. Ils sont classés comme suit.

1. Fluides parfaits et réels

1.1. Fluide parfait

Il n'a pas de viscosité. Il s'écoule sans mouvement interne (donc sans perte d'énergie mécanique ou perte de charge). C'est un modèle idéal qui permet une étude simplifiée du phénomène d'écoulement (il n'existe pas dans la nature).

1.2. Fluide réel

Dans un fluide réel en écoulement, il existe des forces de frottements internes entre les différentes couches de fluide (ou au niveau des parois de canalisations) opposées au sens de déplacement de l'écoulement. Les frottements entraînent la production de chaleur correspondant à une perte d'énergie pour le fluide. Ce qui se traduit par le phénomène de viscosité qui est à l'origine de la perte d'énergie mécanique (non conservation de l'énergie mécanique) d'un fluide en mouvement.

Les fluides non-miscibles

1.3. Fluide incompressible Un fluide est dit incompressible lorsque le volume occupé par une masse donnée ne varie pas en fonction de la pression extérieure. Les liquides peuvent être considérés comme des fluides incompressibles (eau, huile, etc.)

1.4. Fluide compressible : Un fluide est dit compressible lorsque le volume occupé par une masse donnée varie en fonction de la pression extérieure. Les gaz sont des fluides compressibles. Par exemple, l'air, l'hydrogène, le méthane à l'état gazeux, sont considérés comme des fluides compressibles.

V. La miscibilité

La **miscibilité** sert à désigner habituellement la capacité de divers liquides à se mélanger. Si le mélange obtenu est homogène, les liquides sont qualifiés de **miscibles**.

Inversement,

1. Les liquides sont dits non-miscibles : s'ils ne peuvent pas se mélanger et forment un mélange hétérogène : on observe alors plusieurs phases. Le liquide de densité plus faible sera alors positionné au-dessus de l'autre.

C'est le cas par exemple de l'eau et de l'huile

Deux situations simples peuvent se présenter dans le cas des mélanges immiscibles: soit les deux liquides de départ ont une **masse volumique** proche (aucun n'est plus lourd que l'autre), et la solution résultante laissera apparaître une **émulsion** de gouttelettes d'un liquide et de gouttelettes de l'autre liquide qui ne se mélangent pas, soit les deux liquides ont une **masse volumique suffisamment différente** pour que leur solution résultante apparaisse comme un liquide (le moins dense) surnageant au-dessus de l'autre (le plus dense).

L'exemple typique du **mélange immiscible** est le mélange d'eau et d'huile, lorsqu'on prépare une sauce à salade. L'eau et l'huile ne se mélangent pas et forment deux phases distinctes. Comme l'huile a une masse volumique plus faible (environ 900 grammes par litre) que l'eau (1000 grammes par litre), l'huile surnagera au-dessus de l'eau.

Exemple : Si les deux liquides immiscibles sont colorés en rouge, respectivement en bleu, comme précédemment, la solution résultante, hétérogène, apparaîtra soit comme des gouttelettes bleues et des gouttelettes rouges ne se mélangeant pas (dans le cas où ces deux liquides ont une masse volumique proche), soit sous forme d'un liquide rouge au-dessus ou au-dessous d'un liquide bleu (selon la masse volumique des deux liquides, lorsque leur masse volumique est différente).

Les solides peuvent aussi être des mélanges miscibles ou immiscibles. Par exemple, si on fait fondre du cuivre et du zinc (changement d'état), ces deux métaux vont se mélanger et former un alliage, appelé le laiton) contenant du zinc et du cuivre; ce mélange miscible, de couleur or, ne permet plus de distinguer le cuivre initial (couleur cuivrée) du zinc initial (couleur argentée).

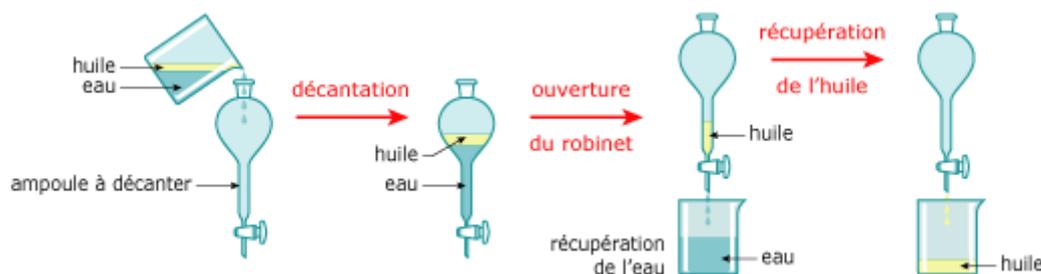
2. Séparation des liquides non miscibles d'un mélange

On utilise un récipient appelé ampoule à décanter.

• Méthode

- Vérifier que le robinet de l'ampoule est fermé.
- Verser le mélange dans l'ampoule à décanter.
- Laisser reposer le mélange (décantation) jusqu'à ce que l'un des liquides surnage entièrement.
- Placer un récipient sous le robinet de l'ampoule à décanter afin de récupérer le premier liquide qui s'écoule.
- Lorsque la surface de séparation des liquides est proche du robinet, ralentir le débit de ce dernier (goutte à goutte) jusqu'à l'écoulement total du premier liquide.
- Placer un autre récipient pour récupérer le second liquide.

• Exemple : séparation de l'eau et de l'huile



L'essentiel

Pour réaliser un **test de miscibilité**, on mélange deux liquides et l'on détermine si le mélange obtenu est homogène ou hétérogène.

Un liquide est **miscible** à l'eau s'il forme avec elle un **mélange homogène**. L'alcool et l'eau sont miscibles

Un liquide est **non miscible à l'eau** s'il forme avec elle un **mélange hétérogène**. L'huile et l'eau sont non miscibles.

Si on agite fortement un mélange hétérogène, on obtient une **émulsion**.

Les émulsions sont donc des mélanges hétérogènes dans lesquels un liquide est dispersé sous forme de gouttelettes dans un autre liquide avec lequel il est non miscible.

Une **ampoule à décanter** permet de séparer deux liquides non miscibles.