

La matière

La matière est tout ce qui possède une masse et occupe un espace. Tous les objets, l'air, l'eau, l'huile... sont de la matière, ce sont des corps. Ces corps peuvent exister sous différents aspects appelés états physiques : ils peuvent être solides, liquides, gazeux suivant la plus ou moins grande cohésion des molécules qui les constituent.

I- Les états de la matière

A) Du point de vue macroscopique

1) Les états solide, liquide et gazeux

⇒ Les solides

Ils ont une forme qui peut changer quand on exerce une pression sur eux. Les solides ont une **forme propre** car, si l'on exerce aucune action sur eux, ils conservent la même forme.

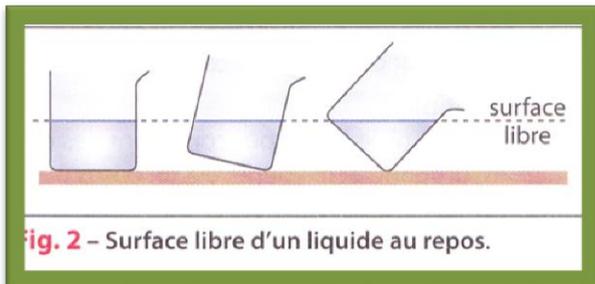


Fig. 2 - Surface libre d'un liquide au repos.

volume qui leur est offert.

2) Les mousses et les gels

Ils ne sont **ni des solides, ni des liquides ni des gaz**. Les mousses sont constituées d'un liquide qui emprisonne des bulles d'air. Les gels, quant à eux, sont formés d'un solide qui emprisonne un liquide.

Ex : La mousse à raser est une mousse et le dentifrice est un gel.

B) Du point de vue moléculaire et atomique

1) Les constituants de la matière

⇒ La **matière** est constituée d'un ensemble de molécules qui sont elles-mêmes formées d'atomes.

⇒ L'**atome** est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons. Les électrons ayant une charge électrique négative et le **noyau une charge positive** (identique à celle des électrons en terme de valeur), **l'atome a une charge nulle**.

2) Les corps purs et mélanges

⇒ **Les corps purs** : un seul type de constituant.

Un corps est dit pur lorsqu'il est constitué d'une seule sorte de molécules.

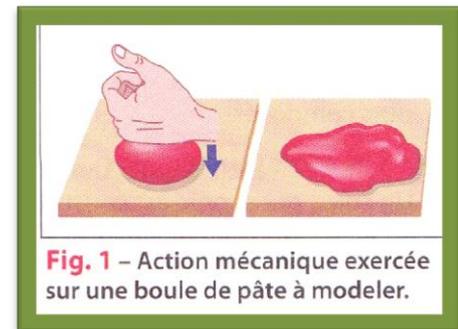


Fig. 1 - Action mécanique exercée sur une boule de pâte à modeler.

⇒ Les liquides

Ils **n'ont pas de forme propre**, ils prennent toujours la forme du récipient dans lequel ils se trouvent. Leur surface libre au repos est plane et horizontale.

⇒ Les gaz

Les gaz **n'ont pas de forme propre**. Ils occupent tout le

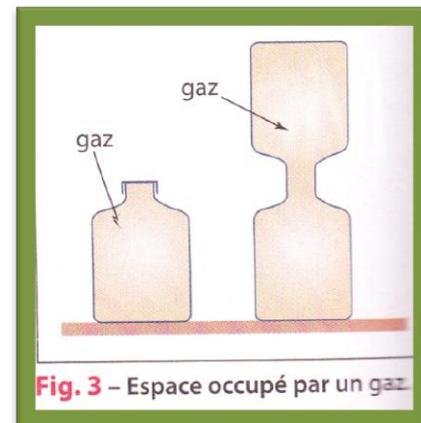


Fig. 3 - Espace occupé par un gaz.

Ex : l'eau distillée (ou déminéralisée) est un corps pur car elle est constituée uniquement de molécules d'eau (H_2O). En revanche, l'eau du robinet n'est pas un corps pur car elle est constituée de molécules d'eau et de minéraux.

Parmi les corps pur, une distinction est faite entre les corps purs simples et les corps purs composés.

- ✓ **Les corps purs simples** : un corps pur simple est **constitué de molécules formées d'atomes identiques**.

Ex : Le dioxygène (O_2) formé de deux atomes d'oxygène et le diazote (N_2) formé de deux atomes d'azote sont des corps purs simples.

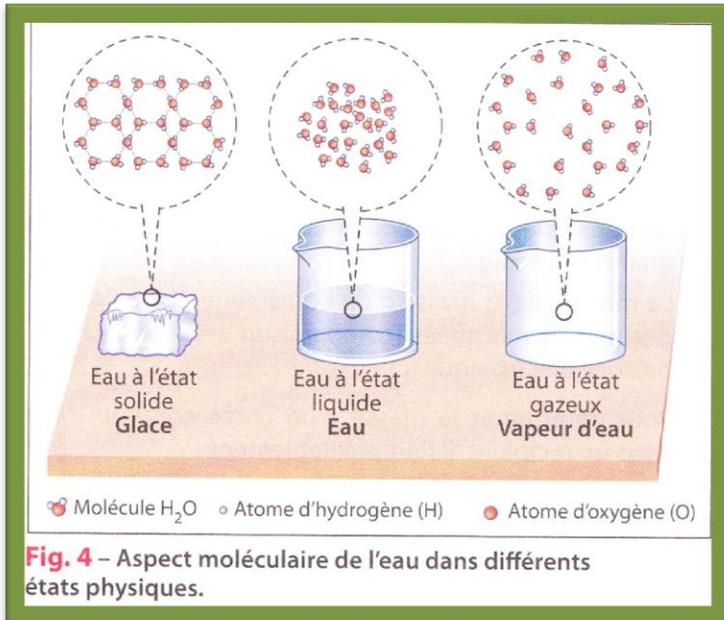
- ✓ **Les corps purs composés** : un corps pur composé est **constitué de molécules formées d'atomes différents**.

Ex : L'eau distillée, corps pur contenant des molécules composées de deux types d'atomes (hydrogène et oxygène) est un corps pur composé.

⇒ **Les mélanges** : des constituants variés

Lorsqu'un corps est **constitué de molécules différentes**, il s'agit d'un mélange.

Ex : L'eau salée est un mélange car elle est composée à la fois de molécules d'eau (H_2O) et de chlorure de sodium ($NaCl$). C'est également le cas de l'air qui est constitué de molécules de diazote (N_2), de dioxygène (O_2), d'Argon (Ar) et de dioxygène de carbone (CO_2).



3) Les trois états du point de vue moléculaire

Suivant l'état dans lequel se trouve un corps (solide, liquide ou gaz), deux critères de différenciation apparaissent :

- La **position des molécules**, les unes par rapport aux autres ;
- La **cohésion des molécules**, c'est-à-dire l'existence de liaisons plus ou moins fortes entre les molécules.

⇒ **Les solides** : état compact et ordonné

L'état compact et ordonné d'un solide est dû à la proximité des molécules, à l'existence de liaisons intermoléculaires fortes et à une position bien déterminée et à une position bien déterminée des molécules les unes par rapport aux autres.

⇒ **Les liquides** : état compact et désordonné

L'état compact et désordonné d'un liquide est essentiellement dû à la proximité des molécules les unes par rapport aux autres et à leur position de plus en plus aléatoire. En revanche, les molécules sont peu liées et les liaisons intermoléculaires sont faibles.

⇒ **Les gaz** : état dispersé et désordonné

L'état dispersé et désordonné des gaz se justifie par des molécules de plus en plus espacées les unes des autres et non liées les unes aux autres, des liaisons intermoléculaires très faibles voir nulles et une grande agitation des molécules.

Le **modèle atomique** conduit donc à séparer la matière en deux classes, la première à structure ordonnée (les solides) et la seconde à structure désordonnée (les fluides).

C) Quatre grandeurs caractéristiques de la matière et de ses états

1) *Le volume et la masse*

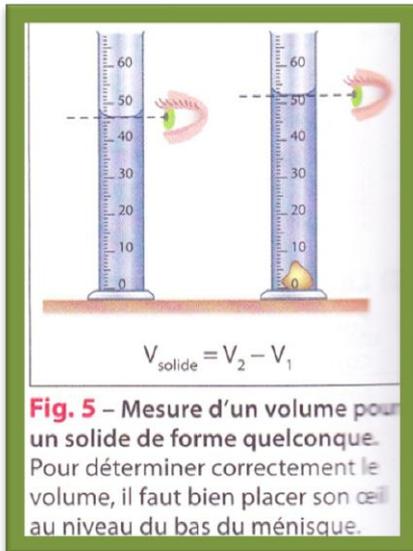
Le **volume** et la **masse** sont **deux grandeurs caractéristiques d'un corps**. La place prise par chaque corps, c'est-à-dire l'espace occupé, est déterminée par une mesure du volume alors que la lourdeur ou la légèreté d'un corps est déterminée par sa masse.

⇒ Le volume **détermine la place occupée par un corps**.

Symbole de la grandeur : V.

Unité : le mètre cube de symbole m^3 (Système métrique international), mais aussi le litre (l ou L).

Appareil de mesure : récipient gradué.



La mesure d'un volume d'un solide dépend de la forme du solide. S'il possède une forme géométrique connue, on peut directement utiliser les formules mathématiques pour déterminer son volume. En revanche, si le solide possède une forme quelconque, on utilise des récipients gradués (éprouvette contenant un liquide).

Le volume du solide correspond alors au volume du liquide contenant le solide (V_2) diminué du volume du liquide seul (V_1).

⇒ La masse d'un corps, qu'il soit solide ou gazeux, **mesure sa quantité de matière**.

Symbole de la grandeur : m.

Unité : le kilogramme de symbole kg (Système métrique international).

Appareil de mesure : balance.

2) *La pression et la température*

⇒ La **pression**, notée p, correspond **au rapport d'une force (F) sur l'aire de la surface (S)** sur laquelle elle s'applique.

Symbole de la grandeur : p.

Unité : le pascal de symbole Pa (Système métrique international).

Appareil de mesure : nanomètre, baromètre...

D'autres unités sont couramment employées :

- ✓ Le bar (bar): 1 bar = 10^5 Pa.
- ✓ L'atmosphère (atm), 1 atm = 101 325 Pa.
- ✓ Le millimètre de mercure (mm Hg), 1 mm Hg = 133 Pa.

La **pression atmosphérique** est la **pression de l'air en un point quelconque de l'atmosphère terrestre** (couche gazeuse entourant la Terre). C'est donc la **force exercée par l'air sur l'atmosphère terrestre**.

Pour la mesurer, on utilise le baromètre et sa valeur s'exprime en hectopascals (hPa) : 1 hPa = 100 Pa. Cette pression est de 1013,25 hPa à 0 mètre d'altitude et elle diminue quand on s'élève dans l'atmosphère.

Exemples

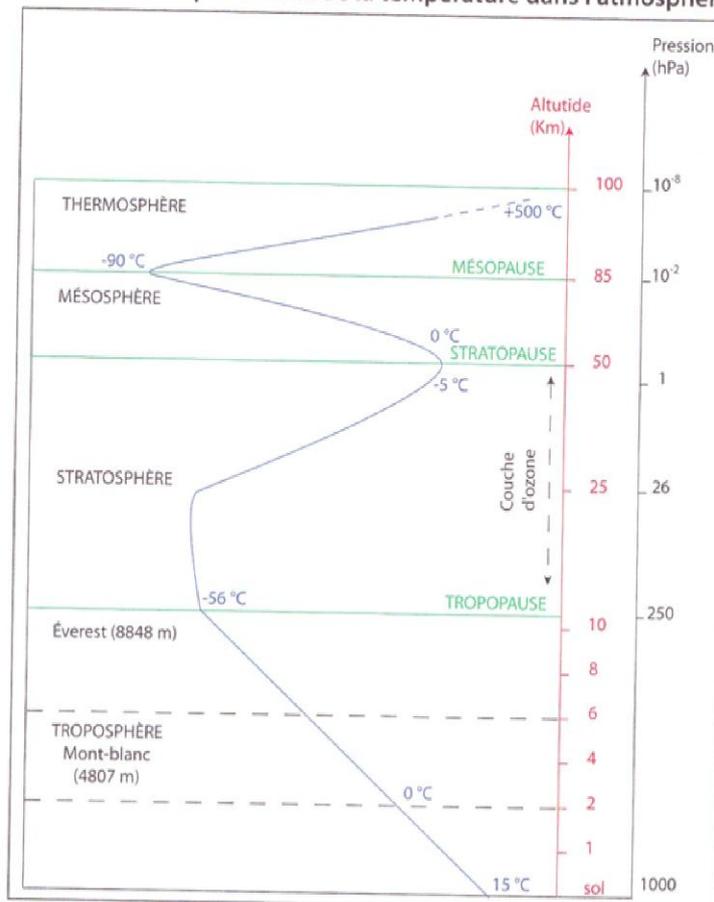
Au niveau de la mer, la pression atmosphérique est de 1013,5 hPa; au niveau du Mont Blanc de 555 hPa et au sommet de l'Everest de 300 hPa.

Zoom sur l'atmosphère

L'atmosphère est l'enveloppe essentiellement gazeuse qui entoure le globe terrestre. Elle est composée de plusieurs régions :

- la **troposphère**, qui se situe à une altitude de 16 km : dans cette région, la température décroît. Les neuf dixième de la masse atmosphérique se situent dans cette région ;
- la **stratosphère**, qui se situe de 16 à 50 km d'altitude : dans cette région, la température reste stable (- 56 °C) sur environ 30 km, puis augmente progressivement jusqu'à 0 °C en raison de l'absorption du rayonnement solaire par l'ozone ;
- la **mésosphère**, qui s'étend de 50 à 85 km d'altitude : dans cette région, la température diminue progressivement de 0°C à - 90 °C.
- la **thermosphère**, qui s'étend de 85 à 500 km d'altitude : dans cette région, la température croît constamment pour atteindre 500 °C à environ 200 km d'altitude.

Évolution de la pression et de la température dans l'atmosphère



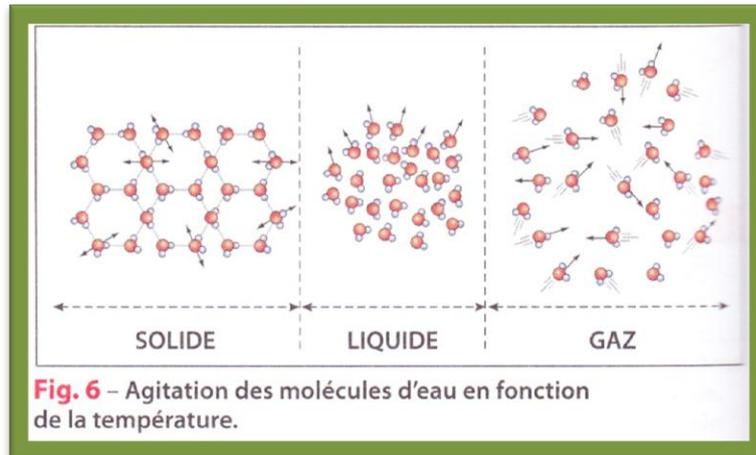
La pression atmosphérique diminue en altitude. En météorologie, la pression atmosphérique permet d'expliquer les phénomènes d'anticyclone et de dépression. Lorsque la pression atmosphérique est supérieure à 1013 hPa (pression atmosphérique normale), c'est une zone de haute pression appelée anticyclone et si la pression atmosphérique diminue, c'est une zone de basse pression appelée dépression.

⇒ La **température** correspond **au degré d'agitation des molécules**. Plus la température est élevée, plus les molécules sont agitées et plus elles se dispersent, augmentant le désordre moléculaire. La température ambiante est la température de l'environnement.

Symbole de la grandeur : T.

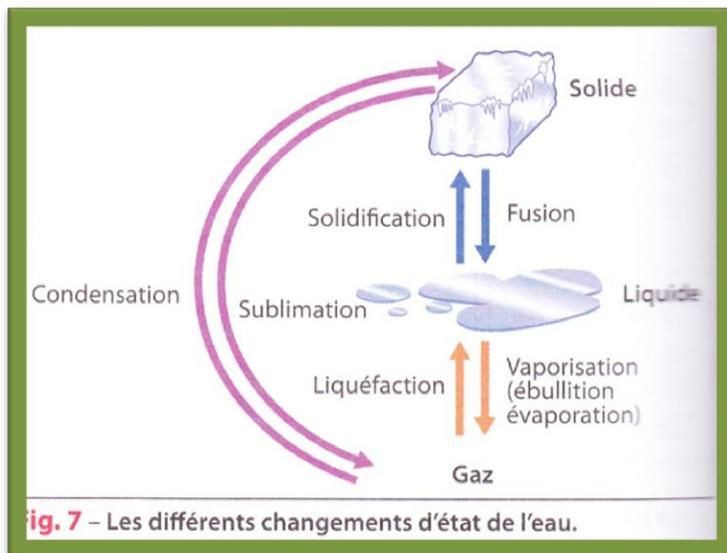
Unité : le kelvin de symbole K (Système métrique international). Echelles plus anciennes : échelles Celsius et Fahrenheit.

Appareil de mesure : thermomètre



II- Les changements d'état de la matière

A) Les différents changements d'état



Un corps peut passer d'un état à un autre suivant un processus que l'on nomme **changement d'état**.

Les changements d'état peuvent s'effectuer en influant sur la température ou sur la pression, voire sur les deux.

Exemples :

⇒ la **solidification**, opération au cours de laquelle un liquide passe à l'état solide, peut se faire par refroidissement, par augmentation de la pression, ou bien par une combinaison des deux.

⇒ La **vaporisation** consiste à passer de l'état liquide à l'état gazeux, peut s'effectuer de manière rapide avec formation de bulles ou alors de

manière lente sans formation de bulles.

DEUX PHENOMENES QUI SONT APPELES EBULLITION ET EVAPORATION.

L'évaporation dépend de plusieurs paramètres dont :

- La surface de contact liquide-air ;
- La température ;
- Le mouvement de l'air (le vent) ;
- Le taux d'humidité de l'air.

Exemple

À la pression de 10^5 Pa et pour des températures inférieures à $0\text{ }^\circ\text{C}$ ($273,15\text{ K}$), l'eau se trouve à l'état solide. À une pression de 611 Pa et à une température de $0,01\text{ }^\circ\text{C}$ ($273,16\text{ K}$), point T, l'eau existe sous ses trois états. Pour un couple (pression, température) se trouvant sur les portions de courbes (AT), (BT) et (CT) représentées sur les diagrammes, il y a coexistence de deux états. Ainsi tout le long de la courbe (TC), l'eau existe à la fois à l'état liquide et à l'état gazeux. Si, à la pression de $101\,325\text{ Pa}$, la fusion de l'eau s'effectue à $0\text{ }^\circ\text{C}$, celle-ci se produit à des températures inférieures à $0\text{ }^\circ\text{C}$ pour des valeurs de pression supérieures à $101\,325\text{ Pa}$. De même, en dessous de $101\,325\text{ Pa}$, la température de vaporisation de l'eau est inférieure à $100\text{ }^\circ\text{C}$.

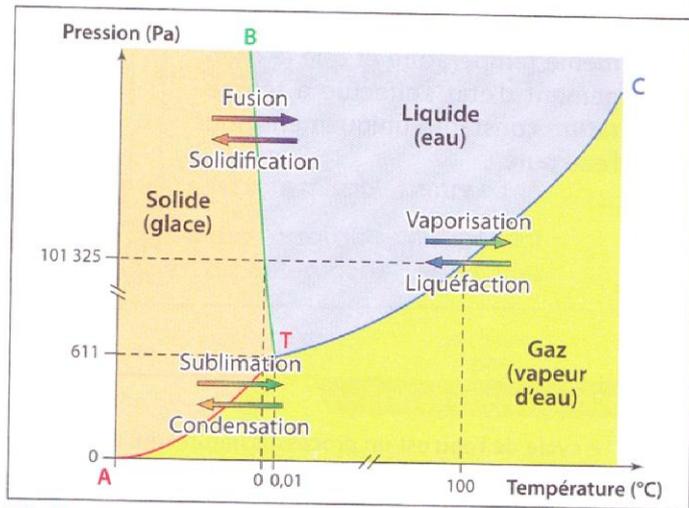


Fig. 8 – Diagramme des phases de l'eau.

En règle générale, tous les corps purs (simples ou composés) peuvent prendre les trois états selon les conditions de pression et de température.

B) Les caractéristiques des changements d'état

Lors d'un changement d'état d'un corps, il y a conservation de la masse mais pas du volume. Durant ce changement d'état, les molécules sont conservées ; seul leur agencement les uns par rapport aux autres est modifié.

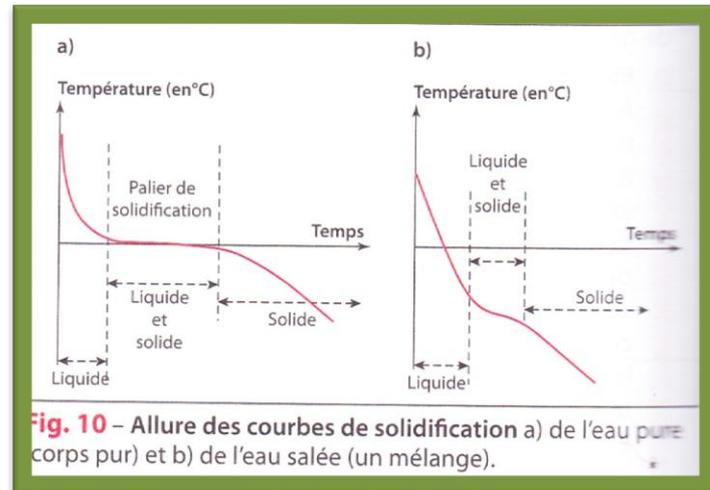


Fig. 10 – Allure des courbes de solidification a) de l'eau pure (corps pur) et b) de l'eau salée (un mélange).

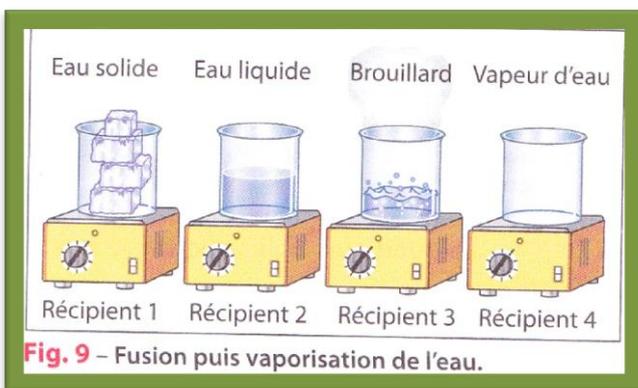
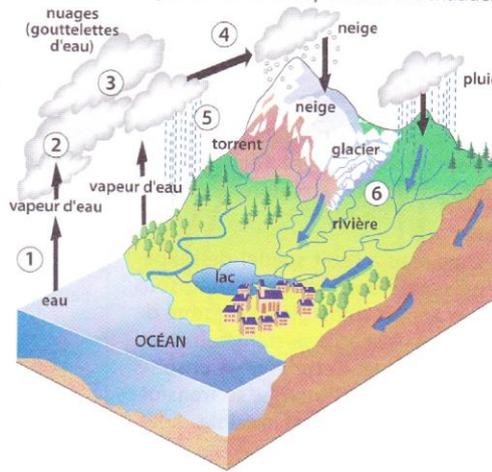


Fig. 9 – Fusion puis vaporisation de l'eau.

Zoom sur le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est un processus naturel qui se déroule en plusieurs étapes :

- Étape ① – Évaporation de l'eau des océans, des lacs, des rivières...
- Étapes ② et ③ – La vapeur d'eau formée suite au phénomène d'évaporation est chaude. Quand elle monte dans l'atmosphère, elle se refroidit et se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- Étapes ④ et ⑤ – Lors de leur déplacement, les nuages vont se charger de plus en plus en eau. Lorsque le nuage est saturé en eau, l'eau retombe sous la forme de pluie, de neige ou de grêle.
- Étape ⑥ – Cette eau qui est retombée sur le sol est soit absorbée par les végétaux et le sol, soit ruisselle vers les rivières, les fleuves, les océans.



III- Les mélanges et solutions

Si après agitation, les corps ne peuvent pas être distingués les uns des autres, le **mélange est homogène**, c'est une solution.

Si après agitation, les corps mis en présence peut-être distingués les uns des autres, le **mélange est hétérogène**.

A) Les mélanges liquide-liquide

1) La miscibilité

Quand les liquides mis en présence se mélangent, c'est-à-dire quand ils ne se distinguent plus les uns des autres, il y a une seule phase, le mélange est dit homogène. Les liquides **sont alors miscibles entre eux**.

Exemple : L'eau et le vinaigre, l'eau et la menthe, l'huile et le white spirit sont miscibles entre eux.

Quand les liquides ne se mélangent pas entre eux, c'est-à-dire lorsqu'ils se distinguent les uns des autres, il y a plusieurs phases, le mélange est dit hétérogène. Les liquides **sont dits non miscibles entre eux**.

Exemple : L'eau et l'huile ou bien encore l'huile et le vinaigre ne sont pas miscibles entre eux. Dans ce cas, on observe très souvent avant la séparation des deux liquides une émulsion, c'est-à-dire des gouttelettes d'un liquide dans un autre liquide.

2) La densité

Lorsque deux liquides ne se mélangent pas entre eux, l'un se positionne au-dessus de l'autre. Ceci s'explique par la différence de densité.

⇒ **La masse volumique**

La masse volumique notée ρ d'un corps homogène, c'est-à-dire identique en tout point, est égale au quotient de sa masse m par son volume V .

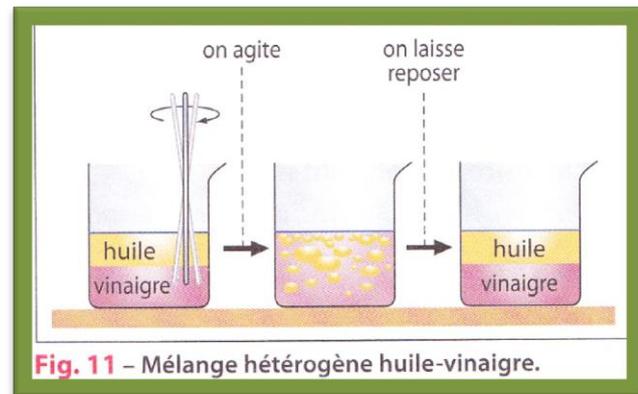


Fig. 11 – Mélange hétérogène huile-vinaigre.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Son unité dans le Système métrique internationale est le kilogramme par mètre cube de symbole kg/m^3 .

La masse volumique est une **constante physique des corps purs** ; alors que pour les mélanges, il s'agit d'un ordre de grandeur. Elle peut varier avec la température. Ainsi la masse volumique de l'eau à 0°C est de $999,87 \text{ kg/m}^3$; à 20°C , elle est de $1001,80 \text{ kg/m}^3$.

⇒ La densité

La densité notée « d » d'un liquide ou d'un solide est égale au quotient de la masse volumique du liquide ou du solide par la masse volumique de l'eau prise dans les mêmes conditions de température et de pression.

$$d = \frac{\rho_{\text{solide ou liquide}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

La densité n'a pas d'unité.

Pour les mélanges hétérogènes, le liquide de masse volumique ou de densité la plus faible se positionne au-dessus.

B) Les mélanges liquide-solide

1) La dissolution

Un solide mis dans un liquide donne après agitation soit une seule phase, soit deux phases.

⇒ Lorsque le solide ne se distingue plus du liquide, il y a **une seule phase**. Le mélange est **homogène**, c'est une **solution**. Le solide s'est dissous dans le liquide. Dans ce cas, le solide est appelé soluté et le liquide solvant. Si le liquide est l'eau, la solution est dite aqueuse.

Ex : Le sel qui se dissout dans l'eau permet, après mélange, d'obtenir une solution aqueuse saline.

⇒ Lorsqu'il y a une **phase solide et une phase liquide**, le mélange **est hétérogène**. Le solide ne s'est pas dissous dans le liquide.

Ex : le sable ne se dissout pas dans l'eau.

Ce n'est pas parce qu'un solide se dissout dans un liquide qu'il va se dissoudre dans un liquide différent.

Ex : le sel se dissout bien dans l'eau, il ne se dissout pas dans l'huile.

2) La limite de solubilité

Dans le cas des solutions donc des mélanges homogènes, il existe une quantité limitée à partir de laquelle le solide ne peut plus se dissoudre dans le liquide, c'est la limite de solubilité. La solution est alors une solution saturée.

Ex : la limite de solubilité du sucre dans l'eau est de 2000 g/L à 20°C . Cela signifie qu'à 20°C , on peut dissoudre jusqu'à 2000 g de sucre dans un litre d'eau.

Cette limite de solubilité peut être repoussée en chauffant la solution. Ainsi, à 80°C , la limite de solubilité du sucre est repoussée à 4000 g/L .

C) Les autres mélanges

⇒ Les mélanges solide-solide

Les solides **ne se mélangent pas entre eux**, ils peuvent toujours être distingués les uns des autres. Ceci s'explique par le fait que, dans les solides, les molécules sont fortement liées.

⇒ Les mélanges gaz-gaz

Les gaz **se mélangent toujours entre eux** dans la mesure où leurs molécules ne sont pas liées.

Ex : L'air sec est un mélange de 78% de diazote (N_2), 21% de dioxygène (O_2) et de 1% d'autres gaz (dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), ozone (O_3)...).

D) Les techniques de séparation

Elles sont des procédés physiques qui permettent de séparer certains constituants d'un mélange sans détériorer leur nature chimique, c'est-à-dire leurs molécules.

Les principales techniques :

- La **décantation** : elle consiste à **laisser reposer un mélange hétérogène liquide-liquide ou liquide-solide de façon à séparer les deux phases**. Dans le cadre d'un mélange liquide-liquide, c'est une ampoule à décanter qui est utilisée.
- La **centrifugation** : c'est un type de décantation dans la mesure où **elle permet de séparer, par une rotation rapide, le solide du liquide constitutif d'un mélange hétérogène**.
- La **filtration** : elle **permet de séparer les solides des liquides pour un mélange hétérogène**.
- La **distillation** : elle consiste à **séparer les liquides en présence dans un mélange homogène**. Ce principe repose sur les différences en température de vaporisation des corps en présence. On recueille en premier le liquide dont la température de vaporisation est la plus faible.