

Université d'Oran2  
Institut de Maintenance et de sécurité industrielle (I.M.S.I)  
Département de sécurité industrielle et environnement

جامعة وهران  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
قسم الأمن الصناعي و البيئة



Présenté par :  
***M. KEDDAR***

## Chapitre I- INTRODUCTION : ETUDE DE LA MATIERE

### I- INTRODUCTION

L'industrie chimique ou pétrochimique met en œuvre une multitude de substances et de préparations chimiques plus ou moins dangereuses pour la santé, l'entreprise et l'environnement qu'elle présente sous un caractère.

Dans cette intervention nous avons jugé utile de présenter les risques liés aux produits chimiques dangereux afin de mieux nous informer, de saisir et de maîtriser les dangers causés par l'existence, le stockage, le transport, etc.....de ces produits dans l'industrie chimique ou pétrochimique.

### II- OBJECTIFS DE LA SECURITE

Les objectifs de cet enseignement sont les suivants :

- \*/ Mettre en œuvre une méthode d'analyse des risques liés " à priori " à une manipulation ou à une activité ;

- \*/ Inventaire correct des produits utilisés (produits chimiques et biologiques).

- \*/Description des différentes catégories de risques encourus: risques chimiques, risques électriques, risques liés à l'utilisation de machines et d'appareils, risques biologiques.

- \*/ Mettre en œuvre une méthode d'analyse " à posteriori " des risques:

- / Analyser les incidents survenus dans les manipulations.

- / Répertorier les textes réglementaires, les normes, les recommandations, les bonnes pratiques de Laboratoire, les règlements intérieurs qui s'appliquent à une manipulation.

- \*/ Prévoir les mesures de sécurité conformes au diagnostic réalisé pour la manipulation envisagée.

- \*/ Prendre les mesures de sauvegarde adaptées en cas de dysfonctionnement et de danger; par: arrêt immédiat des appareils et des installations, neutralisation ou évacuation des produits.

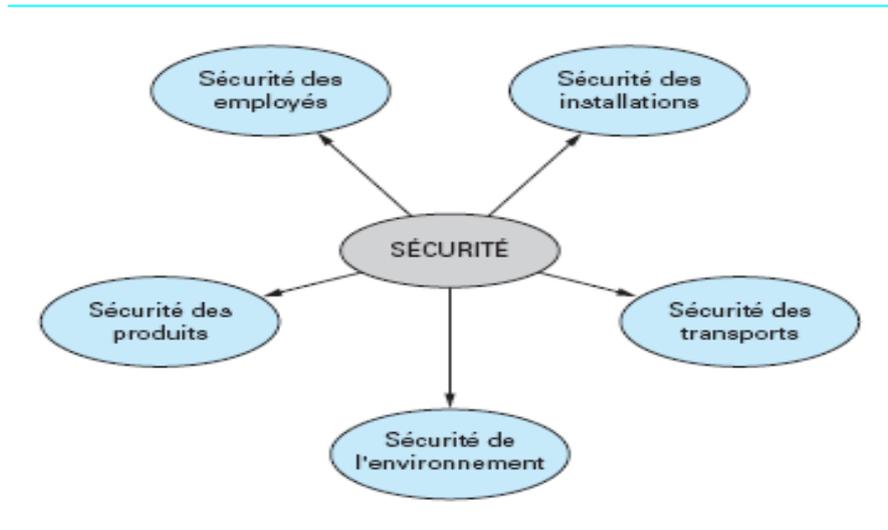
- \*/ Savoir se protéger de l'accident et transmettre l'alerte aux services de sauvetage- secours et de soins adaptés.

- \*/ Savoir intervenir en cas de brûlure par flamme ou de projections de produits corrosifs (Laver immédiatement d'une grande quantité d'eau. Si le corps est touché à plusieurs endroits, utiliser la douche d'urgence.

- \*/ Si les yeux sont affectés, les laver pendant au moins 15 minutes en tenant les paupières ouvertes; par la suite Voir un médecin aussitôt).

- \*/ Estimer les conséquences possibles sur l'environnement.

### III- DIVERS ASPECTS DE LA SÉCURITÉ



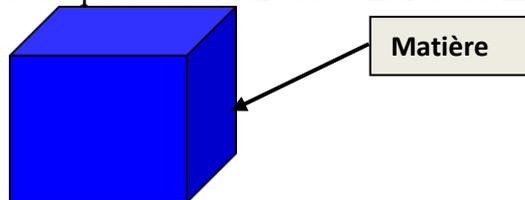
La sécurité n'est pas innée. Elle dépend de chacun et se prépare au quotidien. Certaines normes et obligations sont imposées par des réglementations strictes sur les lieux de travail mais ces règles ne sont pas permanentes.

### IV-QUELQUES NOTIONS SUR LA MATIERE -LES PRODUITS CHIMIQUES

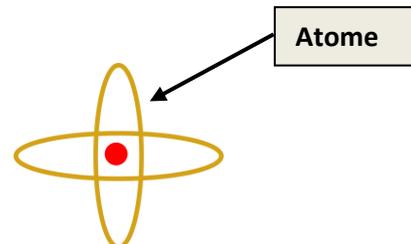
#### IV.1-GENERALITES ET DEFINITIONS

##### IV.1.A- LA MATIERE

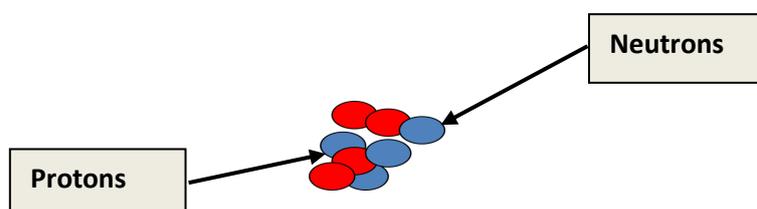
→ Tout ce qui nous entoure est constitué de matière



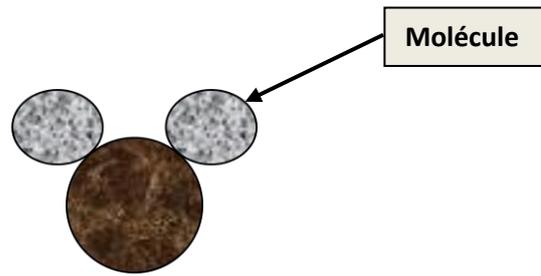
→ Quand la matière n'est plus divisible, on arrive alors à un élément constituant la matière : l'atome



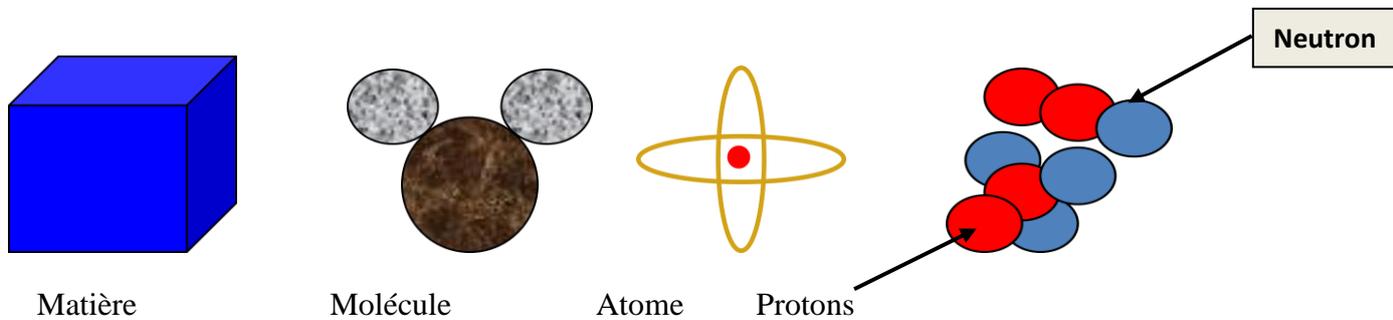
→ L'atome est formé lui-même par l'assemblage d'un certain nombre de neutrons et de protons.



→ Un ensemble d'atomes "associés" appelé molécule.



→ La matière n'est autre qu'un ensemble de molécules composées d'atomes constitués d'un ensemble de protons et de neutrons



**V- SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS - LES PLUS REPANDUS.**

| ELEMENTS          | Symbole        | ELEMENTS              | Symbole   |
|-------------------|----------------|-----------------------|-----------|
| Aluminium         | <b>Al</b>      | Magnesium             | <b>Mg</b> |
| Argent            | <b>Ag</b>      | Mercure (hydrargyrum) | <b>Hg</b> |
| Argon             | <b>Ar ou A</b> | Nickel                | <b>Ni</b> |
| Azote (nitrogène) | <b>N</b>       | Or (aurum)            | <b>Au</b> |
| Baryum            | <b>Ba</b>      | Oxygène               | <b>O</b>  |
| Brome             | <b>Br</b>      | Phosphore             | <b>P</b>  |
| Calcium           | <b>Ca</b>      | Platine               | <b>Pt</b> |
| Carbone           | <b>C</b>       | Plomb                 | <b>Pb</b> |
| Chlore            | <b>Cl</b>      | Potassium (kalium)    | <b>K</b>  |
| Cuivre            | <b>Cu</b>      | Silicium              | <b>Si</b> |
| Étain (stannum)   | <b>Sn</b>      | Sodium (natrium)      | <b>Na</b> |
| Fer               | <b>Fe</b>      | Soufre                | <b>S</b>  |
| Fluor             | <b>F</b>       | Tungstène (wolfram)   | <b>W</b>  |
| Hélium            | <b>He</b>      | Zinc                  | <b>Zn</b> |
| Hydrogène         | <b>H</b>       |                       |           |

**VI- CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS**

| I                     | II                     | III                    | IV                     | V                     | VI                  | VII                 | VIII                 |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Hydrogène<br><b>H</b> |                        |                        |                        |                       |                     |                     | Hélium<br><b>He</b>  |
| Lithium<br><b>Li</b>  | Béryllium<br><b>Be</b> | Bore<br><b>B</b>       | Carbone<br><b>C</b>    | Azote<br><b>N</b>     | Oxygène<br><b>O</b> | Fluor<br><b>F</b>   | Néon<br><b>Ne</b>    |
| Sodium<br><b>Na</b>   | Magnésium<br><b>Mg</b> | Aluminium<br><b>Al</b> | Silicium<br><b>Si</b>  | Phosphore<br><b>P</b> | Soufre<br><b>S</b>  | Chlore<br><b>Cl</b> | Argon<br><b>A</b>    |
| Potassium<br><b>K</b> | Calcium<br><b>Ca</b>   |                        | Germanium<br><b>Ge</b> | Arsenic<br><b>As</b>  |                     | Brome<br><b>Br</b>  | Krypton<br><b>Kr</b> |
|                       |                        |                        |                        |                       |                     | Iode<br><b>I</b>    | Xénon<br><b>Xe</b>   |

**VII- TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS**

| Grp<br>Pd | I<br>A  | II<br>A | III<br>A | IV<br>A | V<br>A | VI<br>A | VII<br>A | VIII |    |    | I<br>B | II<br>B | III<br>B | IV<br>B | V<br>B | VI<br>B   | VII<br>B | 0        |
|-----------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|------|----|----|--------|---------|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|
| 1         | H<br>01 |         |          |         |        |         |          |      |    |    |        |         |          |         |        |           |          | He<br>02 |
| 2         | Li      | Be      |          |         |        |         |          |      |    |    |        | B       | C        | N       | O      | F         |          | Ne       |
| 3         | Na      | Mg      |          |         |        |         |          |      |    |    |        | Al      | Si       | P       | S      | Cl        |          | Ar       |
| 4         | K       | Ca      | Sc       | Ti      | V      | Mo      | Mn       | Fe   | Co | Ni | Cu     | Zn      | Ga       | Ge      | As     | Se        | Br       | Kr       |
| 5         | Rb      | Sr      | Y        | Zr      | Nb     | W       | Tc       | Ru   | Rh | Pd | Ag     | Cd      | Ir       | Sb      | Te     | I         |          | Xe       |
| 6         | Cs      | Ba      | La<br>57 | Hf      | Ta     | Pr      | Re       | Os   | Ir | Pt | Au     | Hg      | Tl       | Pb      | Bi     | Po        | At       | Rn<br>86 |
| 7         | Fr      | Ra      | Ac<br>89 |         |        |         |          |      |    |    |        |         |          |         |        |           |          |          |
|           |         |         | Ce<br>58 | Pr      | Nd     | Pm      | Sm       | Eu   | Gd | Tb | Dy     | Ho      | Er       | Tm      | Yb     | Lu<br>71  |          |          |
|           |         |         | Tl<br>90 | Pa      | U      | Np      | Pu       | Am   | Cm | Bk | Cf     | Es      | Fm       | Md      | No     | Lr<br>103 |          |          |

## VIII- TABLEAU DES ELEMENTS / SYMBOLES

| Nom de l'élément      | Symbole   | Nom de l'élément | Symbole   | Nom de l'élément | Symbole   |
|-----------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1- Hydrogène          | <b>H</b>  | 36-Krypton       | <b>Kr</b> | 71-Lutécium      | <b>Lu</b> |
| 2- Hélium             | <b>He</b> | 37- Rubidium     | <b>Rb</b> | 72-Hafnium       | <b>Hf</b> |
| 3-Litium              | <b>Li</b> | 38- Strontium    | <b>Sr</b> | 73-Tantale       | <b>Ta</b> |
| 4- Béryllium          | <b>Be</b> | 39- Yttrium      | <b>Y</b>  | 74-Tungstène     | <b>W</b>  |
| 5- Bore               | <b>B</b>  | 40- Zirconium    | <b>Zr</b> | 75-Rhémium       | <b>Re</b> |
| 6- Carbone            | <b>C</b>  | 41- Niobium      | <b>Nb</b> | 76-Osmium        | <b>Os</b> |
| 7- Azote(nitrogène)   | <b>N</b>  | 42- Molybdène    | <b>Mo</b> | 77-Iridium       | <b>Ir</b> |
| 8- Oxygène            | <b>O</b>  | 43-Technétium    | <b>Tc</b> | 78-Platine       | <b>Pt</b> |
| 9- Fluor              | <b>F</b>  | 44-Ruthénium     | <b>Ru</b> | 79-Or            | <b>Au</b> |
| 10- Néon              | <b>Ne</b> | 45-Rhodium       | <b>Rn</b> | 80-Mercure       | <b>Hg</b> |
| 11-Sodium (natrium)   | <b>Na</b> | 46-Palladium     | <b>Pd</b> | 81-Thallium      | <b>Tl</b> |
| 12-Magnesium          | <b>Mg</b> | 47-Argent        | <b>Ag</b> | 82-Plomb         | <b>Pb</b> |
| 13-Aluminium          | <b>Al</b> | 48-Cadmium       | <b>Cd</b> | 83-Bismuth       | <b>Bi</b> |
| 14-Silicium           | <b>Si</b> | 49-Indium        | <b>In</b> | 84-Polonium      | <b>Po</b> |
| 15-Phosphore          | <b>P</b>  | 50-Etain         | <b>Sn</b> | 85-Astate        | <b>At</b> |
| 16- Soufre            | <b>S</b>  | 51-Antimoine     | <b>Sb</b> | 86-Radon         | <b>Rn</b> |
| 17- Chlore            | <b>Cl</b> | 52-Tellure       | <b>Te</b> | 87-Francium      | <b>Fr</b> |
| 18- Argon             | <b>Ar</b> | 53-Iode          | <b>I</b>  | 88-Radium        | <b>Ra</b> |
| 19-Potassium (kalium) | <b>K</b>  | 54-Xénon         | <b>Xe</b> | 89-Actinium      | <b>Ac</b> |
| 20-Calcium            | <b>Ca</b> | 55-Césium        | <b>Cs</b> | 90-Thorium       | <b>Th</b> |
| 21- Scandium          | <b>Sc</b> | 56-Barium        | <b>Ba</b> | 91-Protactinium  | <b>Pa</b> |
| 22- Titane            | <b>Ti</b> | 57-Lanthane      | <b>La</b> | 92-Uranium       | <b>U</b>  |
| 23- Vanadium          | <b>V</b>  | 58-Cérium        | <b>Ce</b> | 93-Neptunium     | <b>Np</b> |
| 24- Chrome            | <b>Cr</b> | 59-Praséodyme    | <b>Pr</b> | 94- Plutonium    | <b>Pu</b> |
| 25- Manganese         | <b>Mn</b> | 60-Néodyme       | <b>Nd</b> | 95-Américium     | <b>Am</b> |
| 26- Fer               | <b>Fe</b> | 61-Prométhium    | <b>Pm</b> | 96-Curium        | <b>Cm</b> |
| 27-Cobalt             | <b>Co</b> | 62-Samarium      | <b>Sm</b> | 97-Berkélium     | <b>Bk</b> |
| 28-Nickel             | <b>Ni</b> | 63-Europium      | <b>Eu</b> | 98- Californium  | <b>Cf</b> |
| 29-Cuivre             | <b>Cu</b> | 64-Gadolinium    | <b>Gd</b> | 99- Einsteinium  | <b>Es</b> |
| 30- Zinc              | <b>Zn</b> | 65-Terbium       | <b>Tb</b> | 100- Fermium     | <b>Fm</b> |
| 31- Gallium           | <b>Ga</b> | 66-Dysprosium    | <b>Dy</b> | 101-Mendelevium  | <b>Md</b> |
| 32-Germanium          | <b>Ge</b> | 67-Holmium       | <b>Ho</b> | 102-Nobélium     | <b>No</b> |
| 33- Arsenic           | <b>As</b> | 68-Erbium        | <b>Er</b> | 103- Lawrencium  | <b>Lr</b> |
| 34- Sélénium          | <b>Se</b> | 69-Thulium       | <b>Tm</b> |                  |           |
| 35- Brome             | <b>Br</b> | 70-Ytterbium     | <b>Yb</b> |                  |           |

- Éléments naturels (de 1 à 92)
- Éléments artificiels (de 93 à 103)
- y compris les éléments 43 et 61

|                                      |         |                                 |                    |
|--------------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------|
| Numéro Atomique                      | 3       | 6,939                           | Masse Atomique (2) |
| Point d'ébullition ( °C )            | 1330    | 1                               | Degrés d'Oxydation |
| Point de Fusion ( °C )               | 108,5   | Li                              | Symbole(3)         |
| Masse Volumique (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,53    | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup> |                    |
| Structure Électronique               | Lithium |                                 | Nom                |

(1): Les valeurs données pour les éléments gazeux correspondent à la densité du liquide au point d'ébullition.

(2): Basé sur le C : les parenthèses ( ) indiquent l'isotope le plus stable ou le plus répandu.

(3): si couleur Noir: solide; si couleur rouge: gaz; si couleur grise: liquide; si couleur éclairée: préparé par synthèse.

|                                      |         |                     |                    |
|--------------------------------------|---------|---------------------|--------------------|
| Numéro Atomique                      | 20      | 40,08               | Masse Atomique (2) |
| Point d'ébullition ( °C )            | 1440    | 2                   | Degrés d'Oxydation |
| Point de Fusion ( °C )               | 838     | Ca                  | Symbole(3)         |
| Masse Volumique (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,55    | (Ar)4s <sup>2</sup> |                    |
| Structure Électronique               | Calcium |                     | Nom                |

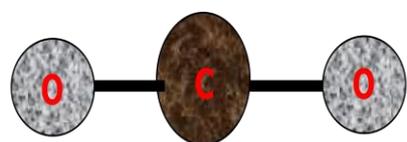
### VIII- DIFFERENTS ETATS PHYSIQUES DE LA MATIERE

➤ La matière se présente sous trois formes : solides, liquides et gaz.

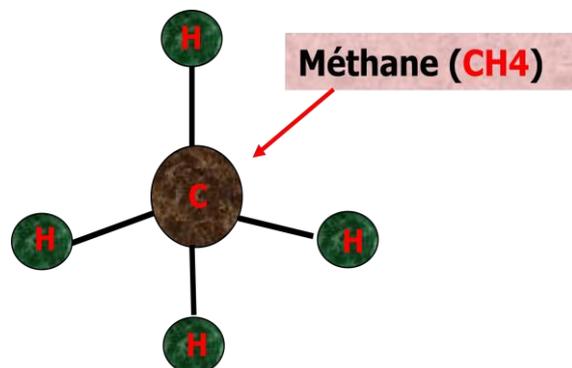
➔ Gaz: Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est faible

➤ Produit qui, à 50°C, possède une pression de vapeur >3atm ou est complètement gazeux à 20 °C sous une pression P= 1 atm

➤ Exemples: Oxyde de carbone, oxygène, Hydrogène, Méthane...



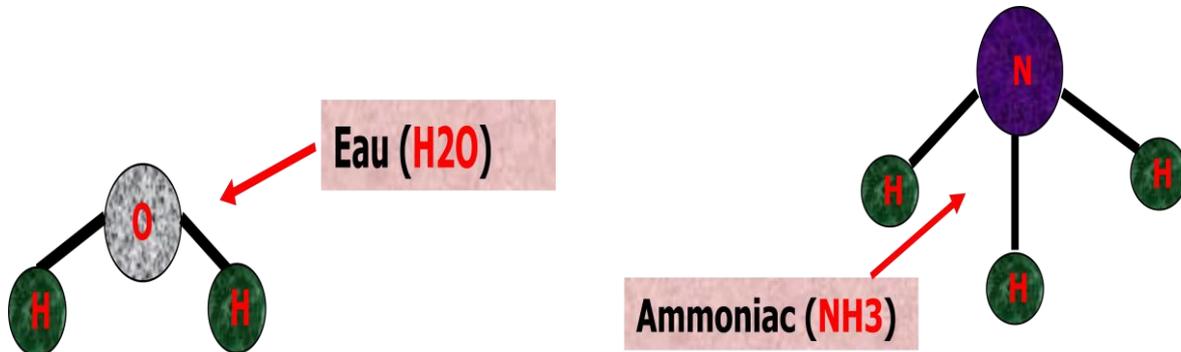
Oxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)



Méthane (CH<sub>4</sub>)

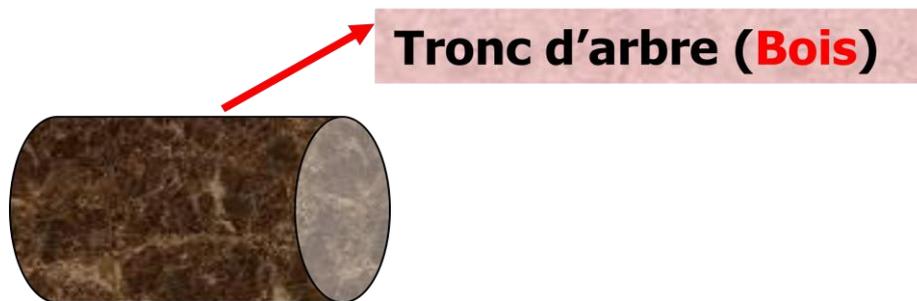
➡ Liquide: Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est plus ou moins forte

- Produit possédant un point de fusion  $\leq 20$  °C sous la pression  $P = 1$  atm
- Exemples: Eau, Ammoniac, Huile,



➡ Solide: Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est forte

- Toutes les autres matières
- Exemples: Bois, Glace, Verre...



\*/ La matière est la substance (allant de la plus petite poussière à la gigantesque étoile) qui compose tout corps ayant une réalité tangible.

\*/ Quand la matière passe d'un état à un autre on dit tout simplement qu'il y a changement d'état.

\*/L'état sous lequel se trouve la matière dépend de 2 paramètres : la température et la pression.

## ➡ CLASSIFICATION DES ATOMES

Si l'on ne considère que les électrons gravitant autour du noyau, on peut classer les éléments par nombre croissant d'électrons de 1 (hydrogène) à 103 (Lawrencium).

❖ Sur la base des propriétés chimiques des corps simples, Mendeleïev en 1869 a placé ces 103 éléments dans un tableau connu sous le nom de classification périodique des éléments.

**IX- CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS ETATS**

| Etat solide              | Etat liquide  | Etat gazeux  |
|--------------------------|---|--|
| <b>Forme déterminée.</b> | <b>Forme indéterminée :</b><br>- Un liquide prend la forme du récipient qui le contient: il n'a pas de forme propre.<br>- dans le récipient qui le contient, un liquide s'étale.<br>-la surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale. Lorsque deux vases communiquent, les surfaces libres du liquide qu'ils contiennent sont dans un même plan horizontal. | <b>Forme indéterminée</b>  |
| <b>Volume déterminé.</b> | <b>Volume déterminé:</b> lors de transvasements dans différents récipients, son volume ne varie pas.  | <b>Volume indéterminé:</b><br>Un gaz occupe tout l'espace disponible : n'a pas de volume propre.   |
| <b>Incompressible.</b>   | <b>Incompressible.</b>  | <b>Compressible :</b><br>si on remplit une seringue d'air, dont on bouche le petit tube de sortie, on pourra enfoncer le piston ; si on relâche la pression, le piston reprend sa place. |

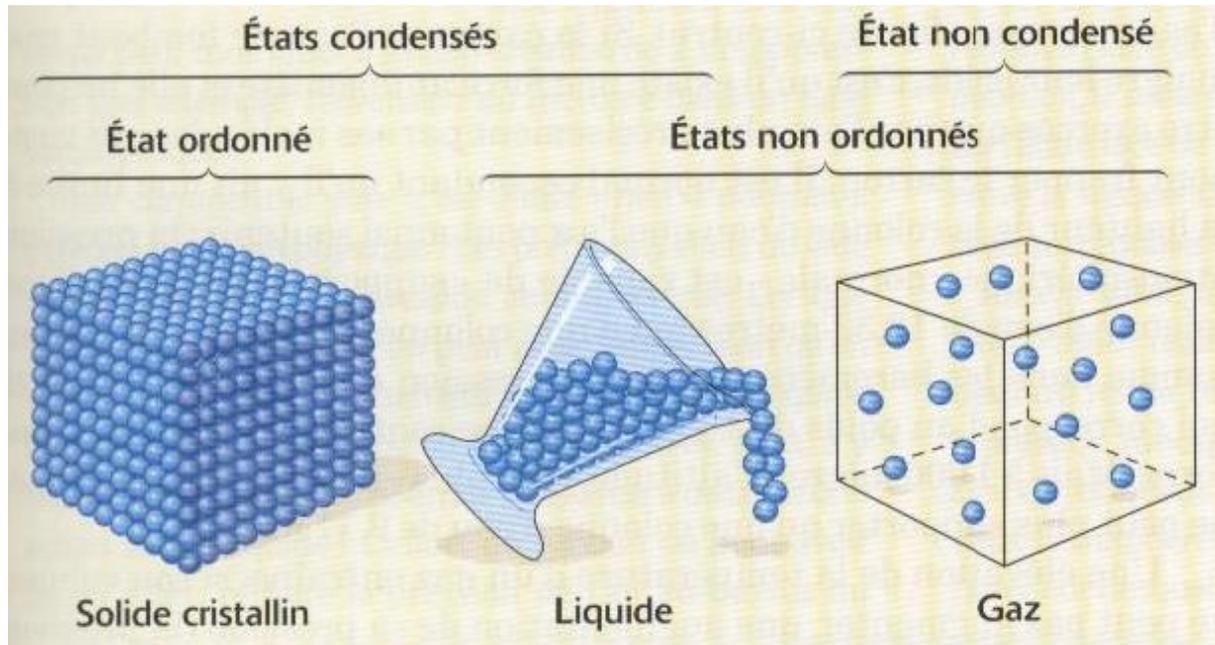
**X- ETATS PHYSIQUES DU CORPS PUR**

| Etat monophasique | Etat biphasique   | Etat triphasique |
|-------------------|---|------------------|
| <b>SOLIDE</b>     | <b>Solide + Liquide</b><br>Fusion<br>$\rightleftharpoons$<br>Solidification       |                  |
| OU                | OU  |                  |
| <b>LIQUIDE</b>    | <b>Liquide + Gaz</b><br>Vaporisation<br>$\rightleftharpoons$<br>Condensation      |                  |
| OU                | OU  |                  |
| <b>GAZ</b>        | <b>Gaz + Solide</b><br>Condensation Solide<br>$\rightleftharpoons$<br>Sublimation |                  |

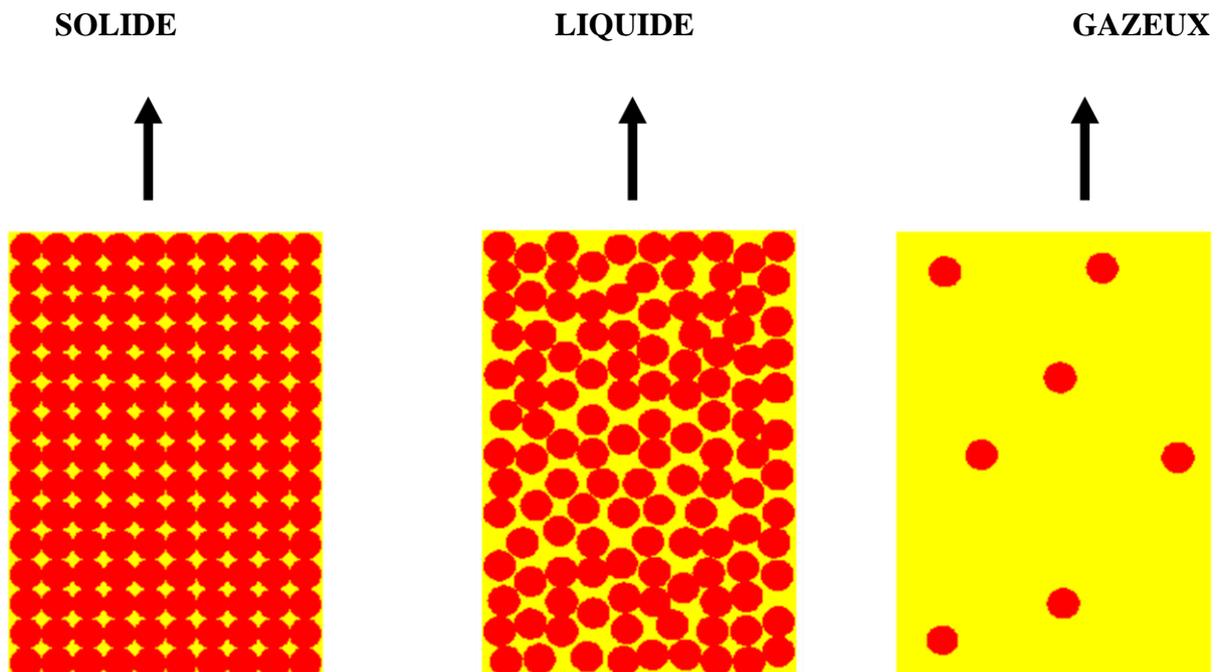
Les molécules serrées les unes contre les autres, se déplacent peu : Elles Vibrent seulement.

Les molécules moins Serrées roulent les unes sur les autres et s'étalent parfaitement. On dit que les liquides sont fluides.

Les molécules ne sont pas serrées du tout, elles se repoussent après s'être cognées et s'écartent : Elles occupent tout le volume offert (le gaz se disperse de lui-même).



XI- SCHEMATISATION ÉTATS PHYSIQUES DE LA MATIÈRE



Exemple : Ainsi, à la pression atmosphérique normale, l'eau :

- \*/ Est solide (glace) en dessous de 0°C,
- \*/ Est liquide entre 0°C et 100°C,
- \*/ Et est de la vapeur d'eau au dessus de 100°C.

- / A 0°C l'eau change d'état et passe de l'état solide à l'état liquide.
- / A 100°C l'eau change à nouveau d'état et passe de l'état liquide à l'état gazeux.

gazeux.

- \*/ Le corps pur peut présenter sous plusieurs états physiques :

- / une seule phase : solide ou liquide ou gaz (état monophasique).
- / deux phases en équilibre : ex: solide - liquide (état biphasique).
- / trois phases en équilibre : solide - liquide - gaz (état triphasique)

- \*/ La liquéfaction est le passage de l'état gazeux à l'état liquide.

- \*/ La condensation est une liquéfaction sous forme de gouttelettes.

Exemple : l'eau qui chauffe dans une casserole, la buée sur les vitres.

\*/ La vaporisation est un phénomène général du passage de l'état liquide à l'état gazeux.

La vaporisation se fait soit par: évaporation et ébullition

\*/ L'évaporation, c'est-à-dire à la température ambiante quelle qu'elle soit (dans le cas de l'eau, même lorsqu'il gèle) car c'est un phénomène de surface où le liquide s'évapore au contact de l'air.

\*/ L'ébullition, est un phénomène qui se réalise en profondeur. Tout le liquide est chauffé et des bulles se forment à l'intérieur du liquide. Chaque substance a une température d'ébullition qui lui est propre.

Exemples : T° ébullition de l'eau pure est de 100°C, celle de l'alcool de 78°C, à pression atmosphérique standard.

- \*/ La fusion est le passage de l'état solide vers l'état liquide.

Exemple: Laisser fondre un glaçon.

- \*/ La solidification est le passage de l'état liquide à solide.

Exemple: l'eau qui se transforme en glaçon dans le congélateur

\*/ La sublimation est le passage de l'état solide à gazeux et inversement. La glace peut s'évaporer de la même façon que l'eau.

## XII- PARTIE I : GAZ

### ❖ ÉTYMOLOGIE

Le mot gaz vient du grec *kaos* par le chimiste flamand Jan Baptist van Helmont. Jan Baptist van Helmont est un chimiste, physiologiste et médecin belge né à Bruxelles le 12.01.1580 et mort dans Vilvorde le 30.12. 1644.

Exemple : Le CO<sub>2</sub> sous forme liquide, il est utilisé comme agent d'extinction dans les extincteurs dits « au dioxyde de carbone », on parle parfois de neige carbonique parce que le CO<sub>2</sub> liquide se solidifie immédiatement à la sortie de l'extincteur en produisant une poudre blanche.

Le dioxyde de carbone sous forme solide ou glace carbonique appelée aussi Carboglace ou glace sèche est issue du CO<sub>2</sub> liquide sous forme de neige carbonique qui est ensuite compactée pour devenir glace carbonique.

**-/ LISTE DES PAYS DU MONDE PAR ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE (DIVISION STATISTIQUE DES NATIONS UNIES)**

| Pays       | Quantité (tonne) | Pays    | Quantité (tonne) |
|------------|------------------|---------|------------------|
| Etats unis | 5 844 042        | Algérie | 92 097           |
| Chine      | 3 513 103        | Libye   | 50 418           |
| France     | 378 267          | Maroc   | 43 905           |
| Egypte     | 143 697          |         |                  |

**-/ DANS LE DOMAINE DE LA CHIMIE**

On parle de gaz halogènes, gaz rares, et gaz naturel.

✚ **Gaz Halogènes** : Exemples : fluor, chlore, brome, iode. Halogène vient du grec *halo* qui veut dire sel, et *gène* qui veut dire créateur.

**I- Usages pratiques :**

**-1- Eclairage** : En réagissant avec le tungstène, le brome ou l'iode limite le dépôt de tungstène sur les parois de verre plus froides. Puis l'halogénure de tungstène se décompose sur les points les plus chauds du filament ce qui le régénère et allonge la durée de vie des lampes à halogène.

**-2- photographie** : Les cristaux de chlorures, bromure et/ou iodure d'argent absorbent la lumière à diverses couleurs et deviennent capables de réagir avec les révélateurs pour former les grains de l'image.

**-3- Hygiène** : Le chlore, le brome, l'iode et leurs dérivées comme l'eau de Javel et la teinture d'iode) servent comme désinfectants et comme blanchisseur (pour le papier et les tissus).

**-4- Alimentaire** : Sel de table (NaCl). Les sels d'iode (iodures) sont nécessaires à la santé humaine (glande thyroïde).

**-5- pharmaceutique** : Le bromure de potassium était utilisé comme somnifère.

**-6- Solvants** : exemple : Chloroforme.

✚ **Gaz rares** : Les gaz nobles, aussi appelés gaz inertes : Exemple : Hélium, Néon. Ils possèdent une couche électronique externe (couche de valence) complète. Cette couche saturée en électrons est très stable et donc l'atome ne cède ni n'accepte d'autres électrons. Les liaisons chimiques sont donc quasi-impossibles pour les gaz nobles, ce qui fait que contrairement à la plupart des autres gaz, ils sont monoatomiques. La liaison chimique est

le phénomène physique qui lie les atomes entre eux en échangeant ou partageant un ou plusieurs électrons ou par des forces électrostatiques.

✚ **Gaz naturels** : Le gaz naturel est un combustible fossile, il s'agit d'un mélange d'hydrocarbures (Un hydrocarbure est un composé organique contenant exclusivement des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Ils possèdent en conséquence une formule brute de type :  $C_nH_m$  (où n et m sont deux entiers naturels) trouvé naturellement sous forme gazeuse. C'est la deuxième source d'énergie la plus utilisée dans le monde après le pétrole et son usage se développe rapidement. Le gaz est toujours composé principalement de méthane

## -/ DANS LE DOMAINE DE LA PHYSIQUE

**I- Gaz parfaits** : On appelle gaz parfait tout gaz vérifiant simultanément : loi de Boyle-Mariotte et loi d'Avogadro.

✚ **Loi de Boyle-Mariotte \*** À température constante, le produit de la pression  $p$  par le volume  $V$ :  $pV$  est considéré comme constant lorsque la pression est faible. En d'autres termes, maintenir la température constante pendant une augmentation de pression d'un gaz exige une diminution de volume. Et inversement, la réduction de la pression du gaz passe par une augmentation de volume.

✚ **Loi d'Avogadro \*** : Tous les gaz ont le même volume molaire dans les mêmes conditions de pression et de température. On retombe sur l'équation d'état du gaz parfait :  
 $PV = nRT$

**II- Gaz réels** : En effet aux basses pressions tous les gaz tendent à avoir un comportement de gaz parfait. pour les pressions plus élevées, on parle de gaz réel.

## -/ EN RELATION AVEC LES PHENOMENES ATMOSPHERIQUES



L'effet de serre est un processus naturel de réchauffement de l'atmosphère. Il est dû aux gaz à effet de serre (GES) contenus dans l'atmosphère, à savoir principalement la vapeur d'eau (qui contribue le plus à l'effet de serre), le dioxyde de carbone  $CO_2$  et le méthane  $CH_4$ .

**Les principaux gaz à effet de serre (GES) non-artificiels sont :** La vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), et l'ozone (O<sub>3</sub>).

**Les gaz à effet de serre industriels incluent des gaz fluorés comme :** Les chlorofluorocarbures (CFC) comme le fréon, le perfluorométhane (CF<sub>4</sub>), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

L'ozone est un composé chimique comportant 3 atomes d'oxygène (O<sub>3</sub>). À température ambiante, c'est un gaz bleu pâle. Il se liquéfie à -111,9 °C sous forme d'un liquide bleu foncé particulièrement instable et se solidifie à -192,5 °C.

✚ **La couche d'ozone (ou ozonosphère)** désigne la partie de la stratosphère contenant une quantité relativement importante d'ozone. On distingue :

Le "bon ozone" présent dans la couche stratosphérique, bon car il nous protège des rayons UV (ultraviolet) ;

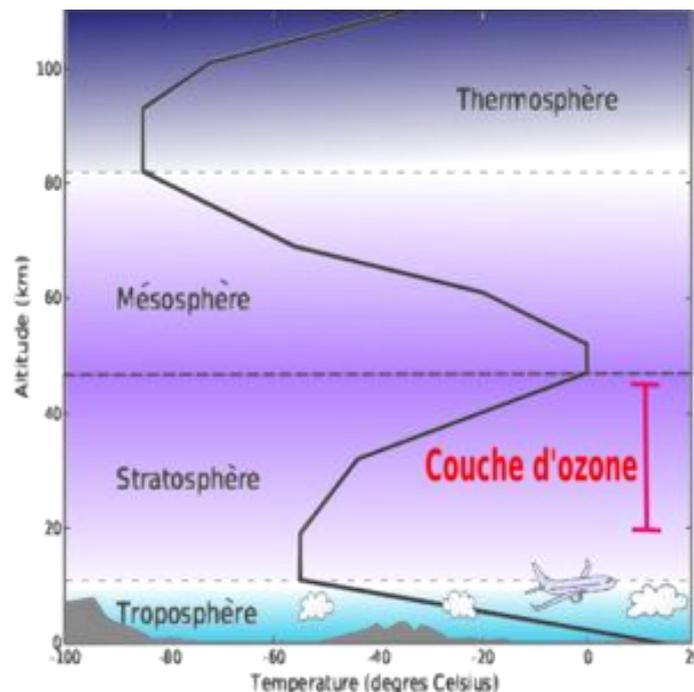
Le "mauvais ozone" présent dès la couche basse de l'atmosphère (troposphère : du sol jusqu'à environ 20 km d'altitude), mauvais car c'est celui que nous respirons et qui présente selon sa concentration une certaine toxicité.

En l'absence de cette couche d'ozone, la vie n'aurait été possible que dans les océans,

✚ **L'atmosphère est divisée en 5 couches :** leurs limites ont été fixées selon les discontinuités dans les variations de la température, en fonction de l'altitude. De bas en haut :

✚ **La troposphère :** la température décroît avec l'altitude (de la surface du globe à 8-15 km d'altitude). Elle contient 80 à 90% de la masse totale de l'air et la quasi-totalité de la vapeur d'eau. C'est la couche où se produisent : les phénomènes météorologiques (nuages, pluies)

**Les mouvements atmosphériques (vents).**



☀ **La stratosphère** : La température croît avec l'altitude jusqu'à 0 °C (de 8-15 km d'altitude à 50 km d'altitude) ; elle abrite une bonne partie de la couche d'ozone.

☀ **La mésosphère** : La température décroît avec l'altitude (de 50 km d'altitude à 80 km d'altitude) jusqu'à -80 °C ;

☀ **La thermosphère** : la température croît avec l'altitude (de 80 km d'altitude à 350-800 km d'altitude) ;

☀ **L'exosphère** (de 350-800 km d'altitude à 50 000 km d'altitude).

### -/ GAZ ET BIOLOGIE

La respiration désigne l'action des poumons, qui en médecine et biologie se nomme ventilation pulmonaire. C'est l'échange par diffusion de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et dioxygène (O<sub>2</sub>) entre un organisme et son environnement.

Elle alimente les cellules en dioxygène et expulse du corps le dioxyde de carbone issu de la respiration cellulaire.

Lorsque l'organisme atteint un certain volume, cet échange nécessite des surfaces spécialisées. Ces surfaces peuvent se trouver au niveau de la peau (respiration cutanée), au niveau des branchies (respiration branchiale), des poumons (respirations pulmonaires) ou à l'extrémité des trachées (respiration trachéolaire). Les échanges respiratoires se font en milieu aérien ou en milieu aquatique.

### -/ GAZ NEUROTOXIQUE

Un élément chimique ou d'origine biologique est dit neurotoxique s'il s'agit d'une toxine affectant le système nerveux des organismes qui entrent en contact avec lui.

Un neurotoxique agit habituellement en perturbant ou en paralysant l'influx nerveux, en agissant notamment sur les émetteurs ou les récepteurs synaptiques. Le résultat est, en quelques minutes, voire en quelques secondes, des troubles de la vue et des autres sens, une perte du contrôle moteur (paralysie générale), éventuellement suivie d'une paralysie du muscle cardiaque et des muscles de la respiration, puis de la mort.

## XIII- PARTIE II : L'ETAT SOLIDE

L'état solide est un des états de la matière caractérisé par l'absence de liberté entre les molécules ou les ions donc les molécules sont très proches les unes des autres et liées entre elles par des liaisons covalentes (une liaison covalente est une liaison chimique dans laquelle chacun des atomes liés met en commun un ou plusieurs doublets d'électrons de ses couches externes), par des liaisons ioniques (càd le lien causé par le transfert d'un ou de plusieurs électrons de valence de la couche électronique externe entre un atome (donneur) et un autre atome (receveur) et par des liaisons métalliques (La liaison métallique est un type de liaison chimique qui permet la cohésion des atomes d'un métal).

### -/ CRITERES MACROSCOPIQUES

Le solide a une forme propre qu'on peut saisir avec les doigts, Quel que soit le récipient dans lequel on place le solide, celui-ci garde tjs la même forme.

Le solide a un volume propre : Exemple 1 : Le sable est un solide en poudre, ses grains s'écoulent comme un liquide mais chaque grain possède une forme propre. Exemple 2 : Expérience des cristaux de sucre

Certains solides sont faits de cristaux parfois visibles à l'œil nu. À l'aide du dos d'une petite cuillère, broyons un peu de sucre cristallisé dans un mortier. Observons la poudre très fine que nous avons obtenue, d'abord à la loupe et ensuite au microscope. La poudre apparaît constituée de minuscules cristaux dont les formes sont les mêmes que celles des cristaux visibles à l'œil nu.

Les solides ont une faible dilatation : Un solide est lourd et il est difficile à comprimer car les particules sont serrées donc incompressible.

✚ **Propriétés mécaniques:** la dureté, la résistance aux chocs (Un objet solide transmet les forces et ne se déforme pas facilement.).

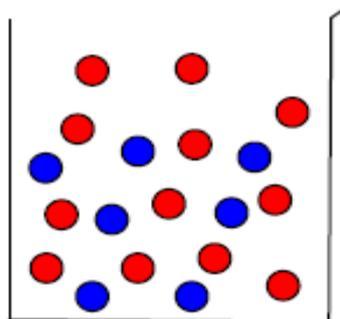
### Comment donner une forme à un solide ?

On peut mouler l'objet comme ce présentoir à sucette en plâtre peint, ou ce presse-citron. On peut chauffer l'objet pour le ramollir, et le travailler comme cette boule de verre.



### -/ DISSOLUTION D'UN SOLIDE

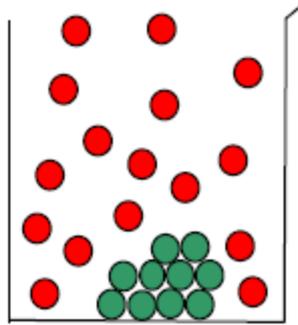
Le sel est soluble dans l'eau : Les particules de sel sont dispersées parmi celles de l'eau.



● : particules d'eau

● : particules de sel

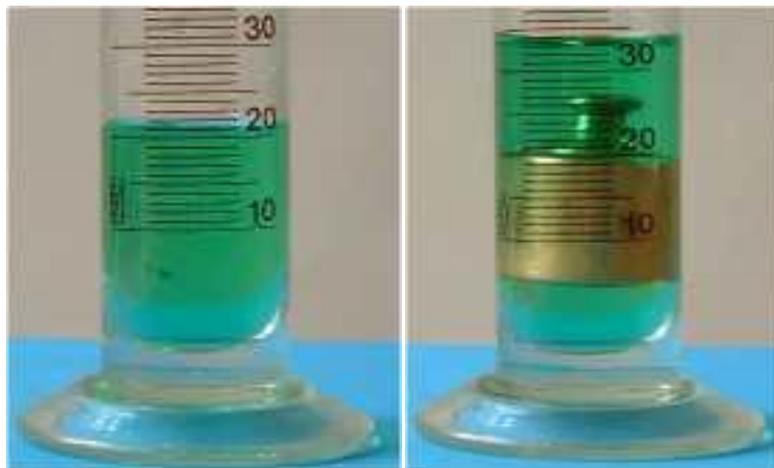
Le sable est insoluble dans l'eau : Les particules de sable sont regroupées, il est donc visible.



● : particules d'eau

● : particules de sable

#### -/ VOLUME DES SOLIDES



Volume du liquide au départ 21 ml.

Volume lu avec le solide 33 ml

Volume du solide =  $33 - 21 = 12 \text{ ml} = 12 \text{ cm}^3$ .

#### XIV-PARTIE III: L'ETAT LIQUIDE

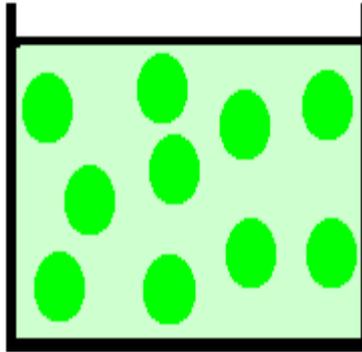
##### Définition:

C'est un état dans lequel les molécules sont faiblement liées. Les distances séparant les molécules demeurent faibles : le liquide peut s'écouler.

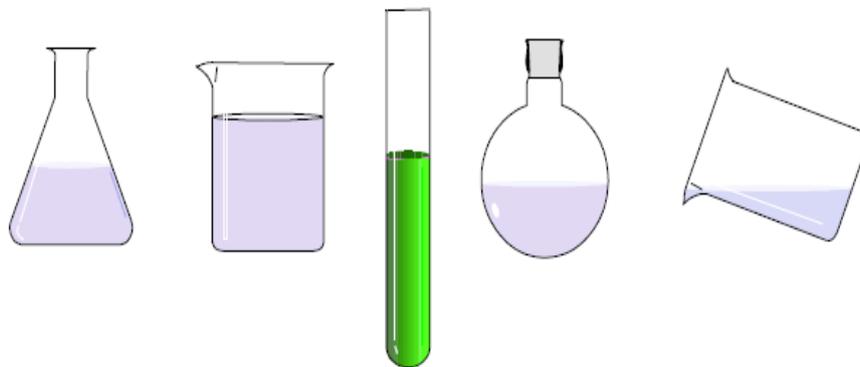
A température constante, le volume reste constant mais la forme change selon le contenant.

Un liquide est dense et quasiment incompressible car les particules sont très proches.

\*/ Les particules bougent en roulant les unes sur les autres donc le liquide remplit tous les recoins du récipient.



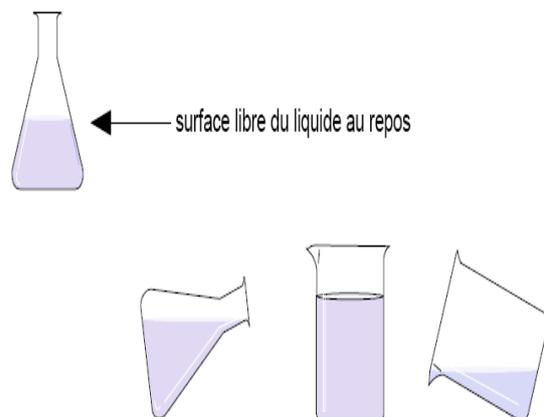
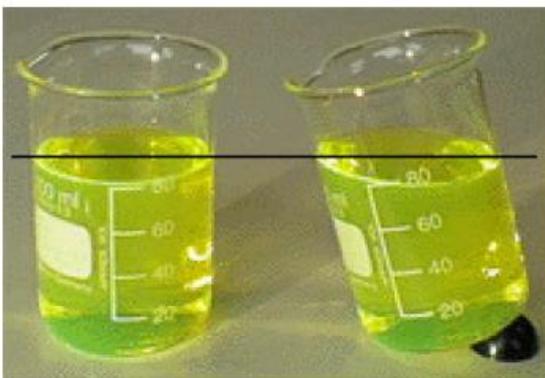
Un liquide n'a pas de forme propre (on ne peut pas le saisir avec les doigts) et prend la forme du récipient qui le contient sous l'effet de gravité.



- Le liquide est compact (On ne peut pas faire varier son volume : ni le comprimer, ni le détendre ) et fluide (le liquide peut couler ).

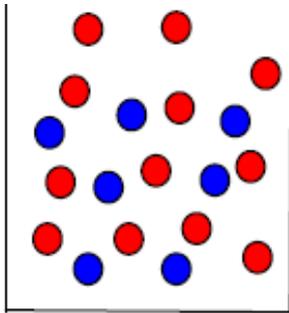
- La matière à l'état liquide a un volume propre qui ne change qu'avec la température, et en général peu.

- La surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale. Le liquide prend la forme du fond du récipient qui le contient.



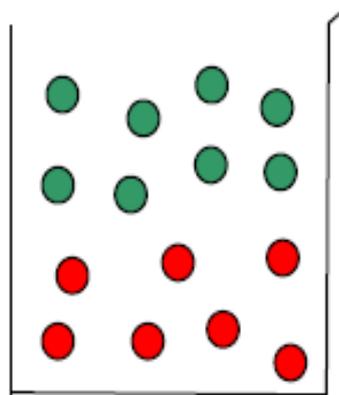
**-/ MISCIBILITE DES DEUX LIQUIDES**

Si deux liquides sont miscibles :  
particules dispersées



● : 1<sup>er</sup> liquide  
● : 2<sup>ème</sup> liquide

Deux liquides non miscibles.



**-/ VOLUME DES LIQUIDES**



On place les yeux justes en face du niveau de l'eau, cela évite de faire une erreur. La mesure se fait sur le trait en face de la partie inférieure du ménisque.



Éprouvette graduée tous les ml. 25ml



Pipette graduée tous les 0,1 ml  
Pipette dont le zéro est en bas indiquant le liquide restant. 7,3 ml



Pipette graduée tous les 0,1 ml  
Pipette dont le zéro est en haut indiquant le liquide écoulé depuis ce niveau : 2,2 ml

**-/ PROPRIETES DES LIQUIDES****1 viscosité :**

Une caractéristique des liquides est leur viscosité (la résistance d'un liquide à l'écoulement), qui mesure l'attachement des molécules les unes aux autres et donc la résistance à un corps qui traverserait le liquide. Plus la viscosité est grande, plus le liquide est difficile à traverser.

Exemples: Liquides très visqueux comme le miel, peu visqueux comme l'essence et assez visqueux comme le glycérol, acide phosphorique.

**2 Tension superficielle :**

Les liquides possèdent aussi une tension superficielle, qui caractérise entre autres leur tendance à former des ménisques sur leurs bords, ainsi que les différents effets de la capillarité.

Exemple: Expérience L'eau, l'huile, l'alcool (Cette expérience illustre les propriétés de l'état liquide):

**a.** Prenons trois liquides: de l'eau, de l'huile et de l'alcool, ainsi que trois tubes à essai. Versons dans le premier tube à essai quelques centimètres cubes d'eau, d'huile dans le second et d'alcool dans le troisième.

**b.** Renversons l'eau dans un verre à pied. Observons son écoulement: il est rapide; seule une goutte reste accrochée au tube.

**c.** Renversons maintenant l'huile: elle est visqueuse, s'écoule lentement et ne se mélange pas à l'eau. Ces deux liquides ont des viscosités différentes, ils ne sont pas miscibles.

**d.** Renversons enfin l'alcool: il s'écoule très vite, il se mélange bien à l'eau, il arrive même à se dissoudre dans l'huile.