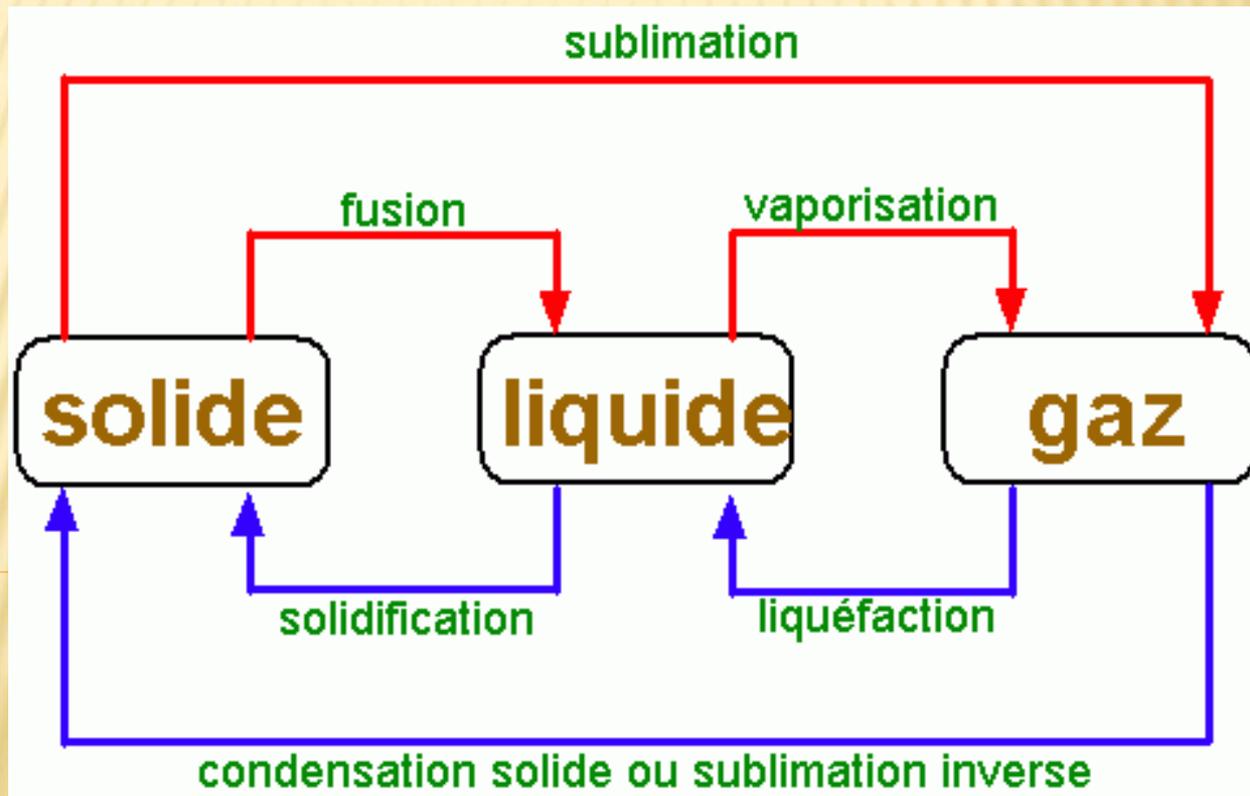


Chapitre I :

Les états de la matière

Chapter I: States of Matter



Introduction

La matière est la substance qui compose tout corps ayant une réalité tangible. Elle est formée à partir de grains élémentaires : les atomes (la plus petite particule possible d'un élément selon **John Dalton 1807**).

Matter is the substance that makes up any object with tangible reality. It is composed of elementary particles: atoms (the smallest possible particle of an element, according to John Dalton, 1807).

118 atomes ou éléments ont été découverts et chacun d'eux est désigné par son nom et son symbole.

Exemple : le carbone **C** ; l'azote **N** ; l'hydrogène **H** ; l'oxygène **O**

Tableau Périodique des Éléments

1 IA H Hydrogène 1.00794	2 IIA Be Béryllium 9.012182											13 IIIA B Bore 10.811	14 IVA C Carbone 12.0107	15 VA N Azote 14.00674	16 VIA O Oxygène 15.9994	17 VIIA F Fluor 18.9984032	18 VIIIA He Hélium 4.002602		
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012182	5 Sc Scandium 44.955910	6 Ti Titane 47.887	7 V Vanadium 50.9415	8 Cr Chrome 51.9961	9 Mn Manganèse 54.938049	10 Fe Fer 55.8457	11 Co Cobalt 58.933200	12 Ni Nickel 58.6934	13 Cu Cuivre 63.546	14 Zn Zinc 65.409	15 Ga Gallium 69.723	16 Ge Germanium 72.64	17 As Arsenic 74.92160	18 Se Sélénium 78.96	19 Br Brome 79.904	20 Kr Krypton 83.798		
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnésium 24.3050	19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titane 47.887	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chrome 51.9961	25 Mn Manganèse 54.938049	26 Fe Fer 55.8457	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.409	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Sélénium 78.96	35 Br Brome 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdène 95.94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Argent 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.710	51 Sb Antimoine 121.760	52 Te Tellure 127.60	53 I Iode 126.90447	54 Xe Xénon 131.293		
55 Cs Césium 132.90545	56 Ba Baryum 137.327	57 to 71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantale 180.9479	74 W Tungstène 183.84	75 Re Rhénium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platine 195.078	79 Au Or 196.96655	80 Hg Mercure 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Plomb 207.2	83 Bi Bismuth 208.98038	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)		
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 to 103 Actinides	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (271)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Uub Ununbium (285)	113 Uut Ununtrium (284)	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium (288)	116 Uuh Ununhexium (292)	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium		

- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
- Lanthanides
- Actinides
- Métaux pauvres
- Non-métaux
- Gaz rares

- C** Solide
- Br** Liquide
- H** Gaz
- Tc** Artificiel

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com), <http://www.dayah.com/periodic/>

... The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the IUPAC equivalents of those numbers.

57 La Lanthane 138.9055	58 Ce Cérium 140.116	59 Pr Praséodyme 140.90765	60 Nd Néodyme 144.24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutécium 174.967
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobélium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

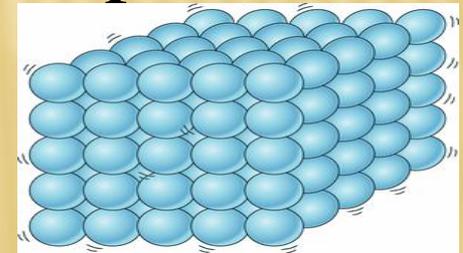
Etats et caractéristiques macroscopiques des états de la matière States and Macroscopic Characteristics of States of Matter

Etat de la matière State of Matter

La matière existe sous trois états : solide, liquide et gaz

Matter exists in three states: solid, liquid, and gas.

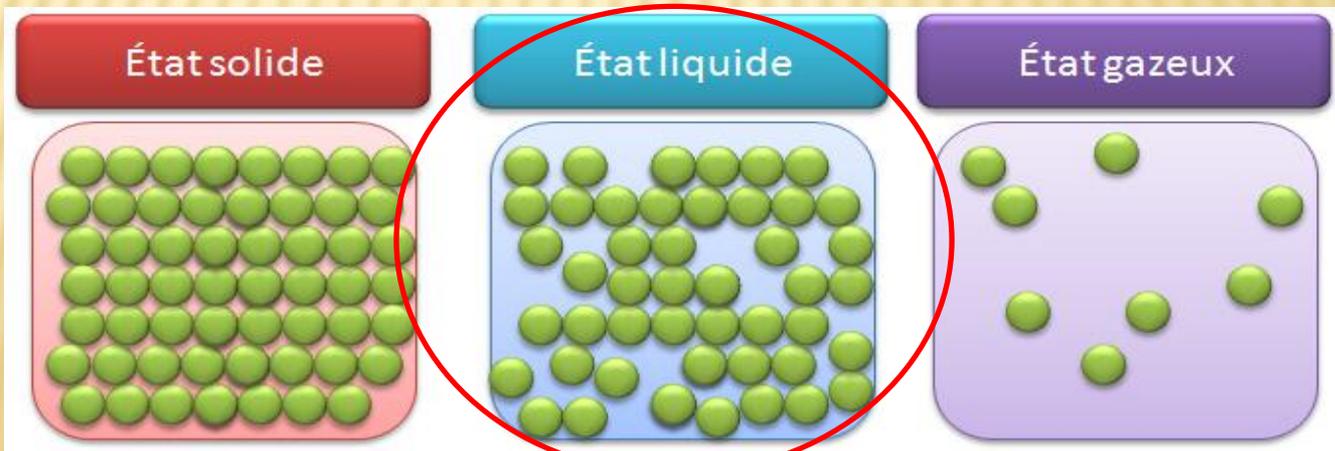
- *Solide* : les molécules ont moins de liberté, leurs mouvements se réduisent à de simples oscillations autour de positions de l'équilibre, cet état est condensé qui peut être ordonné (état cristallin) ou désordonné (état amorphe). un solide possède à la fois un volume et une forme propre.



Liquide :

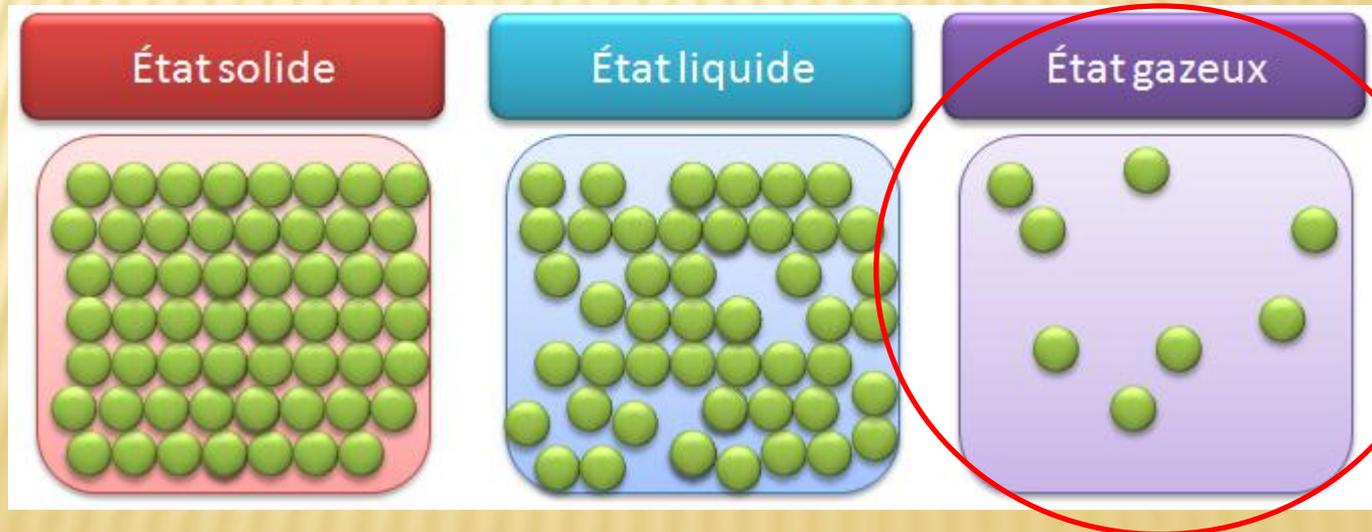
les molécules sont au contact les unes des autres,
The molecules are in contact with one another.

leurs mouvements sont très limités mais il existe encore une agitation moléculaire et leurs positions relatives se modifient d'une façon continue, ils constituent un état fluide c-à-d déformable. c'est un état condensé et désordonné, un liquide possède un volume propre mais pas de forme propre.



Gaz : gas

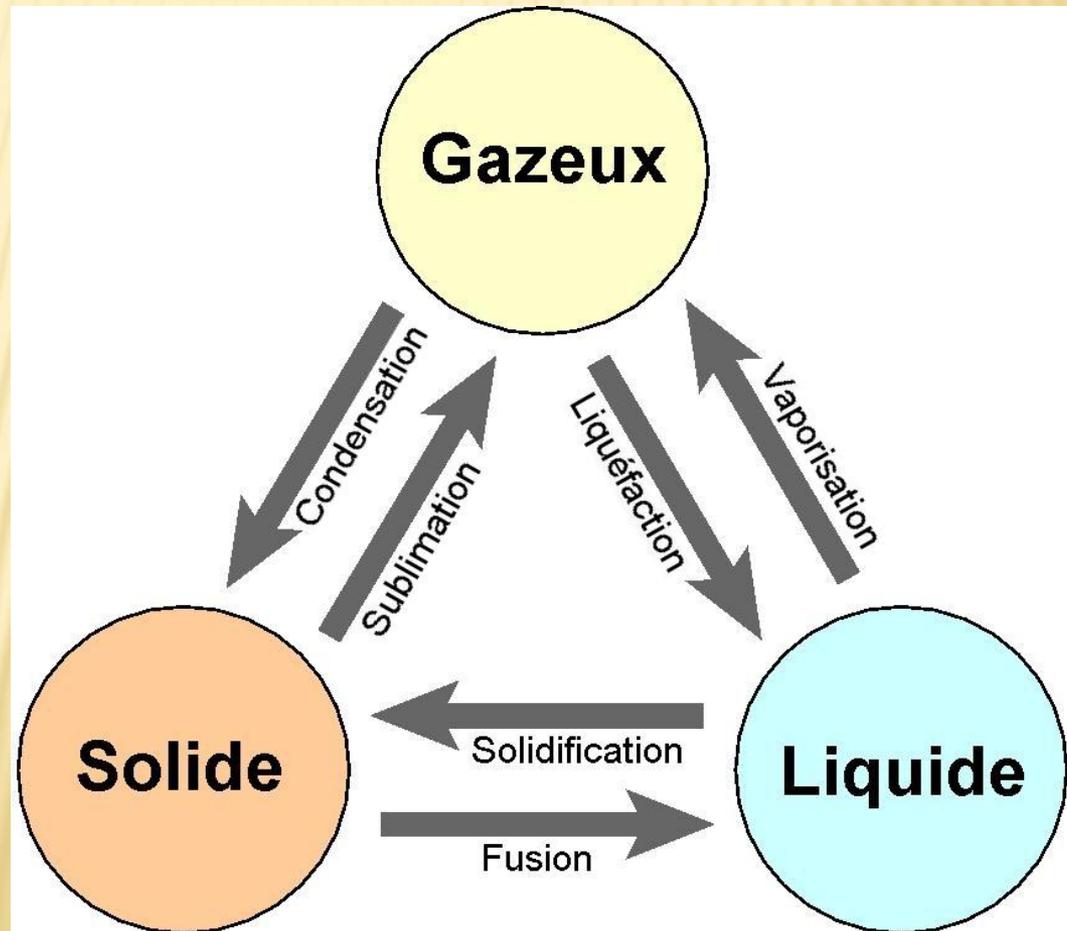
les molécules sont très éloignées les unes des autres,
The molecules are very far apart from one another.
d'autant plus que la pression est plus faible, c'est un état non condensé et totalement désordonné. Un gaz n'a pas de volume propre, de même les gaz sont doués d'expansibilité : ils occupent tout le volume qui lui est offert.



Changement d'état de la matière

Phase Transition of Matter

Toute substance pure peut exister sous les trois états fondamentaux de la matière en fonction de la température T et de la pression P



Théorie cinétique des gaz Kinetic Theory of Gases

La théorie cinétique des gaz a pour objet d'expliquer le comportement macroscopique d'un gaz à partir des caractéristiques des mouvements des particules qui le composent. Elle permet notamment de donner une interprétation microscopique aux notions de :

température : c'est une mesure de l'agitation des particules, plus précisément de leur énergie cinétique ; $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

pression : la pression exercée par un gaz sur une paroi résulte des chocs des particules sur cette dernière. Elle est liée à leur quantité de mouvement

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

Gaz parfait: Ideal Gas

Le gaz parfait est un modèle thermodynamique décrivant le comportement des gaz réels à basse pression.

The ideal gas is a thermodynamic model describing the behavior of real gases at low pressure.

Remarque:

À basse pression, tous les gaz peuvent être modélisés par un gaz parfait. Lorsque la pression augmente, on ne peut plus négliger les interactions à courte distance, notamment l'effet de taille des molécules et les interactions de type van der Waals

Gaz réel Real Gas

Un gaz réel, en physique, qualifie un gaz qui se trouve dans une condition qui n'est plus décrite de façon satisfaisante par le modèle du gaz parfait.

A real gas, in physics, refers to a gas that is in a condition that is no longer satisfactorily described by the ideal gas model.

Pour décrire correctement le comportement du gaz réel, il est nécessaire de rajouter des termes correctifs au modèle du gaz parfait, afin de tenir compte par exemple des interactions entre particules ou encore du volume non négligeable des molécules.

équation d'état des gaz parfaits *Ideal Gas Law*

Comme pour tout gaz, l'état d'équilibre thermodynamique d'un gaz parfait est fixé pour n moles de molécules. L'équation la plus couramment utilisée est l'équation des gaz parfaits

$$PV = nRT$$

On peut l'écrire différemment, dans une approche plus microscopique où l'on considère le nombre de molécules contenu dans une unité de volume.

$$PV = Nk_B T$$

En thermodynamique, une autre version est couramment utilisée :

$$Pv = rT$$

P est la pression du gaz (en pascal) ;

V est le volume occupé par le gaz (en mètre cube) ;

n est la quantité de matière (en mole) ;

N est le nombre de particules ;

R est la constante universelle des gaz parfaits :

$$\mathbf{R = 8,314\ 462\ 1\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$$

on a en fait $\mathbf{R=N_A \cdot k_B}$ où $\mathbf{N_A}$ est le nombre d'Avogadro ($6,022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$) et $\mathbf{k_B}$ est la constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}\ J \cdot K^{-1}$)

T est la température absolue (en kelvin) ;

v est le volume massique (ou volume spécifique), l'inverse de la masse volumique $\mathbf{v=1/\rho}$ (en mètre cube par kilogramme (m^3/kg));

r est une constante qui dépend du gaz, elle est définie comme suit $\mathbf{r=R/M}$ où M, est la masse molaire du gaz considéré. Pour l'air, $\mathbf{r = 8,314472 / (28,965338 \times 10^{-3}) \approx 287\ J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$.

loi de Boyle-Mariotte

à température constante, le produit de la pression P par le volume V, PV, est constant lorsque la pression est faible,

$$PV = \text{cste} \text{ ou } P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ à température constante}$$

loi d'Avogadro

tous les gaz parfaits ont le même volume molaire V_m dans les mêmes conditions de pression et de température $V_m = \text{cste universelle}$ à pression et température données,

loi de Charles

à pression constante, le volume est directement proportionnel à la température,

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ à pression constante}$$

loi de Gay-Lussac

à volume constant, la pression est proportionnelle à la température, $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ à volume constant

Les liquides Liquids

L'eau Water

L'eau est un corps continu, sans rigidité, qui coule facilement, remplit tous les interstices, puis s'étale en surface.

Water is a continuous substance, without rigidity, that flows easily, fills all gaps, and then spreads out on the surface



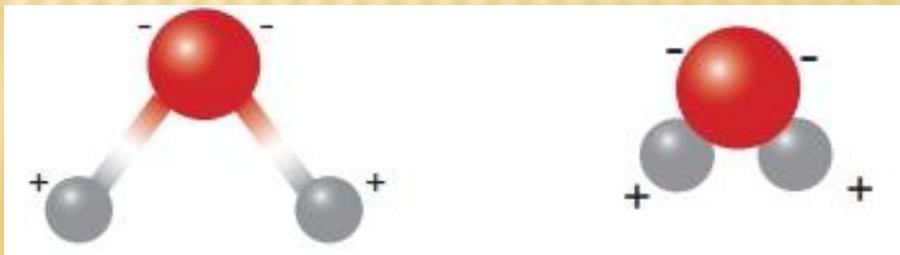
La structure de la molécule d'eau

The Structure of the Water Molecule

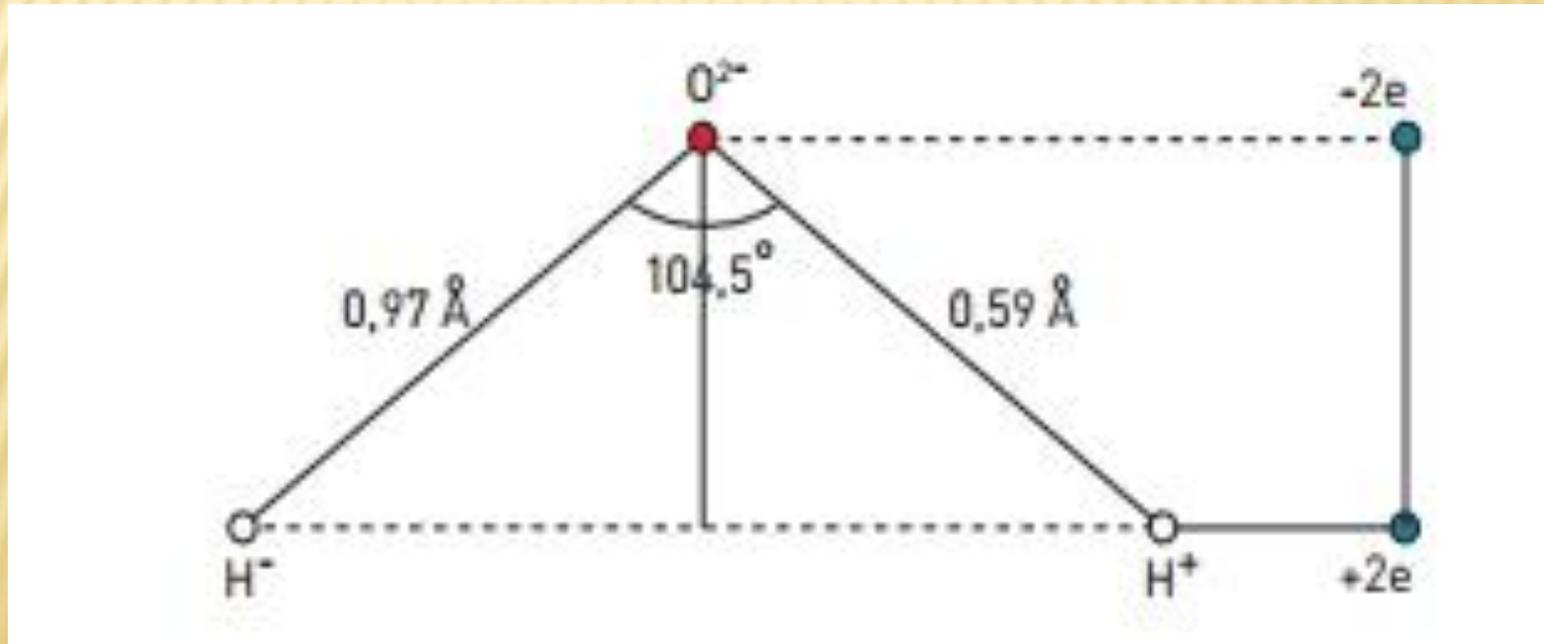
La molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps.

L'eau est un corps pur dont la molécule est composée de deux atomes d'hydrogène (H) reliés à un atome d'oxygène (O). Sa formule chimique est H_2O . Voici deux représentations de la molécule d'eau :

Water is a pure substance whose molecule is composed of two hydrogen atoms (H) bonded to one oxygen atom (O).



Dans une molécule d'eau, l'atome d'oxygène s'unit aux deux atomes d'hydrogène par l'intermédiaire de 2 liaisons chimiques ou liaisons de covalence. Chaque liaison s'opère par la mise en commun d'électrons entre chaque atome. L'angle O-H-O est voisin de 105° .



Dissoudre un solide dans l'eau *Dissolving a Solid in Water*

Qu'est ce qu'une dissolution ? *What is Dissolution?*

Lorsqu'un solide forme un mélange homogène avec l'eau on dit que :

Le solide se dissout dans l'eau. *The solid dissolves in water.*

Le solide est soluble dans l'eau. *The solid is soluble in water.*

Exemples : *le sel, le sucre, la poudre de cacao* sont soluble dans l'eau.

Interprétation

Lorsqu'un solide se dissout dans l'eau il se réduit en fines particules invisibles à l'œil nu qui se dispersent dans l'eau.

Le mélange obtenue lors d'une dissolution est appelé une solution aqueuse.

L'eau qui permet de dissoudre le solide joue le rôle **solvant**.

Le solide qui est dissous joue le rôle de **soluté**

Remarques

1- il existe des solutions non aqueuses obtenues avec d'autres solvants comme par exemple les solutions alcooliques que l'on obtient en utilisant de l'alcool comme solvant.

2- les solides qui se dissolvent dans l'eau ne changent pas d'état. Ils ne deviennent pas liquide mais se morcellent seulement en particules trop petites pour être vues à l'œil nu.

Saturation d'une solution *Saturation of a Solution*

Il existe une limite à la quantité de solide qu'on peut dissoudre dans un volume d'eau.

Quand cette limite est atteinte, on dit que la solution est saturée.

There is a limit to the amount of solid that can be dissolved in a volume of water. When this limit is reached, the solution is said to be saturated.

Tant que la limite de saturation n'est pas obtenue le composé soluble ajouté dans l'eau se dissout.

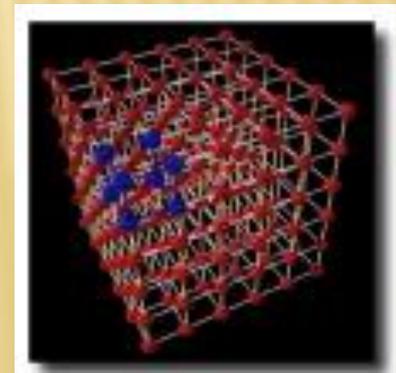
Lorsque la limite de saturation est atteinte le solide ne se dissout plus et reste visible.

Les solides Solids

L'état solide cristallin résulte de la répétition régulière de motifs élémentaires. Les modes de répétition peuvent s'inscrire dans une classification en 7 systèmes cristallins et 14 modes de réseau. La maille élémentaire du cristal est la plus petite entité qui permette d'identifier le mode de réseau.

A l'échelle microscopique, les cristaux sont le résultat d'empilements de motifs (atomes, ions, molécules) de façon régulière dans les trois directions de l'espace. Ils forment des structures périodiques

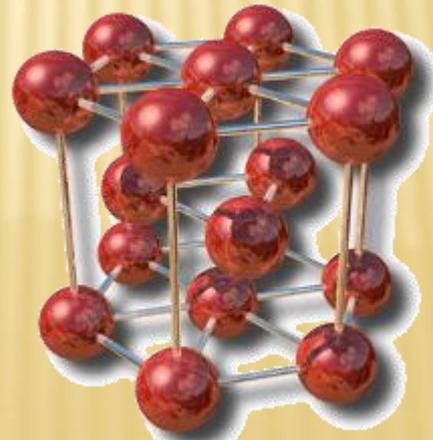
The crystalline solid state results from the regular repetition of elementary motifs.



Groupement formulaire

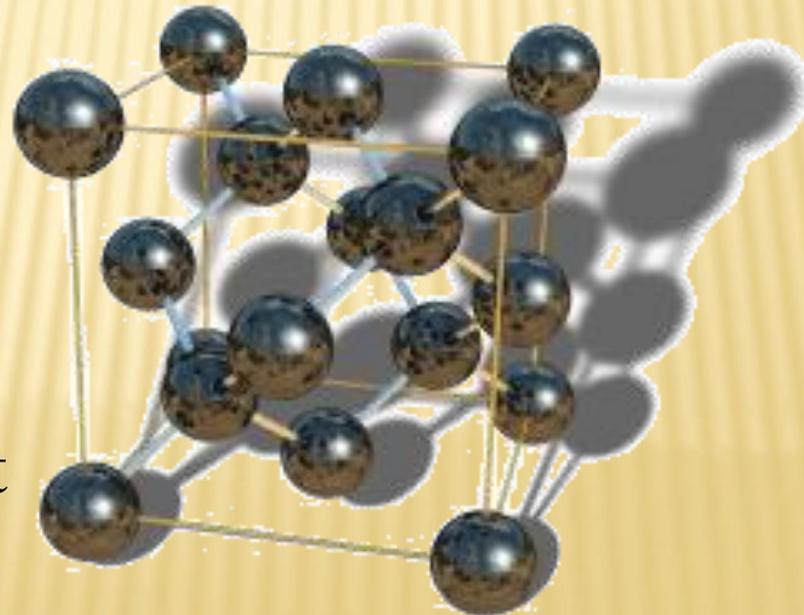
Le groupement formulaire est la plus petite entité caractéristique de la nature chimique du cristal. Ce groupement peut être un atome, une molécule, un ensemble d'ions mono ou polyatomiques.

On a représenté ci-dessous un fragment de cristal monoatomique de magnésium. La formule chimique de ce composé est évidemment Mg . Il n'y a pas de liaison chimique entre ces atomes au sens de la liaison covalente localisée. Les électrons de valence des atomes de magnésium adoptent un comportement métallique typique d'une covalence délocalisée à l'échelle du cristal.



Cristal de magnésium

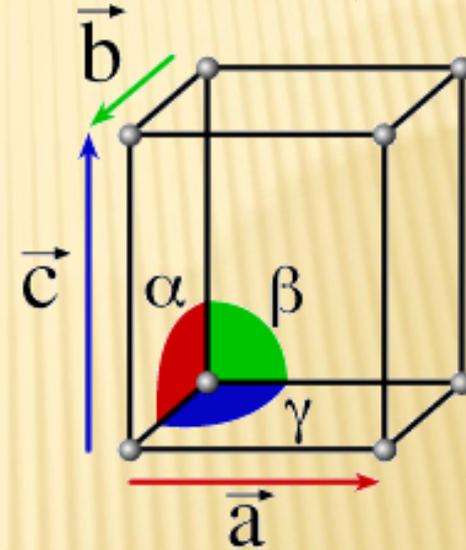
Le diamant est un cristal monoatomique de carbone. Sa formule est donc **C** . Tous les atomes de carbone sont liés chimiquement par une liaison covalente à leurs voisins. C'est un *cristal covalent*. La cohésion de ce type de cristal est extrêmement forte, ce qui explique sa très grande dureté.



Le diamant

Maille élémentaire

La maille élémentaire est définie par trois vecteurs élémentaires \vec{a} , \vec{b} et \vec{c} et de modules a , b et c respectivement.



Maille élémentaire : vecteurs et angles

Les angles entre ces vecteurs sont α , β et γ .

- α est l'angle entre les vecteurs \vec{b} et \vec{c}
- β est l'angle entre les vecteurs \vec{a} et \vec{c}
- γ est l'angle entre les vecteurs \vec{a} et \vec{b}

a , b et c et les angles α , β et γ sont les paramètres de maille.

Etats intermédiaires

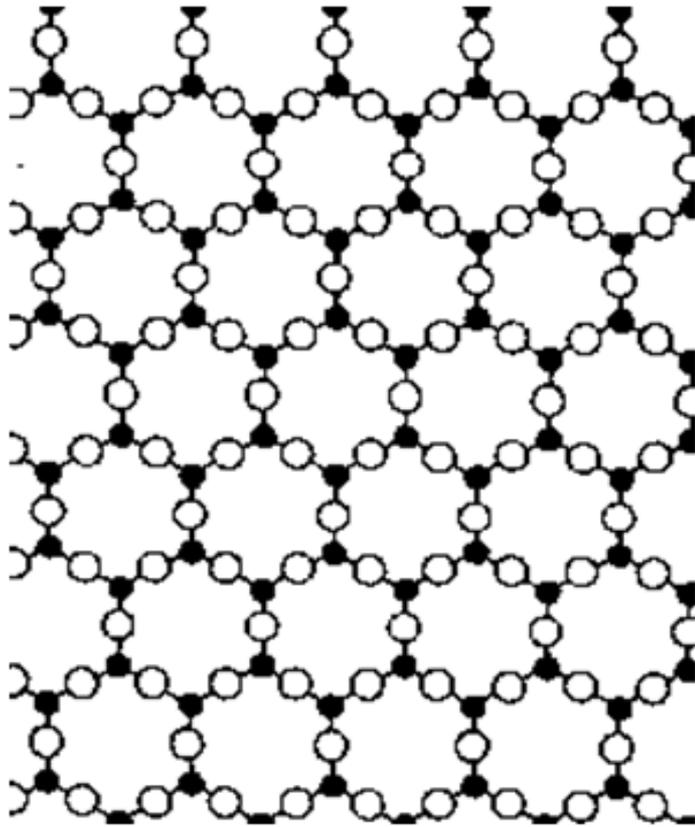
Les verres

un matériau dur, fragile (cassant) et transparent, à base de dioxyde de silicium et de fondants, c'est un solide non cristallin présentant le phénomène de transition vitreuse.

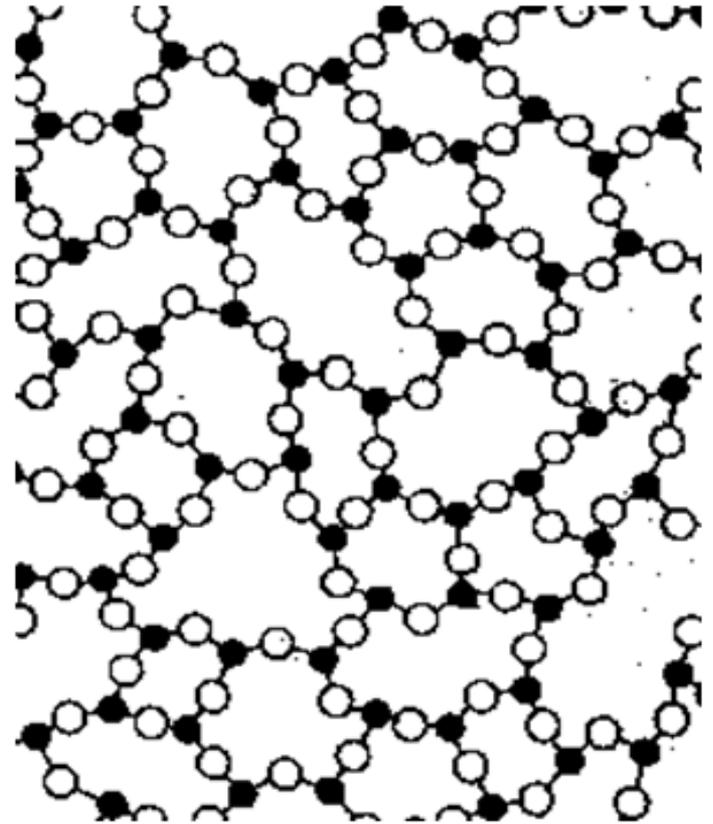


Structure

Le verre est un matériau amorphe, c'est-à-dire non cristallin. De ce fait, il présente un désordre structural important. Sa structure microscopique est telle qu'il n'existe aucun ordre à grande distance dans un verre. En cela, et en cela seulement, il est assez analogue à un liquide



Ordre Moléculaire de Crystal



Ordre Moléculaire de Verre

Transition vitreuse

D'un point de vue *thermodynamique*, le verre est obtenu à partir d'une phase **liquide** surfondue solidifiée au point de transition vitreuse,

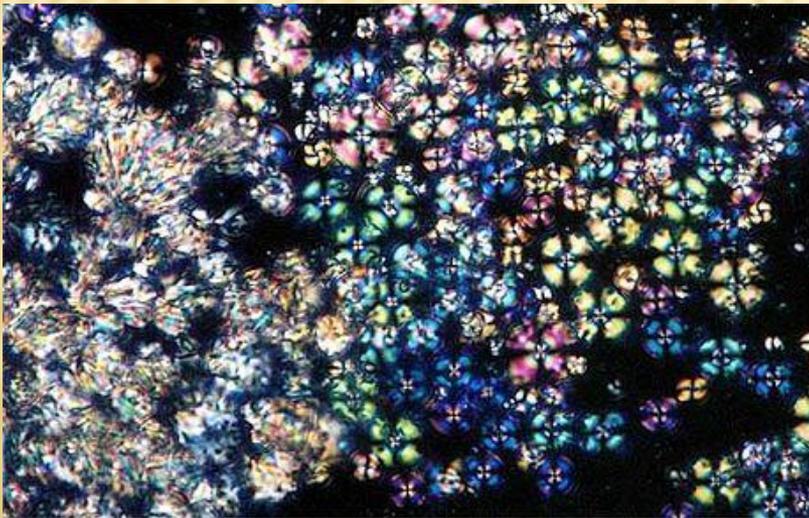
Utilisations

Le verre sert à fabriquer différents produits : notamment les *vitres*, les *bouteilles* ou autres récipients, les glaces et les verres optiques (de lunettes)



cristaux liquides

Un cristal liquide est un état de la matière qui combine des propriétés d'un liquide conventionnel et celles d'un solide cristallisé. On exprime son état par le terme de mésophase ou état mésomorphe (du grec « de forme intermédiaire »). La nature de la mésophase diffère suivant la nature et la structure du mésogène, molécule à l'origine de la mésophase, ainsi que des conditions de température, de pression et de concentration.



Matériau granulaire

Un matériau granulaire est un matériau constitué d'un grand nombre de particules solides distinctes, les grains, qui ne sont pas liés par des liaisons covalentes (c'est-à-dire des liaisons chimiques). Cette division en éléments multiples entraîne des comportements particuliers de ces matériaux, beaucoup de propriétés à grande échelle étant ainsi indépendantes des propriétés individuelles des grains.



MERCI DE VOTRE ATTENTION