

CHAPITRE 2 – La matière

2.1 De la préhistoire à aujourd'hui

L'Homme a de tout temps eu quelques notions sur la matière. L'homme **préhistorique** a déjà connaissance des métaux, des teintures, des premières poteries, des premiers parfums voire des premiers médicaments. Ces substances, tirées de la nature, constituaient des **découvertes importantes**. Mais ces découvertes n'étaient reliées entre elles par **aucune démarche scientifique**.

L'**Antiquité** vit la découverte de la transformation de substance en d'autres, par exemple, les Sumériens firent de la bière avec des grains de céréales. Et les philosophes grecs furent les premiers à chercher à comprendre la nature de la matière.

Entre autres, deux grandes théories naquirent : selon **Démocrite** (460-370 av J.-C.) toute matière est constituée de particules très petites, indivisibles et constamment en mouvement, particules ne différant l'une de l'autre que par leur forme et appelées «**atomos**», ce qui, en grec, signifie «indivisible» ; selon **Empédocle** (490-430 av J.-C.), toute matière est formée par combinaison de **quatre éléments fondamentaux**: l'eau, l'air, le feu et la terre.

L'intuition de Démocrite est admirable tant sa théorie atomiste est proche des théories actuelles. Cependant ce fut l'hypothèse d'Empédocle, reprise par Aristote (384-322 av. J.-C.) qui s'imposa, du fait du grand renom de ce dernier. Cette théorie, soutenue par l'Eglise, régna pendant plus de 20 siècles et constitua la base philosophique des recherches sur la matière.

Bien que connue depuis le 1^{er} siècle, l'**alchimie** s'est véritablement épanouie durant le **Moyen Âge** et bien que l'on ne puisse considérer comme scientifiques les recherches des alchimistes, il faut admettre que leurs travaux ont contribué à l'avancement de la science. Les chercheurs avaient deux buts précis: découvrir la **Pierre philosophale** (qui devait permettre de transformer des métaux vils en or) et la **panacée** (médecine absolue procurant à l'homme l'éternelle jeunesse). S'ils n'atteignirent jamais leurs buts, ils firent faire d'énormes progrès à l'étude de la matière et aux techniques de laboratoire.

L'époque de la **Renaissance** favorisa grâce à l'imprimerie une évolution rapide de la science. Robert Boyle (1627-1691), issu de la noblesse anglaise, définit la notion d'**élément** et mena à l'abandon de la théorie d'Aristote. Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) relia le phénomène de la combustion à l'oxygène de l'air et introduit la **chimie quantitative**. John Dalton (1766-1844) proposa en 1808 une théorie atomique où chaque élément est caractérisé par des **atomes** ayant une masse et des dimensions variant d'un élément à l'autre et prouva l'hypothèse des combinaisons chimiques en proportions constantes. L'idée de la distinction entre atomes et **molécules** ne se fit qu'en 1811, grâce à Amadeo Avogadro (1776-1856) et cette hypothèse ne fut pourtant vérifiée qu'en 1858 par Stanislao Cannizzaro (1826-1910).

Pendant tout le XIX^e siècle, les scientifiques cherchèrent à approfondir leurs connaissances des éléments et à en découvrir de nouveaux. En 1869, ils en avaient identifié 65 et **Dimitri Mendeleïev** (1834-1907) proposa un **système périodique des éléments** dans lequel il plaça les éléments en fonction de leurs caractéristiques chimiques et physiques. Il eut le génie de laisser des cases vides dans son tableau lorsque aucun élément connu n'y trouvait place et prédit ainsi l'existence de certains éléments non encore découverts.

Au début du XX^e siècle, les chimistes croyaient être parvenus à une vision désormais satisfaisante de la nature et du comportement des éléments. Cependant, la découverte de la **radioactivité** (1896) par Henri Becquerel (1852-1908), les travaux de Pierre Curie (1859-1906) et Marie Curie (1867-1934) balayèrent les illusions des scientifiques. Cette découverte marqua le début d'une révision révolutionnaire des théories sur la structure de l'atome, sur leurs liaisons et leurs modes de réaction. Ernest Rutherford (1871-1937) découvrit en bombardant une feuille d'or avec des particules que l'atome a un **noyau** très petit et très dense autour duquel tournent des **électrons**. Niels Bohr (1885-1962) fut en mesure de proposer un premier modèle de la structure électronique des atomes, jetant ainsi les bases de la théorie atomique moderne. Ce travail poursuivi en commun par des mathématiciens, des physiciens et des chimistes permit de construire les théories modernes.

2.2 Notions concernant la matière

Aspect

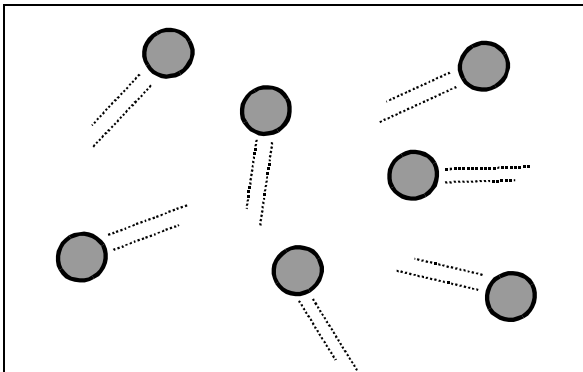
La matière qui constitue l'ensemble de l'univers peut prendre diverses formes et couleurs.

Exemples : - graphite et diamant ;
- liquides tels que l'eau ou à l'aspect métallique tel que le mercure.
- vapeurs incolores (vapeur d'eau) ou colorées (brun-rouge pour le brome)

Etats

L'observation directe de la matière nous montre qu'elle se présente, aux conditions habituelles de pression et de température, sous trois états principaux :

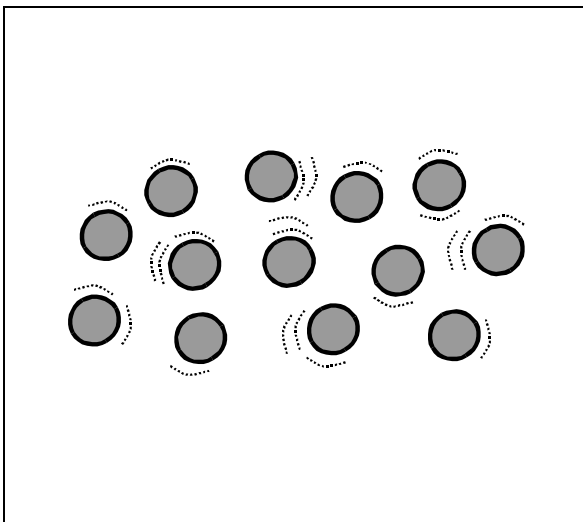
- **état solide**
- **état liquide**
- **état gazeux**

L'état gazeux

Molécules très éloignées les unes des autres.

Les gaz sont compressibles car ils n'ont pas de volume propre.

Ils s'agitent continuellement en un mouvement désordonné et aléatoire appelé mouvement Brownien.

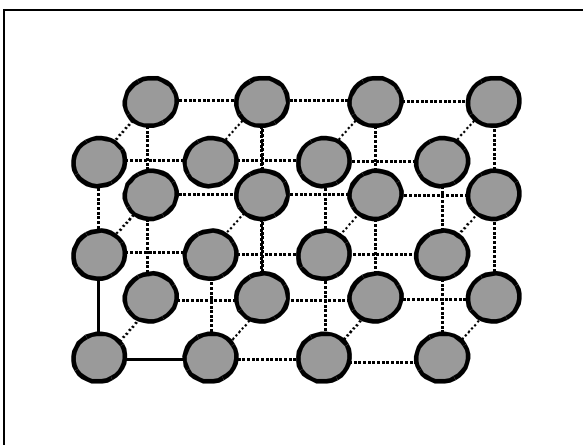
L'état liquide

Molécules plus proches que les molécules gazeuses.

Les liquides sont incompressibles: leur volume reste constant quelle que soit la pression exercée.

Ils n'ont pas de forme propre et occupent la forme que leur donne le récipient.

Les molécules de liquide sont libres de leur mouvement (mouvement Brownien).

L'état solide

Molécules très proches les unes des autres.

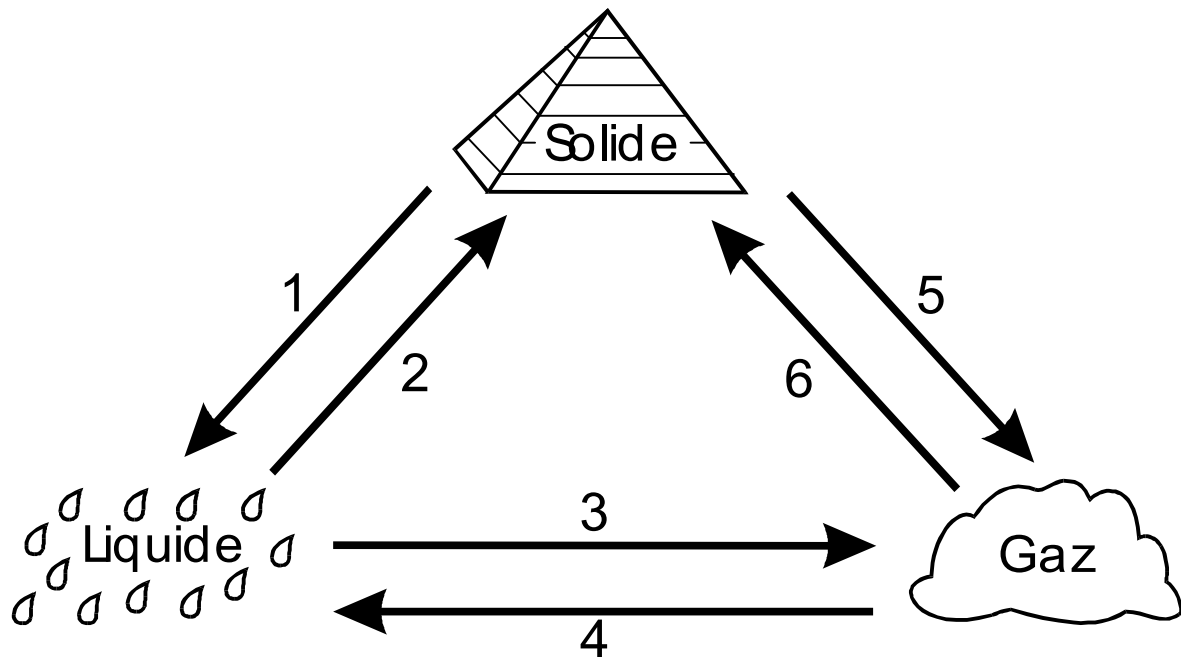
Forces intermoléculaires fortes.

Les molécules n'ont pas de mouvement Brownien, elles vibrent sur place.

Les solides sont par conséquent incompressibles et ont une forme et un volume bien définis.

2.3 Changements d'état

On appelle changement d'état la transformation au cours de laquelle la matière passe intégralement de l'un des trois états à un autre sous l'influence de la température ou/et de la pression. La figure ci-dessous illustre et définit ces changements d'état :



	Changement d'état	Nom	Exemple
1	Solide → Liquide		
2	Liquide → Solide		
3	Liquide → Gaz		
4	Gaz → Liquide		
5	Solide → Gaz		
6	Gaz → Solide		

2.4 Phénomène physique – phénomène chimique

La matière est caractérisée par un ensemble de propriétés (points de fusion, odeur, faculté de réagir chimiquement avec d'autres corps, etc.). Toute cause qui modifie les propriétés de la matière est appelée : **phénomène**.

Il existe deux types de phénomènes :

- a) les phénomènes qui n'altèrent pas la nature intime de la matière constituent les **phénomènes physiques**.

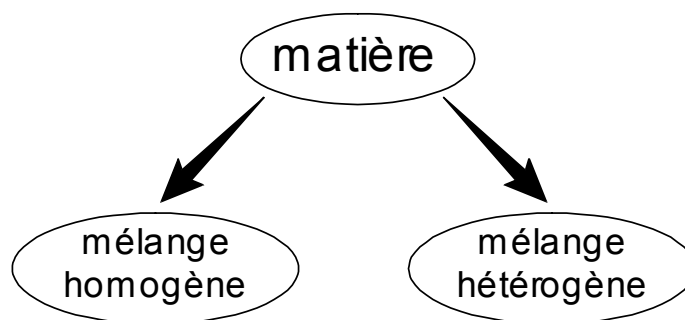
Exemple : les changements d'état de la matière.

- b) un phénomène qui modifie profondément la nature intime des corps en les transformant en d'autres corps est appelé : **phénomène chimique**.

Exemple : combustion d'un ruban de magnésium.

2.5 Composition de la matière

La matière se trouve généralement sous forme de mélanges. L'observation des mélanges, à l'œil nu ou à l'aide du microscope, permet de les classer en deux catégories : les **mélanges hétérogènes** et les **mélanges homogènes**.



Mélanges homogènes :

- les constituants sont indiscernables à l'œil nu ou au microscope.
- aspect : mêmes propriétés partout.
- la répartition des constituants est uniforme.

Exemples : l'eau salée, sucrée.

Mélanges hétérogènes : - immédiatement discernables à l'œil nu ou au microscope.
- on peut distinguer des parties ayant des aspects différents.
- la répartition des constituants est non uniforme.

Exemple : le granit (mica, feldspath, quartz).

Il est possible de séparer les constituants d'un mélange pour obtenir des corps purs. Les techniques employées sont physiques et n'ont aucune action sur la nature des produits séparés. Le mélange peut être reconstitué.

2.6 Quelques techniques de séparation physiques

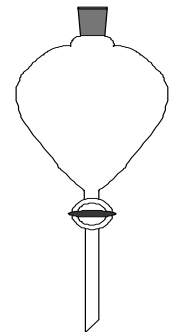
1. La filtration (mélange liquide - solide)

Lorsque le solide se dépose difficilement on fait passer le mélange au travers d'un papier filtre ou d'un verre fritté. Cette opération peut se faire à pression atmosphérique ou encore sous vide. Cette technique est basée sur la grosseur des particules.

Exemple : papier filtre pour le café

2. La décantation (mélange liquide - liquide ou liquide - solide)

Si le mélange se présente sous la forme d'un solide mélangé à un liquide, ou de deux liquides non miscibles, la décantation est l'opération la plus simple pour séparer les constituants du mélange. Cette technique n'est possible que si le solide se dépose facilement au fond du récipient. Elle est basée sur la **force de gravité** qui agit sur la **masse volumique** des substances mélangées.



Exemples : sédiments en suspension, séparation de l'eau et de l'huile.

3. La centrifugation (mélange liquide - solide)

Lorsque la décantation ou la filtration sont difficiles à réaliser, la technique la plus simple pour séparer un mélange solide - liquide est la centrifugation, sorte de décantation accélérée. Cette opération met à profit la force centrifuge (100 à 1000 fois la force de gravité). On provoque ainsi la sédimentation du solide au fond de l'éprouvette.

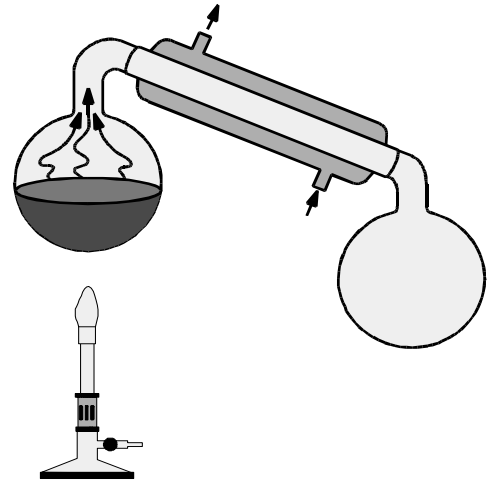
4. L'évaporation (mélange liquide - solide)

Technique basée sur l'évaporation du solvant.

Exemples : marais salant, dessalement de l'eau de mer.

5. La distillation (mélange liquide - liquide)

Sous l'action de la chaleur, les constituants d'un mélange de liquides vont se vaporiser au fur et à mesure que leur température d'ébullition est atteinte. On récupère alors les produits purs en condensant les fractions par refroidissement. Cette technique est basée sur la différence de point d'ébullition.



Exemple : la distillation du vin pour en extraire uniquement l'alcool

6. L'aimantation (mélange solide - solide ou liquide - solide)

Cette technique est basée sur les propriétés magnétiques des substances à séparer.

Exemple : tri du fer et de l'aluminium.

7. La sublimation (mélange solide - solide)

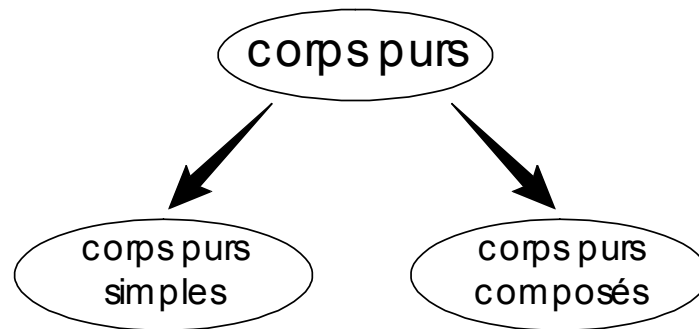
Elle permet la séparation d'un mélange de solide selon leur point de sublimation.

2.7 Les corps purs

Les différents constituants d'un mélange sont appelés des **corps purs**.

Tous les corps purs connus peuvent être identifiés grâce à leurs **constantes physiques** : masse volumique ρ , point de fusion PF, point d'ébullition PE, indice de réfraction, couleur... En pratique trois constantes suffisent pour identifier un corps pur.

On peut les classer en deux catégories :
- les **corps purs simples**
- les **corps purs composés**.



Corps purs simples : ils sont constitués d'atomes ou de molécules d'un seul type d'élément

Exemples :

Corps purs composés : ils sont constitués de molécules formées d'atomes de plusieurs éléments.

Exemples :

2.8 Les éléments

Toutes les substances de l'Univers peuvent être décomposées en une centaine de produits : les ELEMENTS. Il existe 118 éléments (92 naturels).

Tous les éléments sont classés dans le *tableau périodique des éléments*. Dans le but de simplifier l'écriture, on représente les éléments par des symboles qui sont une lettre majuscule correspondant à l'initiale du nom de l'élément en grec, latin, allemand, anglais, arabe, français ou suédois.

Exemples :

F : fluor, du latin fluo : couler

W : tungstène de l'allemand : Wolfram

Dans de nombreux cas, l'initiale seule pourrait prêter à confusion ; on utilise alors une seconde lettre, minuscule celle-là. Exemples :

P :

Po :

C :

Cu :