La réaction chimique, les atomes et les molécules

I Les atomes et les molécules.

a. Des particules, mais lesquelles?

Lavoisier et ses poursuivants ont constaté que la matière se conservait. L'histoire de la chimie particulaire au cours du XIX° a été très mouvementée.

- Reprenons une équation bilan **d'une réaction chimique exothermique, une combustion**

carbone + dioxygène => dioxyde de carbone

En prenant **le modèle particulaire** (et **la conservation de la matière)**, on en déduit que le dioxyde de carbone est fait de particules «composites». Les particules du dioxyde de carbone comportent à la fois celles provenant du carbone et celles provenant du dioxygène. Nous appelons ces particules **des** molécules.

- De plus les plantes savent faire la réction inverse avec la photosynthèse (la lumière fournissant l'énergie nécessaire). En simplifiant on a ceci.

dioxyde de carbone => carbone + dioxygène

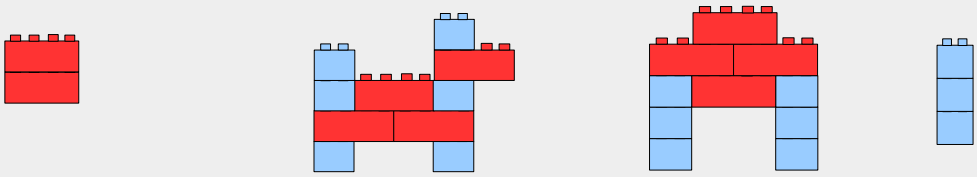
b. L'histoire n'est pas simple : La chimie au XIX° siècle

On en déduit l'existence de **particules élémentaires et insécables dans les réactions chimiques : Les atomes. Nous les comparerons aux légos.**

Atome = LEGO

On a déduit aussi l'existence de **particules composites** comme dans **le dioxyde de carbone** faites avec des compositions d'atomes : **Les molécules**.

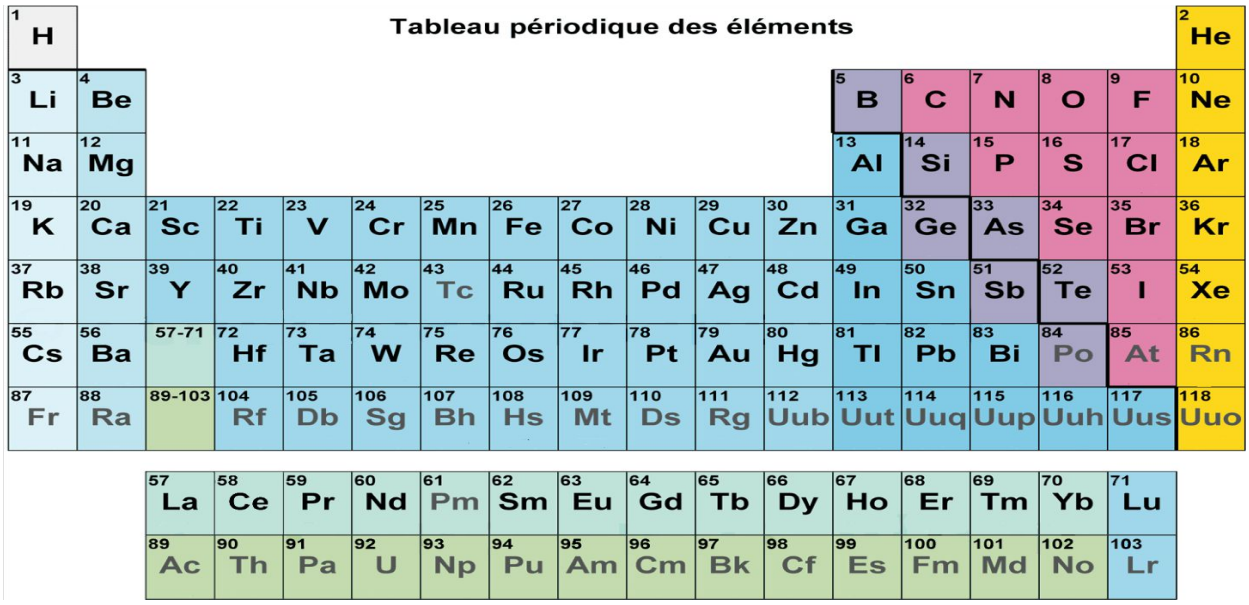
Association d'atomes en groupements = Des molécules



c. Les atomes et le tableau périodique

Lorsque les chimistes se sont rendus compte qu'il y avait des particules élémentaires, ils ont pu se mettre à les chercher de manière systématique. En effet, elles ne sont pas toutes différentes, il y a des «espèces» d'atomes, nous dirons **des éléments**. Ainsi dans le tableau périodique, chaque case représente une «espèce» d'atome ou élément.

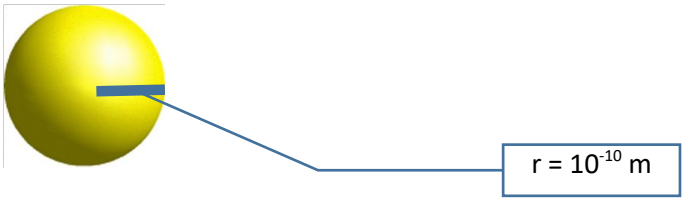
La tableau des éléments existants dans la nature connue



d. C'est quoi une réaction chimique.

Lors d'une réaction chimique, la nature **démonte** sous l'action exercée (température, pression, tension...) ses «légos» pour **les remonter autrement**.

Les atomes se réorganisent dans une réaction chimique mais ne disparaissent pas. Ils sont très petits mais très solides. Ils datent pour certains de l'univers jeune et pour la plupart d'étoiles mortes.



En chimie, les atomes se conservent

Les chimistes ont fini par trouver **tous** les atomes constituants ce tableau. Une des difficultés venant du fait que certaines espèces sont rares. Certains atomes sont courants et d'autres beaucoup moins sur Terre.

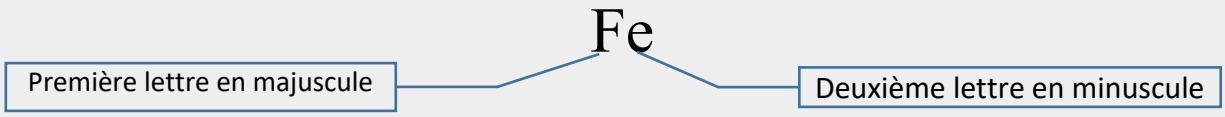
II Les bases de la chimie et de son formalisme

a. L'écriture des symboles chimiques

Il existe, environ, une centaine d'espèces atomiques. Ils sont regroupés dans le tableau «périodique». Les noms des atomes **sont symbolisés par une ou deux lettres :** La première est toujours **une lettre majuscule** et la seconde quand elle existe est une lettre minuscule.

Bien qu'il n'y ait pas de règles absolues (selon les origines historiques), c'est souvent la première lettre du nom de l'atome qui est utilisée mais pas toujours.

Symbole chimique du fer

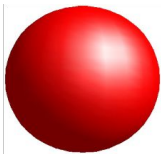
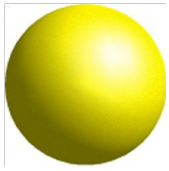
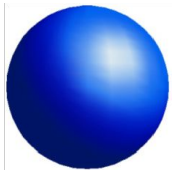


b. Symboles chimiques d'atomes courants

Atome d'oxygène : **O**	Atome d'azote : **N**	Atome de fer : **Fe**	Atome de cuivre : **Cu**
Atome de carbone : **C**	Atome d'hydrogène : **H**	Atome d'aluminium : **Al**	Atome de sodium : **Na**
Atome de soufre: **S**	Atome de chlore : **Cl**	Atome de zinc : **Zn**	Atome d'argent : **Ag**

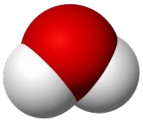
c. Modélisation courante (convention)

On associe des **modèles colorés** aux atomes les plus courants pour mieux les distingués sur les représentations (dessins, maquettes...) comme ci-dessous.

Carbone : C	Oxygène : O	Hydrogène : H	Chlore : Cl	Soufre : S	Azote : N
					
Noir/Gris	Rouge	Blanc	Vert	Jaune	Bleu

d. Les molécules

Les molécules sont **des groupements** d'atomes. Les atomes ne restant pas le plus souvent isolés dans la nature. Les molécules sont donc très courantes dans la nature. Les êtres vivants sont principalementconstitués avec des molécules. Par exemple, la **molécule d'eau est un groupement de trois atomes.**



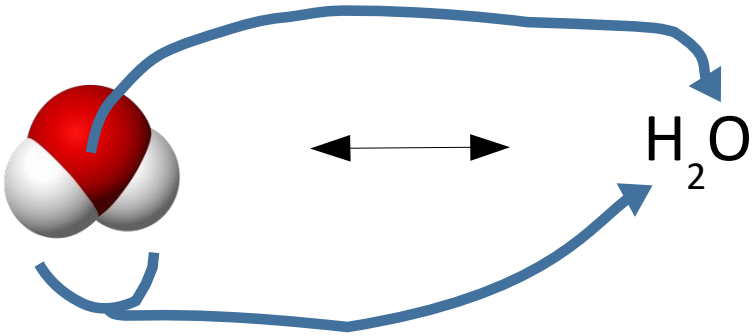
- **Quels sont ces atomes ? ….....**

Il n'y a pas de limite théorique à la quantité d'atomes dans une molécule. Certaines molécules comportent des quantités très importantes d'atomes (ADN par exemple). La molécule est un **groupement qui** se conserve le plus souvent lors d'un changement d'état (fusion par exemple). Si ce n'était pas le cas, ce ne serait plus la même molécule (=> réaction chimique).

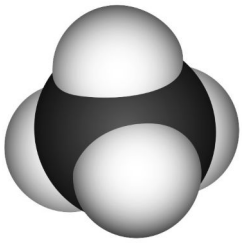
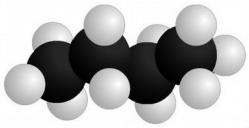
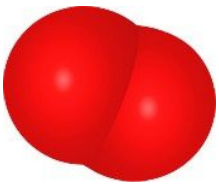
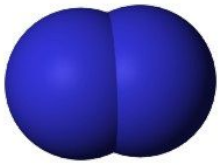
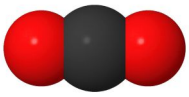
e. La formule chimique des molécules

Une molécule est **un groupemen**t qui comporte différents atomes. Pour créer une formule chimique, on écrit **les symboles des espèces atomiques** (par ordre alphabétique -par défaut-) qui constituent cette molécule puis on indique **en indice (en bas à droite du symbole chimique)** leurs quantités. Le 1 ne s'écrit pas car la présence d'un symbole chimique montre la présence minimale d'un atome. **Il est muet**.

Exemple de correspondance entre un modèle de la molécule d'eau et sa formule chimique



Quelques exemples courants de molécules

Molécule de méthane **CH_4**	Molécule de butane **C_4H_{10}**	Molécule de dioxygène **O_2**	Molécule de diazote **N_2**	Molécule de dioxyde de carbone **CO_2**
				

III Conservation des atomes lors de la réaction chimique

a. Une réaction chimique est une réorganisation des atomes.

Lors d'une réaction chimique les atomes se conservent. Les atomes liés dans les molécules peuvent se séparer (sous l'action de la chaleur par exemple) et se regrouper autrement.

Exemple de la réaction de combustion du méthane :

Méthane + dioxygène → dioxyde de carbone + eau

Les atomes des réactifs se séparent pour s'associer autrement mais <u>ils se conservent en nombre et en nature</u>. <u>La matière se conserve</u>.

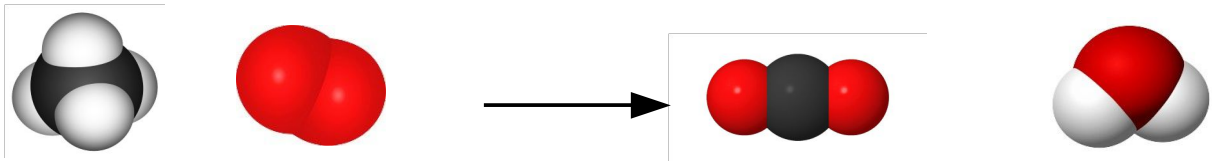
b. Des proportions liées à la conservation des atomes

Pour qu'une réaction chimique soit totale il faut que **les réactifs disparaissent** complètement. De fait, il faut respecter certaines proportions. Pour trouver ces proportions idéales, il faut respecter la **conservation des atomes.** On indique ces proportions dans l'équation bilan **devant** chaque formule chimique pour indiquer le nombre d'atomes ou de molécules. Ce sont des coefficients stœchiométriques.

Regardons l'exemple ci-dessous avec la combustion du méthane

Méthane + dioxygène → eau + dioxyde de carbone

- Dans ce cas, il est clairement impossible qu'une seule molécule de méthane puisse réagir avec une seule molécule de dioxygène.
- Les atomes d'oxygène (par exemple) ne pourraient se conserver, or ils sont chimiquement

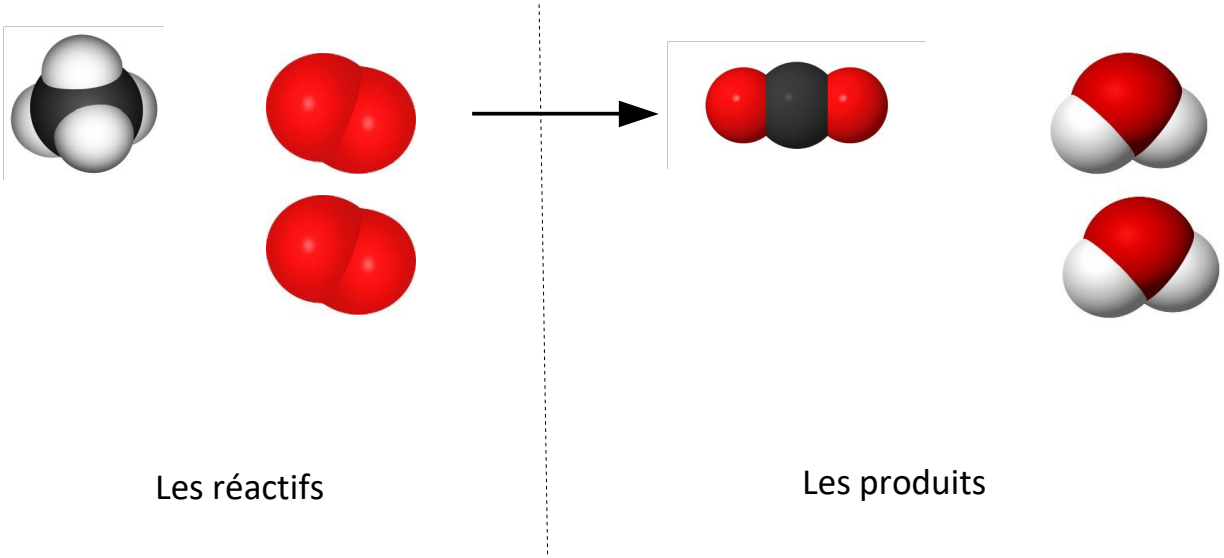


indestructibles !

- Ici 4 atomes d'hydrogène (blancs) ne peuvent donner 2 atomes d'hydrogène comme il est écrit. Il faut modifier **les proportions**.

=> On ne peut obtenir une molécule d'eau avec la combustion d'une molécule de méthane.

Pour trouver les bonnes proportions permettant l'équilibration on respecte les réactifs et les produits observés et on **applique la conservation des atomes et des règles logiques.**

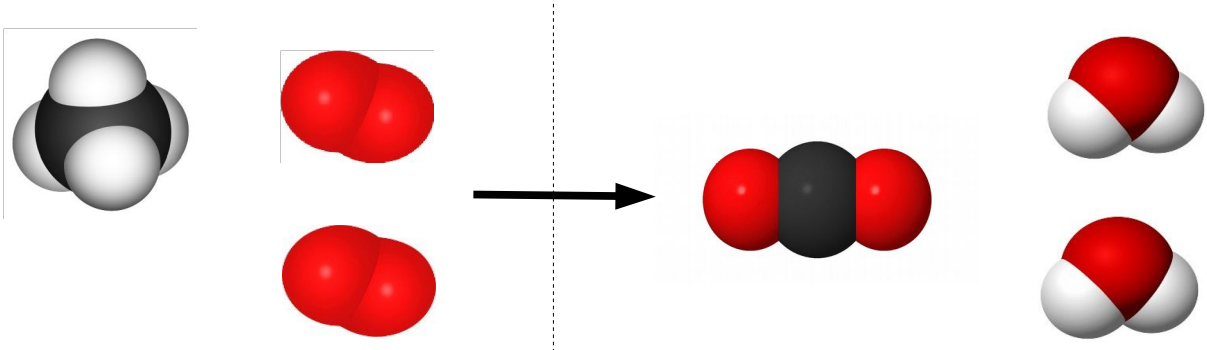


Les réactifs réagissent donc dans **certaines proportions** et on obtient **des produits dans d'autres proportions**. Ceci est encore une fois lié à **la conservation des atomes** qui comme des légos peuvent se démonter et se remonter mais le jeu ne comporte toujours que les mêmes légos !

Notre univers chimique visible n'est constitué que d'un jeu déterminé d'atomes. La réaction chimique ne peut en créer ou en détruire.

c. L'équation bilan avec les formules chimiques

- Reprenons la combustion du méthane avec une modélisation. On obtient donc ceci.



Réactifs	Produits
1 atome de carbone (noir) 4 atomes d'hydrogène (blanc) 4 atomes d'oxygène (rouges)	1 atome de carbone 4 atomes d'hydrogène 4 atomes d'oxygène

MAIS on peut aussi on peut écrire l'**équation bilan d'une réaction chimique avec les formules chimiques.** On indique avec des coefficients (multiplicateurs) devant la formule chimique pour indiquer les quantités de molécules ou d'atomes (s'ils sont seuls). On prend les coefficients entiers les plus petits possible. Le 1 est encore une fois muet et ne s'écrit (le plus souvent) pas.

On obtient alors ici :

$$CH_4 + 2\,O_2 \Rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

C = 1 atome de carbone

4 H = 4 atomes d'hydrogène

2 x 2 O = 4 atomes d'oxygène

2 x 2H = 4 atomes d'hydrogène

C = 1 atome de carbone

2 x O = 2 atomes d'oxygène

4 O

2 O = 2 atomes d'oxygène

La conservation des atomes est assurée, **l'équation est équilibrée**

On respecte la conservation des atomes, ceci décrit la réalité

Le formalisme avec les formules chimiques est beaucoup plus pratique qu'avec les schémas surtout quand les quantités atomiques sont importantes. Le chimiste favorisera donc l'écriture avec les formules chimiques.

S'entraîner ici et compléter : Equations-bilans n°01, équations-bilans n°02 et équations-bilans n°03

☐	H_2 + Cl_2 → HCl	vérifier
☐	Fe + Cl_2 → $FeCl_3$	vérifier
☐	SnO + O_2 → SnO_2	vérifier
☐	Mg + CO_2 → CO + MgO	vérifier
☐	Al + H_2O → Al_2O_3 + H_2	vérifier
☐	C_2H_6O + O_2 → CO_2 + H_2O	vérifier
☐	C_6H_6O + O_2 → CO_2 + H_2O	vérifier
☐	Zn + SO_2 → ZnO + S	vérifier
☐	Fe_2O_3 + CO → Fe_3O_4 + CO_2	vérifier
☐	N_2H_4 + H_2O_2 → N_2 + H_2O	vérifier

PCCL ©

d. Activité

- En utilisant la feuille avec les modèles atomiques et moléculaires à découper, vous devrez trouver les quantités minimales des produits et des réactifs en respectant les règles de la nature.
- Écrire les équations bilan et coller en dessous les modèles découpés correspondant pour les deux équations données, ci-dessous.
- En déduire les proportions à respecter et les écrire en français.

Équations bilan à étudier	
Équation n°1 :	**carbone + dioxygène => dioxyde de carbone**
Équation n°2 :	**dioxyde de carbone + dihydrogène => méthane + eau**

Pour respecter **les conventions**, il faudra colorier les atomes ci-dessous et **dans les modèles à découper.**

Atome de carbone : noir

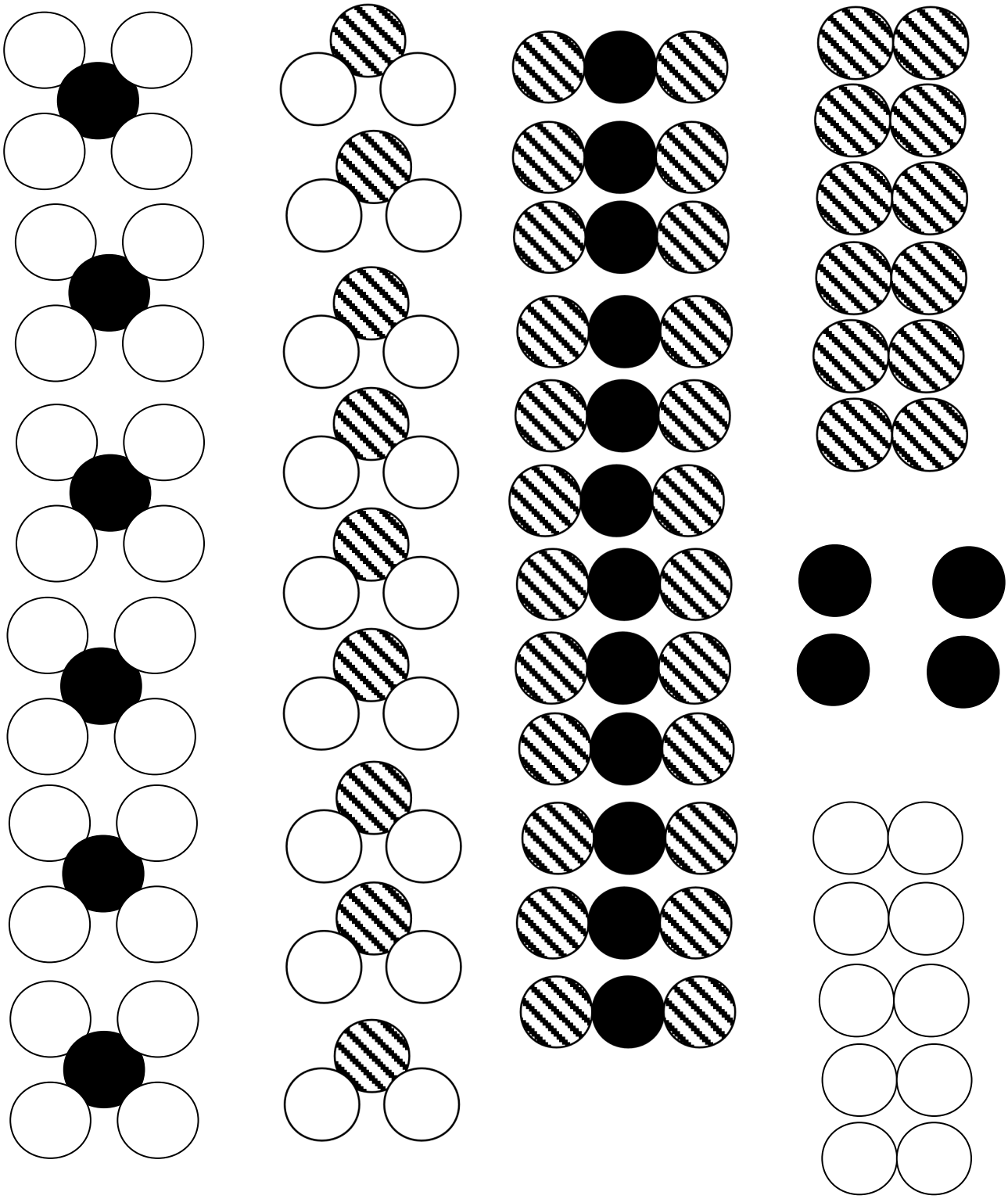
Atome d'oxygène : rouge

Atome d'hydrogène : blanc

Règle de la nature à respecter pour chaque réaction chimique

- Les atomes initiaux et finaux sont les mêmes (espèces, quantités...)
- Les réactifs et les produits identifiés ne sont pas modifiables pour une réaction observée.

Molécules et atomes à découper

Pour s'entraîner voici deux liens (animations en Flash)

Lien n°1 et lien n°2