

Séquence n° 7 : L'histoire de l'atome

Il y a longtemps que l'homme s'interroge sur les constituants les plus petits de la matière. Au VI^e siècle av. J.-C., Thalès de Millet suppose que toute la matière s'est formée à partir d'un seul élément : l'eau. Au V^e siècle av. J.-C. Héraclite pense que l'élément de base est le feu, alors que Empédocle pense qu'il s'agit du mélange de l'eau, du feu, de l'air et de la terre.



Au IV^e siècle av. J.-C., les philosophes grecs Leucippe et **Démocrite (460-370 av. J.-C.)** émettent l'hypothèse que toute matière est composée de particules minuscules, invisibles à l'œil nu, en mouvement perpétuel, très solides et éternelles : les atomes, du mot grec *atomos* qui signifie « qui ne peut pas être divisé ».

Le philosophe Aristote rejette cette théorie et pendant plus de vingt siècles tous les travaux des alchimistes sont basés sur l'idée des quatre éléments. Il faut attendre 1805 pour que le concept (ne reposant que sur l'intuition !) de l'atome resurgisse. Après avoir étudié de nombreuses réactions chimiques, **John Dalton (1766-1844)** physicien et chimiste britannique postule l'existence de plusieurs sortes d'atomes, indivisibles.



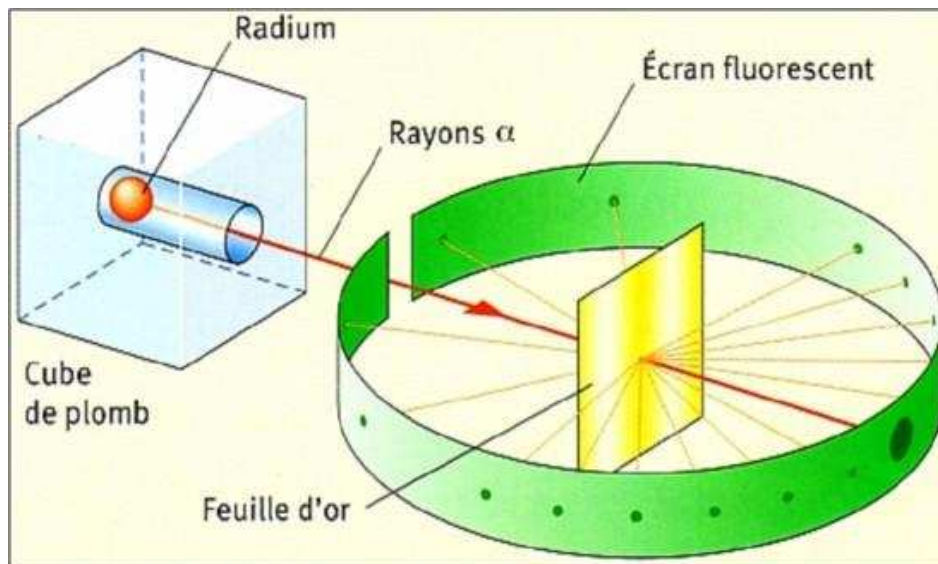
En 1811, **Amedeo Avogadro (1776-1856)**, physicien et chimiste italien, émet l'idée que les atomes se combinent pour former des molécules et évalue la taille des atomes, de l'ordre de 10^{-10} m.

En 1879, l'anglais William Crookes (1832-1919) montre qu'il est possible d'extraire de la matière des particules chargées négativement.

À la fin du XIX^e siècle, **Joseph John Thomson (1856-1940)** physicien anglais, prix Nobel de physique en 1906, montre que l'atome n'est pas une particule élémentaire mais qu'il contient lui-même des particules négatives (comme montré par Crookes), appelées **électrons**. Il établit ainsi le premier modèle de l'atome : les électrons, chargés négativement, sont immergés dans une masse positive, « comme les raisins dans un gâteau » (le pudding).



En 1911, **Ernest Rutherford (1871-1937)**, physicien britannique d'origine néo-zélandaise, prix Nobel de chimie en 1908, précise la structure de l'atome. Quand il bombarde une mince feuille d'or avec des particules α (noyau de l'atome d'hélium), la majorité des particules traverse la feuille d'or en subissant une légère déviation, mais certaines sont rejetées en arrière. Cette expérience met en évidence le caractère **lacunaire** de la matière et montre que les charges positives de l'atome sont fortement localisées dans l'espace. E. Rutherford propose alors un modèle en accord avec cette observation : le modèle planétaire ; Rutherford postule une représentation lacunaire de la matière où les électrons sont satellisés autour d'un noyau chargé positivement dont la taille est de l'ordre de 10^{-14} m.



Le scintillement lumineux observé sur l'écran permet de visualiser la collision par les particules α .

Le modèle atomique de Rutherford n'était pas satisfaisant car il était instable. En effet, selon les lois de l'électromagnétisme, toute particule chargée ayant un mouvement accéléré émet du rayonnement électromagnétique. D'après le modèle de Rutherford, les électrons, dans leur mouvement circulaire autour du noyau atomique, devraient donc émettre du rayonnement, perdre leur énergie et tomber sur le noyau atomique.

Ce problème conduit **Niels Bohr (1885-1962)**, physicien danois, prix Nobel de physique en 1922, à émettre en 1913 des hypothèses audacieuses : les électrons se répartissent sur des couches bien déterminées, chaque couche (ou niveau d'énergie) possédant un nombre limité d'électrons. C'est en émettant ou en absorbant un photon que l'électron peut passer d'une orbite à une autre.



En 1918, Rutherford bombarde de l'azote avec des particules α et trouve des traces d'hydrogène. Il en conclut que le noyau d'hydrogène est une particule élémentaire qui entre dans la constitution du noyau atomique et l'appelle **proton**, du grec *protos*, qui signifie premier.



En 1932, **James Chadwick (1891-1974)**, physicien anglais, prix Nobel de physique en 1935, bombarde du béryllium avec des particules α et met en évidence un flux de particules électriquement neutres et de masse voisine à celle du proton : il découvre le **neutron**.

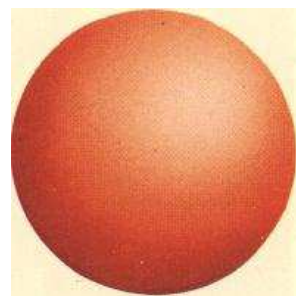
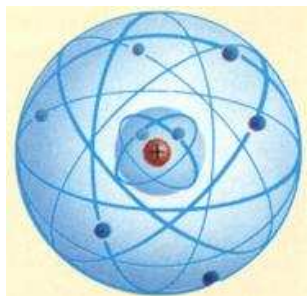
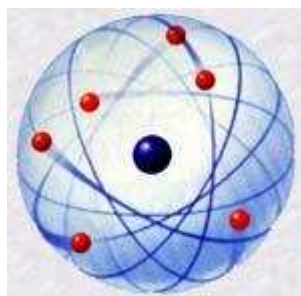
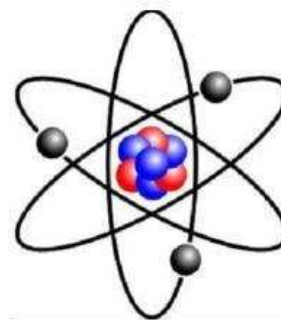
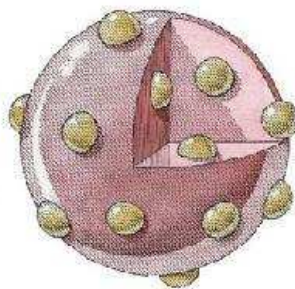
Actuellement l'atome n'est plus représenté comme le modèle planétaire de Bohr, mais comme un noyau entouré d'un « nuage électronique ».

En 1960, **Murray Gell-Man (1929)**, physicien américain, prix Nobel de physique en 1969, découvre de nouvelles particules, plus petites que les protons et les neutrons : les quarks.



Séquence n° 7 : L'histoire de l'atome

Voici différentes représentations schématiques de l'atome. Remettez-les dans l'ordre chronologique en indiquant le nom de son concepteur.



A partir du texte faire un résumé de la constitution d'un atome.

Symbole du noyau d'un atome :

Le noyau d'un atome de symbole chimique X est : $\frac{A}{Z}X$

Exemple : ${}_{29}^{63}Cu$ Cu représentant le cuivre. Donner la constitution de cet atome de cuivre.

Complétez le tableau suivant :

Nom de l'atome	tritium	argent	carbone	mercure	fer	Or	deutérium
symbole	3_1H	${}^{107}_{47}Ag$	${}^{12}_6C$	${}^{202}_{80}Hg$	${}^{56}_{26}Fe$	${}^{197}_{79}Au$	2_1H
Nombre de protons							
Nombre de neutrons							
Nombre d'électrons							

Masse d'un atome : A la suite du résumé de la constitution d'un atome, comparez la masse d'un nucléon avec celle d'un électron. Conclure.

Dimensions d'un atome : Pour les petits atomes, on peut considérer :

- rayon du noyau : $r_n \approx 10^{-15}$ m
- rayon de l'atome : $r_a \approx 10^{-10}$ m

A la suite du résumé de la constitution d'un atome, comparez le rayon de l'atome avec celui de son noyau. Conclure.

Formation des ions :

Prenez un ion chargé positivement dont vous connaissez la formule. A partir de l'atome correspondant à cet ion, expliquez la formation de l'ion.

Prenez un ion chargé négativement dont vous connaissez la formule. A partir de l'atome correspondant à cet ion, expliquez la formation de l'ion.

Application : Complétez les tableaux suivants :

Nom de l'atome	sodium	potassium	hydrogène	cuivre	fer	aluminium
symbole	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{39}_{19}\text{K}$	${}^1_1\text{H}$	${}^{63}_{29}\text{Cu}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	${}^{27}_{13}\text{Al}$
Nbre de protons						
Nbre de neutrons						
Nbre d'électrons						

Pour le tableau suivant, noter les nombres qui sont modifiés en rouge.

Nom du cation	sodium	potassium	hydrogène	cuivre	Fer (II)	Fer (III)	aluminium
formule	Na^+	K^+	H^+	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
Nbre de protons							
Nbre de neutrons							
Nbre d'électrons							

Quel est à votre avis l'autre nom de l'ion hydrogène, vu sa composition.

Nom de l'atome	chlore	iode	brome	fluor	soufre	oxygène	Azote
symbole	$^{35}_{17}\text{Cl}$	$^{127}_{53}\text{I}$	$^{79}_{35}\text{Br}$	$^{19}_{9}\text{F}$	$^{32}_{16}\text{S}$	$^{16}_{8}\text{O}$	$^{14}_{7}\text{N}$
Nbre de protons							
Nbre de neutrons							
Nbre d'électrons							

Pour le tableau suivant, noter les nombres qui sont modifiés en rouge.

Nom de l'anion	chlorure	iodure	bromure	fluorure	sulfure	oxyde	Nitride
formule	Cl^-	I^-	Br^-	F^-	S^{2-}	O^{2-}	N^{3-}
Nbre de protons							
Nbre de neutrons							
Nbre d'électrons							

L'élément chimique :

Métal fer ?

Le fer n'est pratiquement pas utilisé à l'état pur (il est utilisé à l'état pur pour résoudre certains problèmes de soudabilité, notamment sur aciers inoxydables).

C'est le principal élément entrant dans la composition de l'acier. L'acier est un alliage à base de fer additionné d'un faible pourcentage de carbone (de 0,008 à environ 2,14 % en masse). La teneur en carbone a une influence considérable (et assez complexe) sur les propriétés de l'acier : en deçà de 0,008 %, l'alliage est plutôt malléable et on parle de « fer » ; au-delà de 2,14 %, les inclusions de carbone sous forme graphite fragilisent la microstructure et on parle de fonte. L'appellation "fil de fer" ne signifie en rien fil en fer pur Fe, les fils de fer sont en fait fabriqués en acier doux, très malléable.

Le fer dans les épinards !

HISTOIRES DE SAVOIR - La chronique de Jean-Luc Nothias du 1er octobre 2008. Le Figaro

...L'épinard serait très riche en fer et des générations de mamans ont cru bien faire en obligeant leurs enfants, malgré leurs cris de désespoir, à en avaler. Et ce n'est pas que de la faute à Popeye.

Donc, il faut le dire haut et fort, l'épinard, avec ses 2,7 mg de fer pour 100 g de feuilles fraîches, n'est pas du tout l'aliment le plus riche en fer. Il en possède moins, par exemple, que les lentilles ou les haricots. De plus, le corps humain absorbe moins bien le fer d'origine végétale que celui d'origine animale. Les palourdes ou les huîtres en sont fort bien pourvues, tout comme le foie, les rognons ou même la viande rouge... C'est lui qui, au sein de la grosse molécule d'hémoglobine, va « sangler » les molécules d'oxygène pendant leur transport dans les artères et vaisseaux sanguins, puis les libérer dans les tissus.



Que de rouille !

Le fer, combiné à l'oxygène, forme trois oxydes : FeO (oxyde ferreux), Fe₂O₃ (oxyde ferrique), Fe₃O₄ (oxyde magnétique). A l'air libre en présence d'humidité, il se corrode en formant de la rouille Fe₂O₃ · n(H₂O). La rouille étant un matériau poreux, la réaction d'oxydation peut se propager jusqu'au cœur du métal.



Faire le bilan des espèces citées où apparaît le « fer ».

Comme il ne s'agit pas du même fer, on parle de l'élément fer. Noter la définition de l'élément.

Les isotopes :

Cherchez la définition des isotopes.

Vous en avez déjà rencontré dans les tableaux précédents. Lesquels ? Cherchez-en d'autres.

Couches d'électrons :

Selon Niels Bohr, les **électrons** se répartissent sur différentes couches.

Ces couches sont appelées K (pour la couche de numéro $n = 1$), L (pour la couche de numéro $n = 2$), M (pour la couche de numéro $n = 3$), de la plus proche à la plus éloignée du noyau.

Le remplissage des couches obéit à certaines règles.

Le nombre maximal d'électrons pouvant occuper une couche de nombre n est :

.....

Compléter le tableau suivant :

Numéro de la couche	1	2	3
Nom de la couche			
Nombre maximal d'électrons pouvant occuper cette couche			

Lorsqu'une couche contient le maximum d'électrons qu'elle peut accueillir, on dit qu'elle est

.....

On doit toujours commencer par remplir la couche K. Lorsque cette couche K est saturée, on remplit la couche L, puis de même la M.

Pour noter plus simplement le nombre d'électrons par couche, on utilise **une formule électronique** : on note le nom de la couche entre parenthèses et le nombre d'électrons en exposant.

Exemple : formule électronique : (K)² (L)³ veut dire deux électrons sur la couche K et 3 sur la couche L.

Les électrons occupant la dernière couche sont appelés **électrons périphériques ou externes**.

Complétez, en suivant les règles précédentes, le tableau suivant : notez en rouges les électrons externes et indiquez sous chaque atome sa formule électronique et son nom.

1_1H							4_2He
7_3Li	9_4Be	${}^{11}_5B$	${}^{12}_6C$	${}^{14}_7N$	${}^{16}_8O$	${}^{19}_9F$	${}^{20}_{10}Ne$
${}^{23}_{11}Na$	${}^{24}_{12}Mg$	${}^{27}_{13}Al$	${}^{28}_{14}Si$	${}^{31}_{15}P$	${}^{32}_{16}S$	${}^{35}_{17}Cl$	${}^{40}_{18}Ar$

Règle du duet et de l'octet :

Dans la nature, les atomes ont généralement tendance à s'associer pour former des **molécules** ou des **composés ioniques**.

Par contre, les atomes des gaz nobles réagissent très difficilement.

Complétez le tableau suivant :

Nom	hélium	néon	argon	krypton
Symbole	4_2He	${}^{20}_{10}Ne$	${}^{40}_{18}Ar$	${}^{84}_{36}Kr$
Formule électronique				

Que constatez-vous qui puisse expliquer que ces atomes soient plus stables que les autres ?

Connaissez-vous des ions qui possèdent la même caractéristique ?

On en déduit les règles du duet et de l'octet.

Les molécules :

Qu'elle soit inerte ou vivante, d'origine naturelle ou artificielle, la matière est faite de l'assemblage plus ou moins régulier et plus ou moins dense de toutes petites particules de matière que l'on appelle des atomes. Telles les briques d'un mur d'habitation, ces atomes sont en quelque sorte les briques qui fondent toute la matière de notre Terre et d'une bonne partie de l'Univers.

Mais ces briques sont si petites qu'elles demeurent irrémédiablement invisibles à notre œil : il faudrait en effet empiler environ un million d'atomes pour obtenir l'épaisseur d'un cheveu !

Ces atomes peuvent s'associer en nombre limité. Ils forment alors une entité que l'on appelle une **molécule**, une molécule étant un ensemble fini et stable d'atomes arrangés selon une géométrie particulière. Il en existe de toutes les tailles.

Les plus petites sont constituées de deux atomes, telles les molécules d'hydrogène constituées de deux atomes d'hydrogène et notées H_2 (H pour atome d'hydrogène) et les molécules de dioxygène notées O_2 (O pour atome d'oxygène).

Mais il en existe aussi de très grosses, formées d'un très grand nombre d'atomes : c'est le cas des molécules dont sont constitués les polymères (les plastiques, les colles...); celles-ci sont en effet formées de l'enchaînement d'un même motif moléculaire répété plusieurs centaines ou milliers de fois.

La diversité des assemblages auxquels conduisent les assemblages d'atomes a permis d'engendrer la très grande variété du monde qui nous entoure.

Extrait du site du CNRS
Centre National de la Recherche Scientifique

Donner la définition de « molécules » et des exemples.