

L'atome

source : http://www.cea.fr/jeunes/themes/la_radioactivite/l_atome/la_physique_nucleaire

AU CŒUR DE LA MATIÈRE : LES ATOMES

Les philosophes, tels que Leucippe et Démocrite qui ont tenté de répondre aux questions portant sur le commencement et la fin du cosmos, l'unité et la diversité des êtres matériels, ont trouvé un dénominateur commun pour tous les êtres, pour tout l'univers : **l'atome**.

Au fil des années et des siècles, cette volonté de comprendre l'origine du monde a contribué à considérer l'atome comme un objet physique par les physiciens. Cette "petite unité de matière" a permis de faire un grand pas dans la compréhension de notre univers et est encore au centre de nombreuses recherches, mais elle n'a pas dit son dernier mot.

Un atome est constitué d'un noyau de protons et de neutrons, et d'un nuage d'électrons.

HISTORIQUE

-Dès le V^e siècle avant Jésus-Christ, Leucippe, puis Démocrite, nomment "atome" (du grec "atomos" qui ne peut être coupé) cette "petite unité de matière", éternelle, illimitée et constamment en mouvement rapide. Il faudra attendre plus de 2 500 ans pour approfondir cette connaissance. En 1897, Joseph John **Thomson** découvre l'un des composants de l'atome, l'électron. En 1904, il imagine que les atomes sont des sphères remplies d'une substance électriquement positive et fourrée d'électrons négatifs.

-En 1911, un savant anglais, **Ernest Rutherford**, voit que des particules projetées sur de la matière la traversent comme si c'était du vide, sauf quelques-unes, très rares qui sont déviées ou même rebondissent comme des balles de fusil tirées contre une large et haute haie recelant quelques billes d'acier. **Il découvre ainsi le noyau atomique** qui concentre presque toute la masse de l'atome dans un volume cent mille fois plus petit que ce dernier.

-On trouve ensuite que la charge électrique positive du noyau est portée par plusieurs corpuscules, les protons. Et, en 1932, **James Chadwick découvre le neutron**, constituant neutre du noyau. Lorsqu'il est seul, il se désintègre en proton et en électron, lorsqu'il est à l'intérieur du noyau atomique, il est stable.

-En 1969, des physiciens bombardent des noyaux avec un faisceau de particules (des électrons) suffisamment accélérées pour pénétrer au cœur des nucléons. Et l'histoire de Rutherford se répète au sein même du nucléon, certains électrons rebondissent de façon apparemment bizarre. Ce ne peut être que sur des corpuscules encore plus petits. Ainsi sont découverts **les quarks**. Chaque nucléon en contient trois.

-La dernière découverte est celle du quark. Peut-être un jour découvrira-t-on des particules encore plus petites à l'intérieur des quarks ! Mais il faudra disposer d'accélérateurs de particules encore plus puissants. Plus on veut voir petit, plus le "microscope" doit être gros.

LA COMPOSITION DES ATOMES

Les planètes, l'air, l'eau, les pierres, les êtres vivants... **tous les corps de la nature sont constitués à partir d'atomes ou d'assemblages d'atomes (molécules...)**. Contrairement à son étymologie, l'atome n'est pas indivisible. Comment est-il constitué ?

Un atome est composé :

-d'un noyau central qui est un assemblage de protons et de neutrons. Les protons et les neutrons constituent les nucléons (du mot grec "nucleus" signifiant noyau) ;
-d'un nuage périphérique composé d'un cortège d'électrons, qui tournent à des vitesses prodigieuses autour du noyau. Il est impossible de vraiment se représenter leurs trajectoires : seules des formules mathématiques permettent de prédire dans le nuage qu'ils forment autour du noyau, les zones où l'on a le plus de chances de les rencontrer.
Il existe beaucoup d'atomes différents mais ils sont tous fabriqués à partir de protons, de neutrons et d'électrons tous identiques.

LES TAILLES D'UN ATOME ET DE SON NOYAU

Le diamètre du nuage électronique sphérique de l'atome est de l'ordre de 10^{-10} mètre. Cette taille est vraiment minuscule. Pour atteindre un centimètre, il faudrait aligner 100 millions d'atomes.

Le noyau est encore beaucoup plus petit. Il occupe une sphère d'un diamètre de 10^{-15} mètre en moyenne, soit près de 100 000 fois plus petite que l'atome avec son nuage d'électrons.

« L'espace entre le noyau et le nuage d'électrons est vide. »

LA MASSE DE L'ATOME

Dans l'atome, la masse n'est pas répartie de façon homogène. Les protons et les neutrons ont à peu près la même masse, mais ils sont environ 2 000 fois plus lourds qu'un électron, si bien que le noyau concentre quasiment toute la masse de l'atome et que la matière dont est fait un noyau est un million de milliards de fois plus dense que la matière ordinaire. Si tous les noyaux de la Terre venaient à se toucher, notre planète aurait à peine plus de cent mètres de diamètre et un grain de sable pèserait plus d'une tonne. Pour estimer la masse d'un noyau, il suffit donc de connaître son nombre de nucléons (appelé aussi nombre de masse). Sachant que la masse d'un nucléon est d'environ $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, il est facile de calculer une masse approximative d'un atome. Cependant, le résultat du calcul n'est qu'une estimation .

« Dans la nature, tous les corps sont constitués à partir d'atomes ou d'assemblages d'atomes (molécules)... »

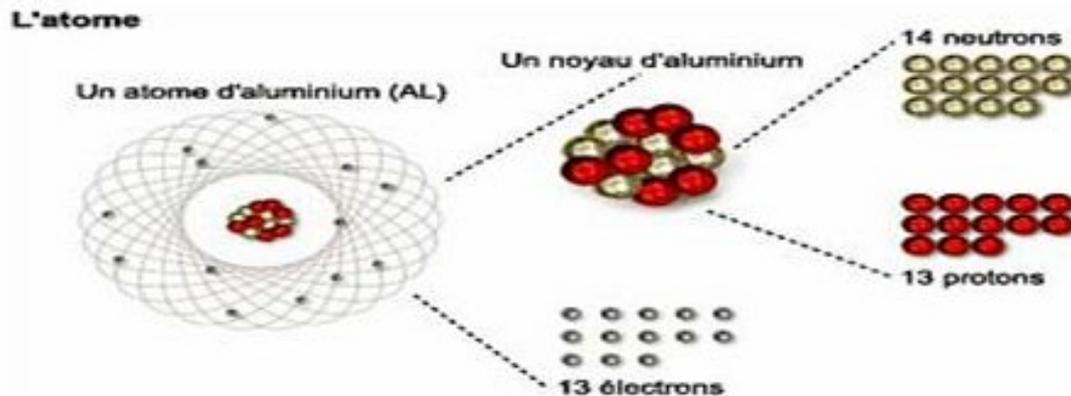
LA CHARGE ÉLECTRIQUE DE L'ATOME

Des trois éléments constituant l'atome, seul le neutron ne porte pas de charge électrique, il est neutre, d'où son nom. Un proton porte une charge positive et un électron, une charge négative. Un atome dans son état normal comprend autant de protons que d'électrons. Il est donc électriquement neutre. Cependant, dans certaines conditions (réactions chimiques...), l'atome peut perdre ou gagner un ou plusieurs électrons et peut alors être chargé positivement ou négativement. Il est alors appelé ion.

Selon le nombre de leurs constituants, les atomes relèvent de catégories différentes.

« Les isotopes sont en quelque sorte des atomes "frères" qui possèdent les mêmes propriétés chimiques mais un nombre différent de neutrons. »

LE NOM DES ATOMES



Un atome se caractérise par son nombre de protons (identique à celui des électrons) et par son nombre de neutrons.

Il est appelé par le nom de son élément chimique suivi de son nombre total de nucléons (nombre de masse). Par exemple, oxygène 16, fer 59.

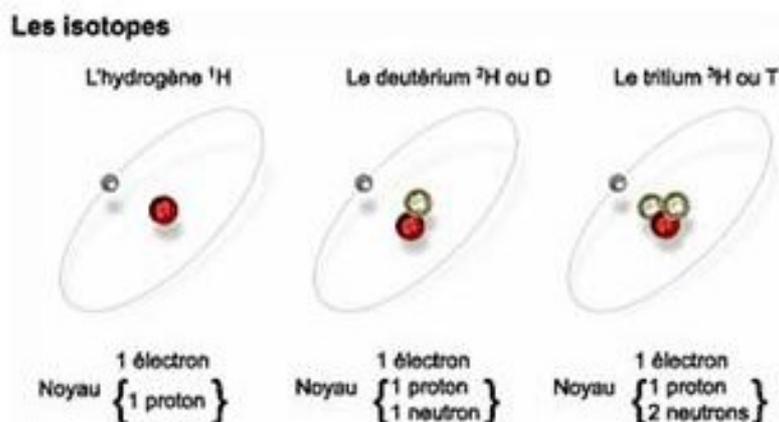
Le nom de l'élément chimique permet de connaître le nombre de ses protons. Et du nombre de ses nucléons, par soustraction du nombre de ses protons, on peut déduire le nombre de ses neutrons.

LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

Un élément chimique est un ensemble d'atomes comportant le même nombre de protons. Il est désigné par un symbole d'une ou deux lettres (par exemple, ^1H pour l'hydrogène qui n'a qu'un proton, ^{26}Fe pour le fer qui a 26 protons).

Les atomes présents naturellement sur Terre appartiennent à 90 éléments chimiques comprenant de 1 à 92 protons. Les éléments chimiques, technétium (Tc) avec 43 protons et prométhéum (Pm) avec 61 protons, n'existent pas à l'état naturel. Ils peuvent cependant être créés artificiellement ainsi que d'autres éléments chimiques comprenant plus de 92 protons comme, par exemple, le plutonium (Pu) avec 94 protons.

LES ISOTOPES



Les noyaux ne sont pas uniquement constitués de protons, ils contiennent aussi des neutrons. Des atomes d'un élément chimique comportant un nombre différent de neutrons sont des isotopes de cet élément.

Par exemple :

- Tous les isotopes de l'hydrogène ont un proton et zéro, un ou deux neutrons. Ce sont l'hydrogène léger (appelé souvent hydrogène tout court car c'est le plus répandu), l'hydrogène lourd ou deutérium, et le tritium (voir schéma "les isotopes").
- Tous les isotopes du carbone ont 6 protons. Les plus abondants ont 6, 7 ou 8 neutrons. Un atome est appelé par le nom de son élément chimique suivi du nombre total de ses nucléons : carbone 12, carbone 13 et carbone 14.

Les propriétés chimiques d'un atome dépendant seulement du nombre et de la disposition des électrons dans son nuage, tous les isotopes d'un même élément ont les mêmes propriétés chimiques. Cependant, la légère différence de masse de leur noyau fait que leurs propriétés physiques se différencient quelque peu.