1909 : Rutherford : l'atome est vide ou presque …

Au début du 19è siècle, le concept de matière avait peu évolué depuis l'Antiquité : celle-ci état compacte, formées d'atomes qui se touchaient. Il n'y avait pas de place pour le vide dans la matière. D'ailleurs, comme une maison, comment pourrait-elle être solide s'il manque des briques ? Le gâteau aux raisins de Joseph Thomson*, avancé en 1897, n'y changeait rien. Il rajoutait simplement quelques électrons dans un magma d'atomes organisés en rangs serrés. Mais ces atomes, qu'était-ce ?

Souhaitant faire éclater l'atome pour le comprendre, **Ernest Rutherford**, en 1909, eut l'idée de bombarder de la matière avec des particules assez lourdes. **Marie et Pierre Curie** venaient tout juste d'isoler le **radium**, très radioactif, qui émet précisément des noyaux d'hélium, appelés **particules alpha**. Ces noyaux sont 7000 fois plus lourds que les électrons et leur vitesse est de 15 000 km/s.

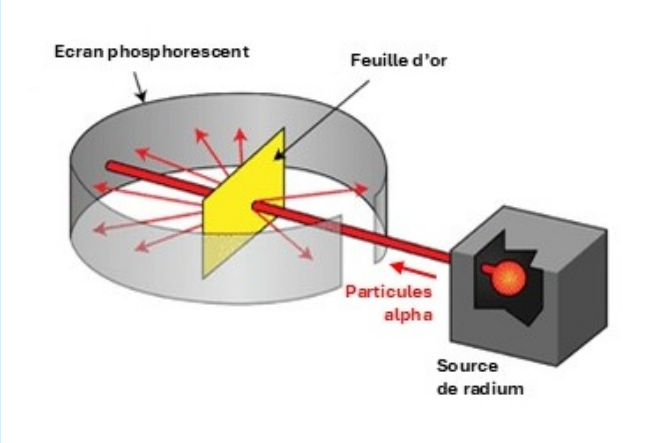
En fait, la matière n'est pas vraiment transparente aux particules alpha, ce qui confortait, dans un premier temps, l'idée de compacité des atomes. Mais en 1906, Rutherford, observant le bombardement d'un faisceau de particules alpha à travers une très fine **feuille de mica** eut une surprise : en l'absence de mica, l'image est nette mais au travers de la feuille de mica, elle devient floue…

Rutherford comprend alors que les particules alpha sont légèrement déviées (de un ou deux degrés) par les atomes du mica. Cela veut dire que, compte tenu de la vitesse et de la masse d'une particule alpha, les champs électriques à l'intérieur de l'atome étaient incroyablement puissants pour réussir à les dévier.

D'où l'idée de **compter le rapport entre les particules déviées et les non déviées pour estimer la densité (et donc la taille) des atomes** de la feuille de mica. En fait, Rutherford va se tourner en 1908 vers une **feuille d'or**, plus fine et plus dense. Mais aussi parce que l'or est **monoatomique** (il n'existe a pas de molécule d'or) et que l'on a ainsi une bonne estimation du diamètre de l'atome. Car à l'époque, si on connaissait bien le nombre de molécules (*nombre d'Avogadro*) et donc leur taille, on en déduisait pas vraiment celle d'un atome, sauf et uniquement dans le cas des atomes qui ne s'agglomeraient pas en molécules.

Donc une mince feuille d'or est bombardée par des particules alpha. Et là, nouvelle surprise : non seulement Rutherford peut compter les particules déviées, mais ils observe que certaines **rebondissent**, revenant en arrière ! En 1936, lors qu'une conférence donnée à l'université de Cambridge, il dira : "***C'était presque aussi incroyable que si nous avions tiré un obus de 15 pouces sur un morceau de papier de soie et qu'il revenait nous frapper".***

Rutherford en déduit que **la charge positive se trouve dans un noyau compact concentrant presque toute la masse de l'atome.** Comme la très grande majorité des particules alpha traversent la feuille d'or sans être déviées, et que seules 0,01 % sont déviées, cela met en évidence une **structure lacunaire, constituée essentiellement de vide**. Un calcul très simple, basé sur le rapport entre les particules déviées et les non déviées, conduisit alors à une estimation maximale de **la taille d'un noyau** d'or de **30 milliardièmes de micron****, 20 000 fois plus petite que celle de l'atome lui-même.



L'expérience de Rutherford *© CK12 adaptation JBx*

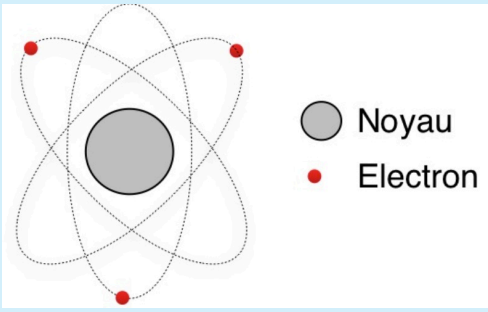
L'atome est donc vide ! Si l'atome d'or de Rutherford avait la taille d'un stade de football, le noyau situé en son centre serait une bille de seulement 1 cm de diamètre…

Rutherford suggéra alors un **modèle d'atome, dit *"planétaire"*** *:* des électrons (de charge négative) gravitent autour d'un noyau central (de charge positive). L'orbite des électrons permet de leur éviter la fatalité d'un effondrement dû à l'attraction électrique, un peu comme les planètes qui gravitent à distance du Soleil.

Le problème est que la force centrifuge est synonyme d'accélération et qu'un électron accéléré crée de la lumière (c'est le principe de la lumière ultra-puissante dans les **synchrotrons**). Or émettre de la lumière demande de l'énergie et en perdant son énergie, l'électron ralentit, se rapprocherait du noyau, tournerait de plus en plus vite en spirale et finirait par s'écraser sur le noyau. C'est l'un des élèves de Rutherford, Niels Bohr, qui, en 1913, "fera la lumière" sur ce problème et ouvrira la voie à la **physique quantique**…

Modèle *"planétaire"* de l'atome de Rutherford

© Phychiers.fr



* Voir notre billet No 40
** Il est en fait 4 fois plus petit. Mais la mesure de Rutherford était incroyablement précise pour l'époque.