

# Les modèles de l'atome

## 1. Le modèle atomique de Thomson: 1904

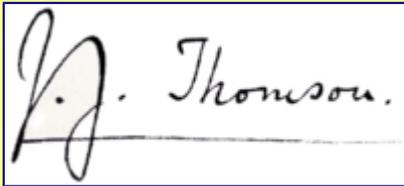
(appelé souvent modèle du «plum pudding»)

Joseph John Thomson est un physicien britannique qui a découvert l'électron en 1897 ainsi que les isotopes et a inventé la spectrométrie de masse ; il a analysé la propagation d'ondes guidées .

Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité établie en fonction des connaissances de l'époque. Pour Thomson , **au sein de l'atome neutre et stable il y a des électrons , particules mobiles et de charge négative dont il a prouvé l'existence.** La neutralité suppose en plus l'existence de **zones positives** dans l'atome , mais cette hypothèse nécessaire reste encore floue.

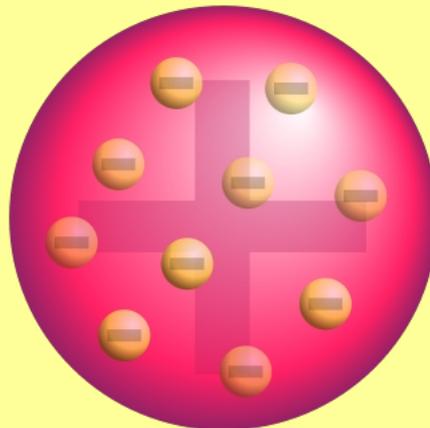
Dans ce modèle, l'atome est composé d'électrons plongés dans une «soupe» de charge positive pour équilibrer la charge négative des électrons qui sont comme des **prunes** (*plum* en anglais) dans un **gâteau** (*pudding*.) Les électrons sont libres de tourner dans le gel ou nuage de substance positive .La charge positive est répartie à l'intérieur de l'atome. **La notion de noyau atomique n'est pas encore établie.**

Thomson a reçu **le prix Nobel de physique** de 1906 pour «ses recherches théoriques et expérimentales . Ces recherches ont fourni les preuves de l'existence de l'électron.




**Joseph John Thomson**  
Prix Nobel de Physique 1906

### Le modèle du gâteau aux prunes ou «plum pudding»



**La charge positive est répartie dans la sphère**

## 2. Modèle de Rutherford 1911

### 2.1 L'expérience de Rutherford, la découverte du noyau positif dans l'atome:

Rutherford s'est servi de la découverte de Marie Curie sur la radioactivité . Il a utilisé une source de radium émettrice de particules positives  $\alpha$  (constituées de noyau d'hélium:  ${}^4_2\text{He}^{2+}$  )

Rutherford bombarde avec des particules  $\alpha$  une feuille d'or ultra-fine, et observe que la majorité des particules traversent la feuille d'or sans déviation, ni absorption.

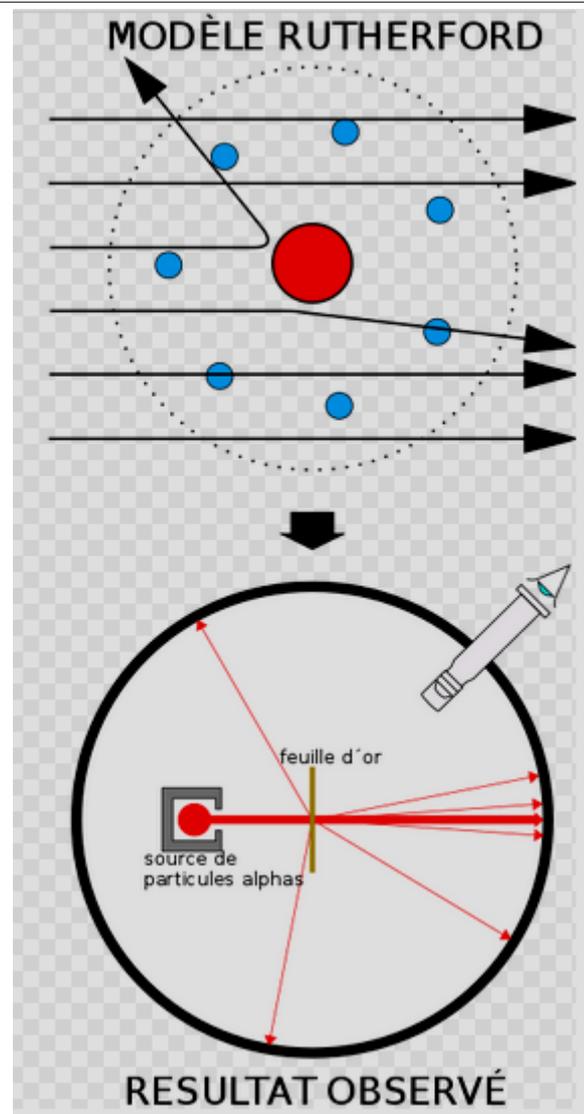
Cependant une proportion infime de celles-ci sont légèrement déviées et d'autres sont même rejetées en arrière.

L'expérience est réalisée sous vide. La matière radioactive émettant des particules  $\alpha$  (noyaux d'hélium,  $\text{He}^{2+}$ ) est placée dans une boîte et le faisceau de particule  $\alpha$  est orienté en direction d'une très fine feuille d'or ( $0,6\mu\text{m}$ ). Derrière cette couche d'or, un écran est placé; il est enrichi d'une substance chimique (sulfure de zinc) permettant de visualiser, par un scintillement lumineux, la collision par les particules  $\alpha$ .

Plusieurs minutes après la disposition du matériel, différents points lumineux apparaissent sur l'écran et ces points ne sont pas tous dans l'orientation du faisceau, mais certains étalés sur de grands angles.

Rutherford eut ainsi la surprise d'observer une sorte de rebond des particules alpha:

*«C'était presque aussi incroyable que si vous aviez tiré un obus de trois cent soixante-quinze kilos sur un morceau de papier de soie et qu'il était revenu vous frapper »*



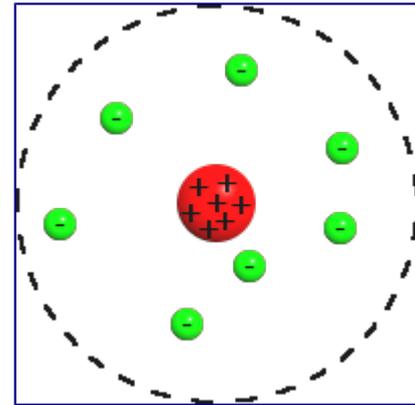
La majorité des particules  $\alpha$  traversent la feuille d'or sans être déviées, mais une partie de ces particules, de l'ordre de 0,01%, a été déviée. De cette expérience, nous pouvons déduire que la matière est une **structure lacunaire**. Elle est constituée essentiellement de **vide** et c'est pour cela que la plupart des particules ne sont pas déviées. Il existe de même des **îlots de charge positive** qui repoussent les particules  $\alpha$ . L'ordre de grandeur de ces îlots est très petit par rapport à l'atome (**de l'ordre de 100 000 fois plus petit que l'atome !**). Ces îlots sont appelés les **noyaux** des atomes

## 2.2 Interprétation et modèle de l'atome de Rutherford

Modèle atomique de Rutherford: électrons (vert) et noyau (rouge). C'est le **modèle planétaire** de l'atome .  
 Les électrons évoluent dans un espace très vaste par rapport à leur taille et de même la taille du noyau est extrêmement petite dans l'atome Il y a donc beaucoup d'espace vide , sa structure est dite **lacunaire**.

On ne comprenait pas cependant pourquoi un tel modèle pouvait être stable.

En effet ,selon les connaissances de l'époque, les électrons chargés négativement rayonnant de l'énergie électromagnétique finiraient normalement par « tomber » sur le noyau et l'atome serait détruit !



Le noyau contient autant de charges positives qu'il y a d'électrons autour de lui. L'atome est neutre.

## 3. L'atome de Bohr , le modèle en couches électroniques 1915

Ce nouveau modèle remplaça celui de Rutherford (modèle planétaire) qui, à cause de son approche purement classique, n'était pas dans le mesure d'interpréter l'émission discontinue des spectres atomiques.

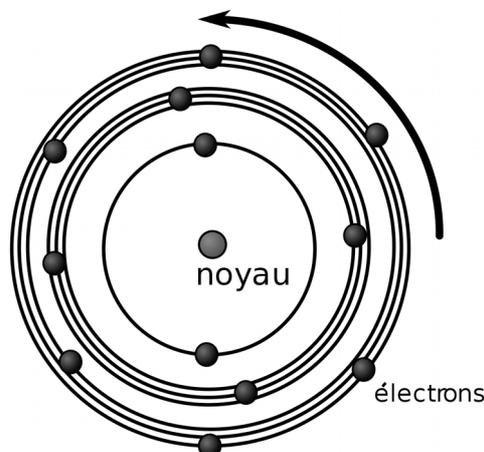


1-Spectre d'émission de H

Un métal chauffé émet un spectre de lumière continu comme c'est le cas pour la lumière solaire

Une lampe contenant du gaz hydrogène chauffé émet seulement quelques radiations de fréquence bien déterminée. Le spectre obtenu est **discontinu**.(schéma 1 ci-dessus)

Bohr émit l'hypothèse que les électrons de l'atome **se répartissent en couches K,L,M ...**Dans leur couche respective les électrons n'émettent pas d'énergie et restent stables.



L'émission d'une raie correspond à **une transition d'électron de l'atome d'une couche vers une autre plus stable.**

On peut ainsi associer à chaque atome **un diagramme d'énergie** correspondant à l'occupation des différentes couches . Chaque atome est ainsi dotée d'une succession de valeurs discrètes d'énergie qu'il est susceptible d'échanger (on parle de niveau d'énergies possibles pour chaque atome) . En effet, toutes les énergies ne sont pas possibles! Ce concept est en désaccord complet avec la physique classique .

L'observation du spectre du Soleil montre un spectre continu contenant des raies noires dont les positions sont exactement celles des raies d'émission de l'hydrogène (schéma 2).



Ces raies noires sur fond coloré résulte cette fois d'une absorption d'une partie de la lumière solaire par l'hydrogène présent dans sa couche superficielle. L'atome d'hydrogène recevant des énergies qui correspondent aux énergies de transition entre couches électroniques absorbe les radiations correspondantes . Ainsi , les radiations absorbées par l'atome laissent une trace noire dans le spectre.

Les raies d'absorption permettent d'identifier la nature des atomes qui sont présents dans la couche externe (photosphère) d'une étoile

### Principe de l'émission d'une raie spectrale

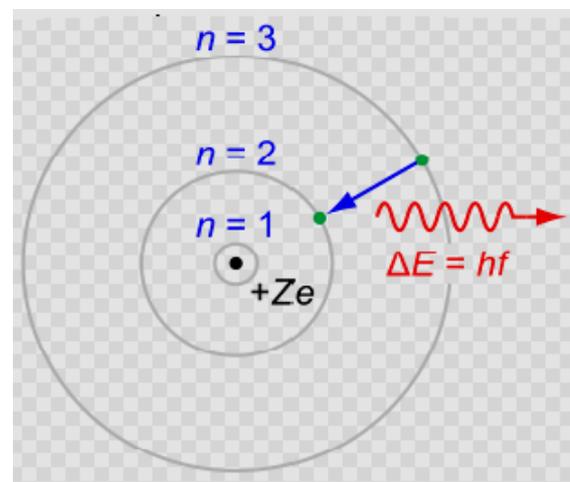
Selon Bohr, l'électron peut passer d'une orbite stable à une autre, c'est-à-dire d'un niveau d'énergie à un autre, par absorption ou émission d'un **quantum d'énergie** encore appelé photon.

Par exemple, le transfert d'un électron du niveau 3 vers le niveau 2 correspond à une chute d'énergie

$\Delta E = h \cdot \nu$  . Cette chute d'énergie est compensée par l'émission d'une radiation lumineuse de

fréquence  $\nu = \frac{\Delta E}{h}$

**h** est une constante appelée « **constante de Planck** ».



Et après Bohr....

Les multiples découvertes ultérieures permettront d'établir la composition du noyau ; il contient 2 sortes de particules : les **protons chargés +** et des particules neutres appelées **neutrons** et que pratiquement toute la masse .de l'atome est concentrée dans le noyau. L'atome d'un élément sera caractérisé par le nombre de protons qu'il contient (égal au nombre d'électrons). On appellera ce nombre: **numéro atomique Z**.

## 4. Le classement des atomes; le génie de Mendeleïev

Dès la fin du 19ème siècle , le chimiste russe Mendeleïev avait classé les atomes ( qu'il appelait plutôt «éléments») en lignes et en colonnes **uniquement à partir d'observations**...Il n'avait pourtant aucune certitude sur l'existence de l'atome et encore moins de connaissances sur sa composition!

Pendant il **s'était aperçu que des éléments avaient des comportements chimiques semblables**; (c'est le cas par exemple des éléments lithium, sodium, potassium qui brûlent vivement au contact de l'eau ) **Il rangea les éléments de même comportement dans une même colonne**.Le potassium en dessous du sodium car il est plus lourd. Ces éléments constitueront une même famille...

Petit à petit les physiciens comme Bohr et bien d'autres ...firent le lien entre les propriétés et la structure électronique par couche des atomes. **On sait maintenant que les éléments d'une même famille ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe!** ... Que les «gaz rares» de la colonne **VIII** ont leur dernière couche saturée à 8 électrons , ce qui les rend inertes aux transformations chimiques...

Le tableau ci-dessous fait le lien entre la répartition électronique par couche et les propriétés de l'élément .

Les recherches scientifiques effectuées par de nombreux physiciens et chimistes ont donc permis en un siècle de confirmer les idées de Mendeleïev et de compléter nos connaissances ! Certains éléments encore inconnus de son temps ont été découverts et ont permis de remplir des cases laissées vides !

On pourra trouver dans la médiathèque Educmad, un diaporama illustrant la démarche plus détaillée de ce chimiste génial !

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	hydrogène  ${}^1_1\text{H}$							hélium  ${}^4_2\text{He}$
2	lithium  ${}^7_3\text{Li}$	béryllium  ${}^9_4\text{Be}$	bore  ${}^{11}_5\text{B}$	carbone  ${}^{12}_6\text{C}$	azote  ${}^{14}_7\text{N}$	oxygène  ${}^{16}_8\text{O}$	fluor  ${}^{19}_9\text{F}$	néon  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$
3	sodium  ${}^{23}_{11}\text{Na}$	magnésium  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$	aluminium  ${}^{27}_{13}\text{Al}$	silicium  ${}^{28}_{14}\text{Si}$	phosphore  ${}^{31}_{15}\text{P}$	soufre  ${}^{32}_{16}\text{S}$	chlore  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$	argon  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$
4	potassium  ${}^{39}_{19}\text{K}$	calcium  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$		germanium  ${}^{72}_{32}\text{Ge}$	arsenic  ${}^{75}_{33}\text{As}$		brome  ${}^{80}_{35}\text{Br}$	krypton  ${}^{84}_{36}\text{Kr}$
5							iode  ${}^{127}_{53}\text{I}$	xénon  ${}^{136}_{54}\text{Xe}$

Remarque : le symbole représenté en bas à droite de chaque case précise la composition du noyau de l'atome.  ${}^{80}_{35}\text{Br}$  signifie **35 protons (Z=35)** , 80nucléons et donc  $80-35=45$  neutrons.