

### I Au cœur de la matière : les particules élémentaires

#### 1) Activité : Élémentaire... mon cher Rutherford !

Les progrès techniques du XX<sup>e</sup> siècle ont permis d'observer la matière à des échelles de plus en plus petites. L'identification de particules élémentaires a permis de comprendre son organisation.

Qu'appelle-t-on particules élémentaires ?

À notre échelle, la matière peut être fragmentée. Un mur peut être découpé en briques, les briques cassées en gravats, les gravats broyés en grains de plus en plus fins. Il est ainsi possible de continuer jusqu'au plus petit fragment de matière. Celui-ci n'est plus indivisible : on parle alors de « particule élémentaire ».

La science n'est pas faite de vérités absolues mais de questionnements, de recherches et de réponses qui évoluent au fil du temps. Ainsi, au XIX<sup>e</sup> siècle, on parvenait tout juste à dissocier les molécules

en atomes par chauffage. Les particules élémentaires étaient alors les atomes constituant ces molécules.

Par la suite, le développement de l'électricité a permis de disposer d'énergies plus importantes, capables d'extraire des électrons d'un atome. Dès lors, l'atome a perdu son statut de particule élémentaire, laissant la place à ses constituants nouvellement identifiés. Ernest RUTHERFORD (1871-1937) a pu mettre en évidence, en 1911, l'existence du noyau atomique.

Les premiers accélérateurs de particules ont ensuite permis l'exploration du noyau atomique et l'extraction de ses constituants : les protons et les neutrons.

Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les particules élémentaires étaient donc les protons, les neutrons et les électrons.

Aujourd'hui, on connaît des particules encore plus petites, dont l'étude n'est pas au programme de la classe de Première. Les modèles actuels prévoient en outre l'existence de particules qui n'ont pas encore été découvertes.

- Au cours des découvertes scientifiques, quelles particules ont été successivement considérées comme élémentaires ?
- ☞ Rechercher l'ordre de grandeur de la taille des particules ayant été successivement considérées comme élémentaires.
- ☞ Rechercher la signification du terme « dogme ». La notion de particules élémentaires est-elle dogmatique ? Justifier alors la présence d'un point d'interrogation sur le schéma ci-dessus.
- Compléter le tableau suivant :

Particule	Localisation dans l'atome	charge	masse

e) Rappeler la composition d'un atome de représentation symbolique  ${}^A_ZX$ .

f) Lire le texte suivant et répondre aux questions :

«Le noyau est donc constitué de protons et de neutrons selon une loi bien simple: il faut autant de protons qu'il y a d'électrons en orbite autour du noyau pour que la charge électrique de l'atome soit nulle. Quand au nombre de neutrons, il pourra varier de quelques unités pour un même élément : on aura alors plusieurs isotopes de masses un peu différentes, mais de propriétés chimiques très voisines puisque celles-ci sont essentiellement dues au nuage électronique de l'atome. »

- *Qu'appelle-t-on des isotopes ? Des atomes isotopes d'un même élément ont-ils des propriétés chimiques différentes ? Pourquoi ?*
  - *Le carbone possède 3 isotopes. Donner les ?*
- Quel usage fait-on du carbone 14 ?*

## II Comment est assurée la cohésion de la matière ?

### 1) Des interactions fondamentales

Du noyau de l'atome à la galaxie, de nombreux édifices organisés, de toutes tailles, peuvent être observés. Quatre interactions, appelées « interactions fondamentales », permettent de comprendre leur cohésion. Quelles sont ces interactions fondamentales ? À quelle(s) échelle(s) chaque interaction prédomine-t-elle ?

Dans la conception contemporaine, il faut entendre par force non seulement ce qui pousse, qui tire ou modifie le mouvement, mais aussi tout ce qui incite au changement, à la métamorphose. La force, ou mieux l'interaction, dans l'acception physicienne, se définit donc comme l'agent unique de la transformation. Les interactions sont au nombre de quatre : forte, faible, électromagnétique et gravitationnelle. Elles sont hiérarchisées en portée et en intensité.

À l'échelle du noyau atomique, l'interaction forte domine en intensité toutes les autres, dont l'interaction électromagnétique, laquelle surpasse l'interaction faible, qui elle-même laisse très loin derrière la minuscule interaction gravitationnelle.



Pourtant, cette hiérarchie microscopique ne reflète en rien l'influence de ces interactions à grande échelle.



La gravitation est sans conteste dominante à l'échelle cosmique, parce qu'elle n'est compensée par aucune antigravitation, et que son intensité, bien que déclinante, s'exerce sans limite de distance. Elle est toujours attractive et de portée infinie. Les interactions forte et faible, par leur portée minuscule, respectivement  $10^{-16}$  m et  $10^{-17}$  m, se sont fait un royaume du noyau de l'atome.

Quant à l'interaction électromagnétique, bien que de portée infinie, elle ne saurait gouverner le vaste cosmos car, dans les grandes structures, les charges électriques positives et négatives, en nombre égal, partout se neutralisent. Cette interaction, attractive ou répulsive, n'est pas pour autant une interaction négligeable : elle a pris possession du vaste domaine laissé vacant entre l'atome et l'étoile, qui inclut le minéral, l'animal, le végétal et l'homme.



Nostalgie de la lumière de Michel Cassé, © Belfond, un département de Place des éditeurs, 1987.

Compléter le tableau suivant :

Interaction	Portée	Echelle ou édifice majoritairement concerné

2) En résumé

Compléter le document suivant en précisant l'ordre de grandeur (en mètre) des différents édifices ainsi que l'interaction fondamentale qui prédomine.

L'interaction .....est  
 ..... ou.....  
 Elle agit entre objets ayant  
 une charge électrique.sa  
 portée est..... mais sa  
 valeur.....quand la  
 distance augmente. C'est  
 l'interaction prédominante  
 lorsque les objets en  
 interaction sont.....  
 De l'échelle ..... à  
 l'échelle.....elle est  
 prédominante.



Notre Galaxie  
 ..... m



Système solaire  
 ..... m

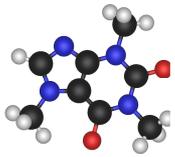


Terre  
 ..... m



Homme  
 ..... m

L'.....  
 Elle est toujours attractive.  
 Elle agit entre particules ayant  
 une masse.  
 Sa portée est ..... mais sa  
 valeur diminue quand la  
 distance .....  
 A l'échelle.....,  
 elle est prédominante.



Molécule  
 ..... m

L'interaction .....assure la  
 cohésion du noyau .....  
 Elle agit principalement entre les  
 .....  
 Elle ne s'exerce qu'à des distances  
 très .....  
 A l'échelle du noyau .....,  
 l'interaction.....est prédominante.  
 L'interaction.....est  
 responsable de certains types de  
 radioactivité.  
 sa portée est extrêmement .....



Atome  
 ..... m



nucléon  
 .....m