

# De l'atome à l'Univers

" Le néant, c'est l'Univers sans moi. "

*André Suarès, écrivain français du XX<sup>e</sup> siècle*

## Prérequis :

- ✓ Deux corps possédant une **masse** sont attirés l'un vers l'autre par la force **gravitationnelle**. La valeur de cette force dépend de la distance qui sépare les deux objets.
- ✓ **L'atome** est constitué par des **électrons** et un noyau, contenant des **protons** et des **neutrons**. C'est un ensemble électriquement neutre.

## Objectifs :

- ✓ Connaître les ordres des dimensions des différentes structures des édifices organisés.
- ✓ Connaître l'ordre de grandeur des valeurs des masses d'un nucléon et de l'électron.
- ✓ Savoir que toute charge électrique peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire  $e$ .
- ✓ Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions prédominantes.

## Les applications dans la vie de tous les jours :

- ✓ Les aurores polaires résultent de l'interaction entre le vent solaire, constitué de particules chargées rejetées par le Soleil dans l'Univers, et les atomes présents dans l'atmosphère terrestre. Piégées par le champ magnétique terrestre, les particules pénètrent dans l'atmosphère préférentiellement dans les régions polaires et donnent naissance, après collision avec les atomes d'oxygène et d'azote présents, à des aurores boréales.

## I – Les constituants de la matière :

### 1) Les particules élémentaires :

Les théories actuelles décrivent la matière avec 16 particules élémentaires (comme l'électron ou le photon).

En Première S, il est plus commode d'utiliser des particules non élémentaires (comme le proton et le neutron) pour décrire la matière.

Particule	Localisation	Charge	Masse
Proton Z	Dans le noyau	+e	$1,673 \times 10^{-27}$ kg (environ $10^{-27}$ kg)
Neutron N	Dans le noyau	0 C	$1,675 \times 10^{-27}$ kg (environ $10^{-27}$ kg)
Electron	Autour du noyau	-e	$9,1 \times 10^{-31}$ kg (environ $10^{-31}$ kg)

$e = 1,6 \times 10^{-19}$  C représente la **charge élémentaire** : toute charge électrique  $q$  est un multiple de cette charge élémentaire  $e$ .

### 2) L'atome :

Un atome de symbole X dont le noyau comporte A nucléons et Z protons est représenté par  ${}^A_ZX$ .

Exemple : le carbone  ${}^{12}_6C$  a 12 nucléons (6 protons et 6 neutrons), et 6 électrons autour du noyau. Le carbone  ${}^{13}_6C$  est un isotope.

## II – Les interactions fondamentales :

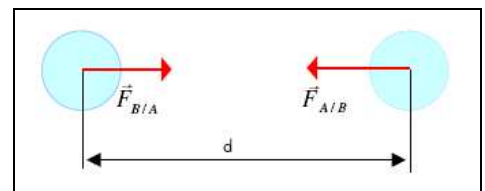
### 1) L'interaction gravitationnelle ou loi de l'attraction gravitationnelle de Newton :

L'interaction gravitationnelle entre deux corps ponctuels A et B, de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , séparé par la distance  $d$ , est modélisée par des forces d'attraction  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ✓ Point d'application : centre de gravité de A ou B.
- ✓ Direction : la direction de la droite AB.
- ✓ Sens : dirigées vers le corps attracteur.
- ✓ Valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

- ✓ Les masses sont en kilogrammes (kg).
- ✓ La distance  $d$  entre les deux masses est en mètre (m).
- ✓ La force d'attraction est en newtons (N).
- ✓  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$  est la constante de gravitation universelle.



2) L'interaction électromagnétique ou loi de Coulomb :

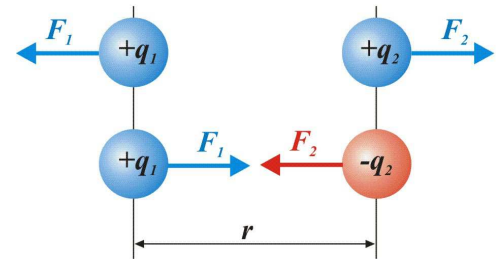
Deux corps chargés électriquement sont soumis à une interaction électrique s'ils sont au repos, à laquelle vient s'ajouter une interaction magnétique s'ils sont en mouvement.

**L'interaction électrique entre deux corps ponctuels A et B, de charges respectives  $q_A$  et  $q_B$ , séparés d'une distance  $d$ , est modélisée par des forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  dont les caractéristiques sont les suivantes :**

- ✓ Point d'application : centre de gravité du corps considéré.
- ✓ Direction : la direction de la droite AB.
- ✓ Sens : répulsion si les charges sont de même signe, attraction si les charges sont de signes opposés.
- ✓ Valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = k \frac{|q_A| \times |q_B|}{d^2}$$

- ✓ Les charges sont en coulomb (C).
- ✓ La distance  $d$  entre les deux masses est en mètre (m).
- ✓ La force d'attraction est en newtons (N).
- ✓  $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$  dans le vide.



3) L'interaction forte :

**L'interaction forte** est attractive, très intense et d'une portée faible ( $10^{-15}$  m). Elle lie entre eux les nucléons et assure la cohésion du noyau en compensant la répulsion électrique entre les protons.

4) L'interaction faible :

**L'interaction faible**, moins intense que l'interaction forte, a une très faible portée ( $10^{-18}$  m). Une de ses manifestations est la radioactivité  $\beta^-$  (transformation d'un neutron en proton par émission d'un électron).

5) Domaine de prédominance des interactions :

Echelle astronomique	Interaction gravitationnelle prédominante
Echelle humaine	Interaction électromagnétique prédominante Interaction gravitationnelle omniprésente
Echelle de l'atome	Interaction électromagnétique prédominante Interaction gravitationnelle négligeable
Echelle du noyau	Interaction forte prédominante Interaction faible présente