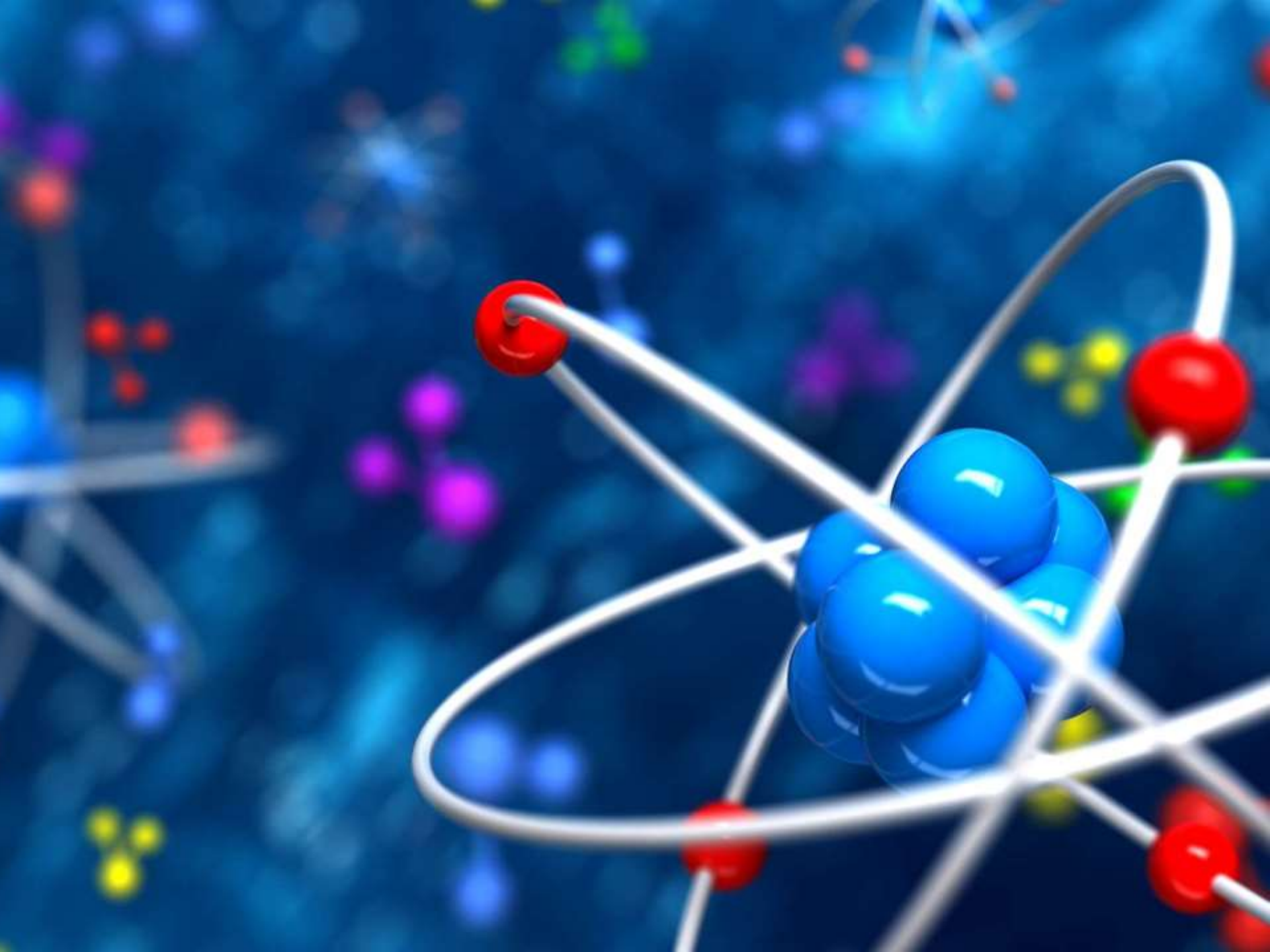


Chapitre 3

De l'entité à l'élément



Qu'y a-t-il de **commun**
entre

Une galaxie



Le Soleil



La Terre



La banquise



L'atmosphère



La neige



Une forêt





Chlorure de sodium



Silice



Or



Diamant



Graphite



Alors ?
Une petite
idée ?



Bien sûr !
Bonne réponse
Les atomes !



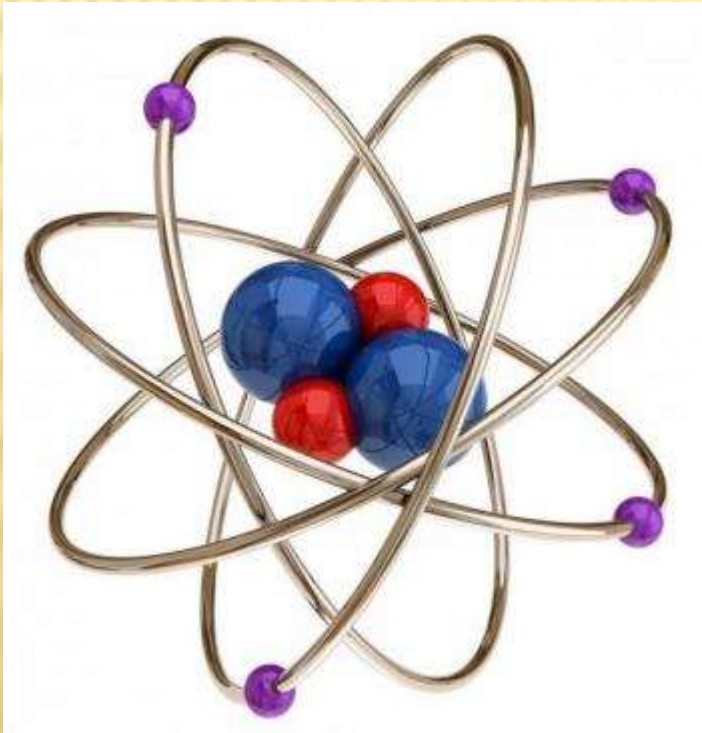
- 
- Atome
 - Noyau, tout petit au centre
 - Électrons qui tournent tout autour

A 3D model of an atomic nucleus, composed of red and blue spheres representing protons and neutrons. The nucleus is surrounded by several concentric white elliptical orbits representing electron shells. Two small blue glowing spheres are positioned on these orbits, representing electrons. The background is a dark blue gradient.

Dans le noyau

Protons
Neutrons

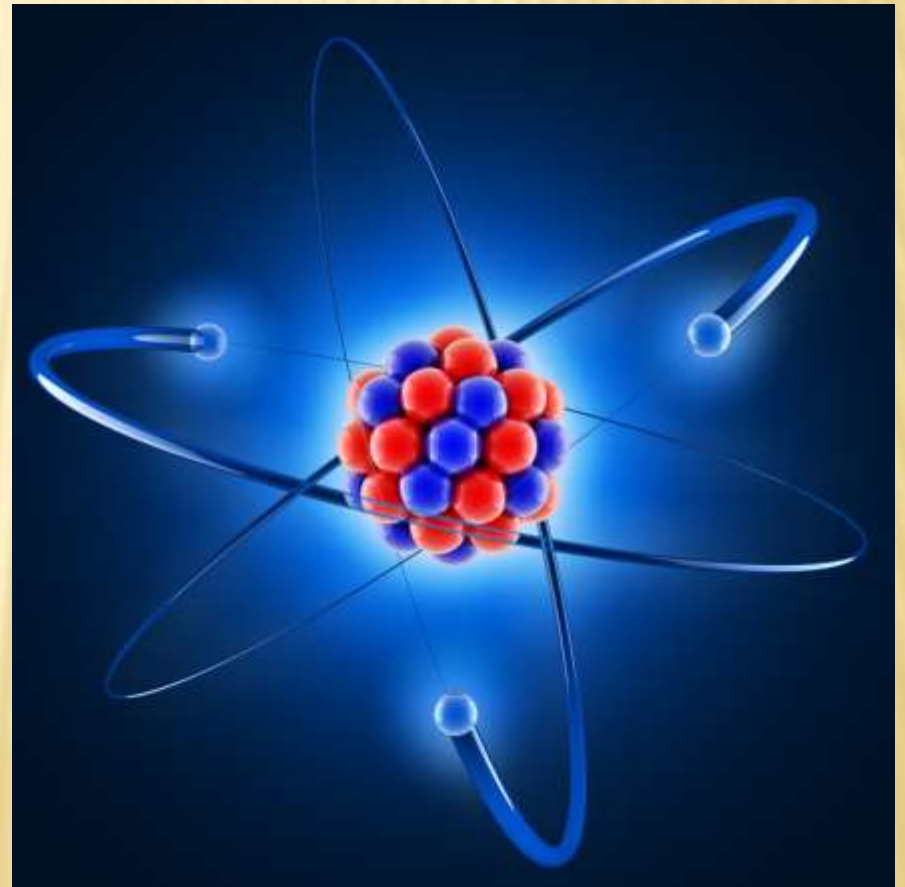
I – Structure de l'atome



1 - Constitution de l'atome

- Chaque atome possède en son centre un **noyau**, chargé positivement, **100 000** fois plus petit que l'atome, autour duquel tournent les **électrons** chargés négativement (cortège électronique).

- L'atome est **neutre électriquement**.
- Composé essentiellement de vide, il est **lacunaire**.



Et, au cœur de cet
atome,
un noyau,
100 000 x plus petit
que l'atome

Au fait, ça fait quoi
100 000 fois plus petit

?

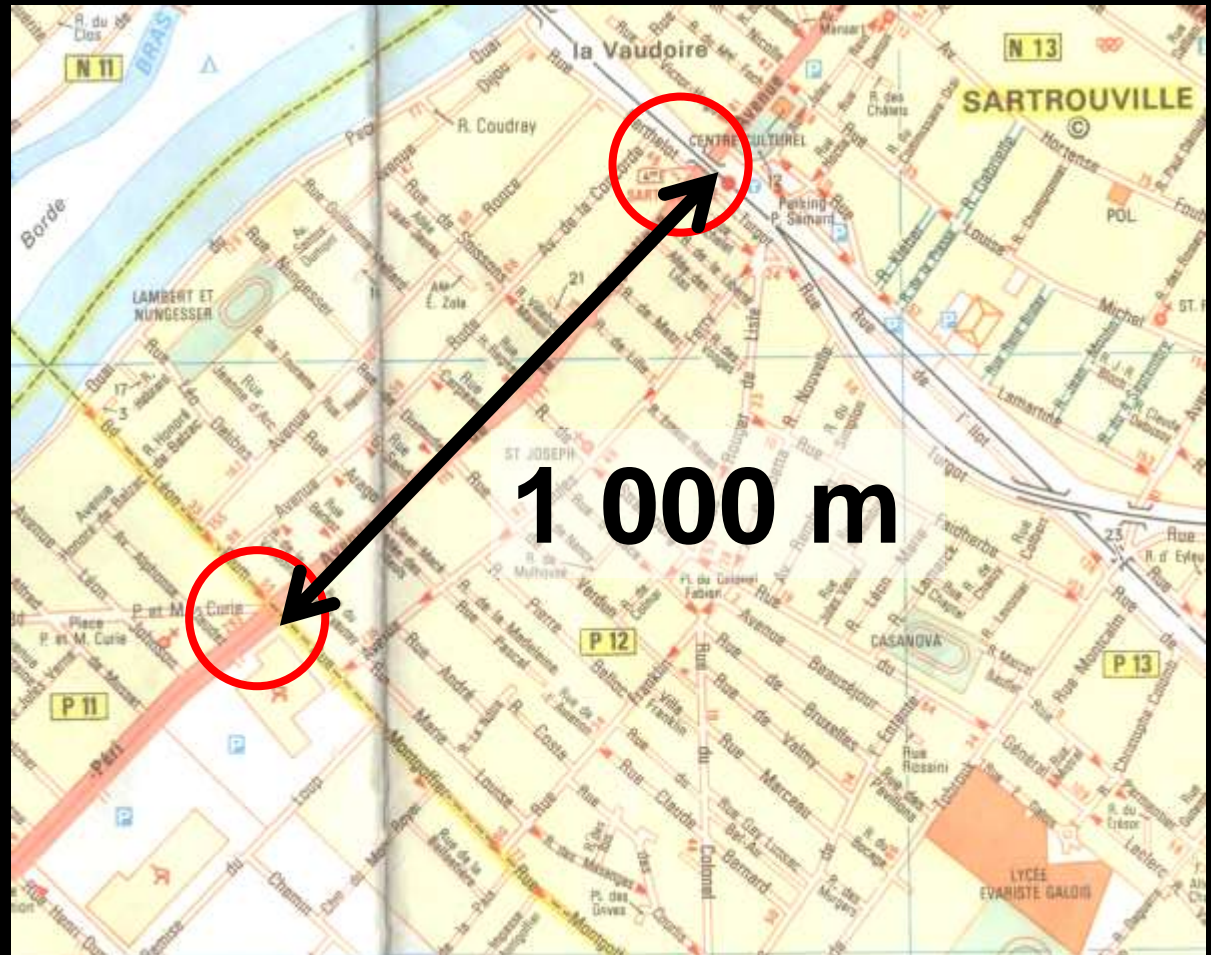


C'est le **rapport** qui
existe entre

1 cm = 0,01 m



Et la **distance**
hypermarché
- **gare** de
Sartrouville



2 - Le noyau de l'atome

- Le noyau d'un atome peut contenir deux types de particules :
 - le **proton**, chargé positivement
 - et, presque dans la totalité des cas, le **neutron**, neutre électriquement.
- **Les particules constituant le noyau se nomment les nucléons.**

3 - Les dimensions du noyau et de son atome

- Supposé sphérique, l'atome a un diamètre de l'ordre de 10^{-10} m.
- La dimension du noyau est de l'ordre de 10^{-15} m.

☺ Top

Maths !

Comparer deux valeurs

- **Comparer deux valeurs**

Comparer deux valeurs consiste à effectuer leur rapport :

$$\text{Quotient } Q = \frac{\textit{numérateur}}{\textit{dénominateur}}$$

$$Q = \frac{10^a}{10^b} = 10^{(a-b)}$$

En général, la valeur la plus **grande** est au numérateur.

Activité 1 : comparer les dimensions de l'atome et de son noyau

Atome : 10^{-10} m

Noyau : 10^{-15} m.

$$\frac{\text{valeur la+grande}}{\text{valeur la+petite}} = \frac{10^{(-10)}}{10^{(-15)}} = 10^{(-10 - (-15))} = 10^{(-10 + 15)} = 10^5$$

En accord avec le fait que le noyau est **100 000 fois plus petit** que l'atome, car $100\ 000 = 10^5$.

4 - Déterminer la composition d'un atome et de son noyau

- Deux nombres entiers, notés **Z** et **A**, suffisent pour établir la composition de l'atome et de son noyau.

- **Z** ou **numéro atomique** représente le nombre de protons.

Comme l'atome est électriquement neutre, il donne également le nombre d'électrons : il y a **Z protons et Z électrons** dans un atome.

Attention ! Cette règle ne s'applique pas aux ions !

- **A** ou **nombre de masse** représente le nombre de nucléons, c'est-à-dire le nombre de neutrons et de protons du noyau.

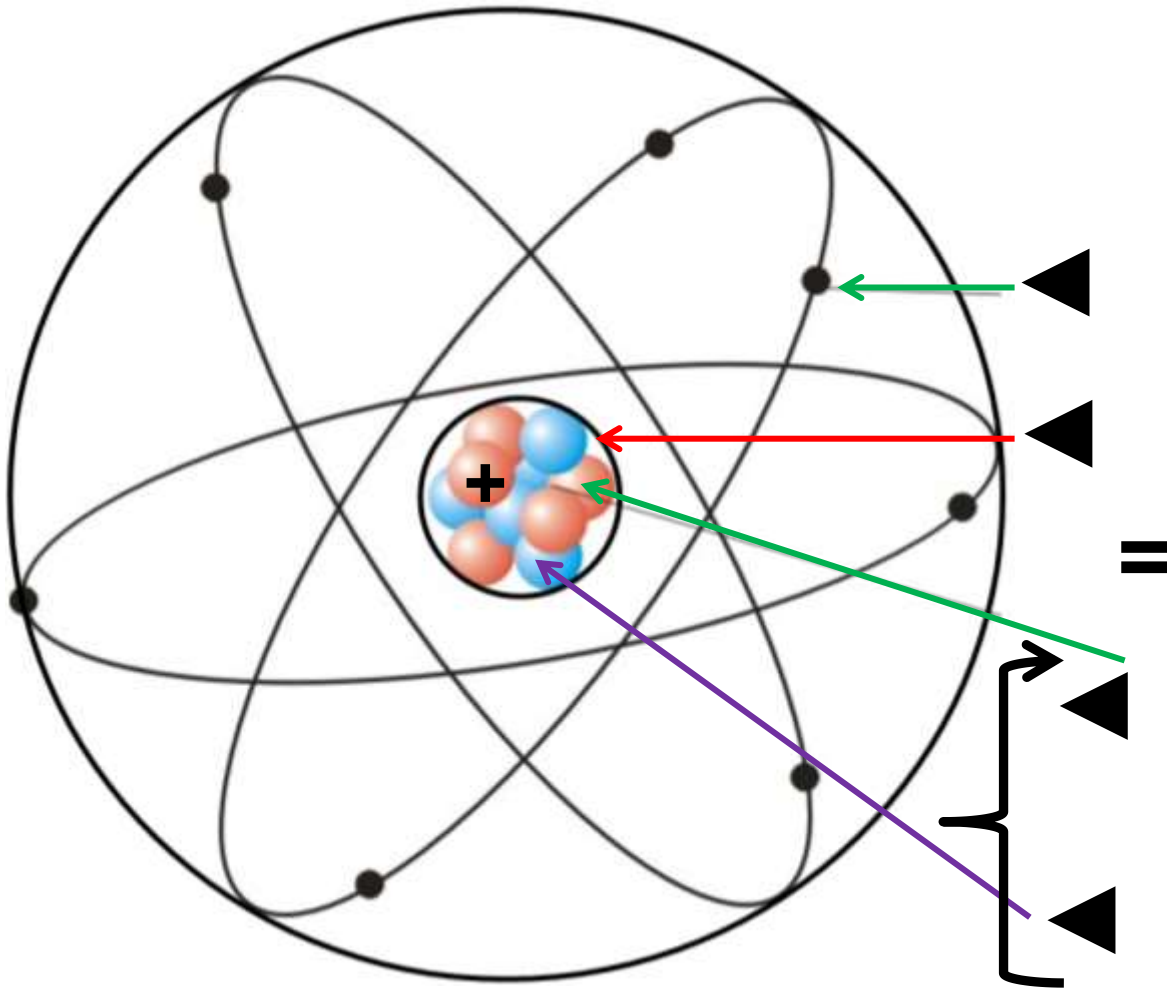
Connaissant le nombre Z de protons, il suffit d'effectuer **A-Z** pour déterminer le nombre de neutrons.

En résumé, dans un atome, il y a :

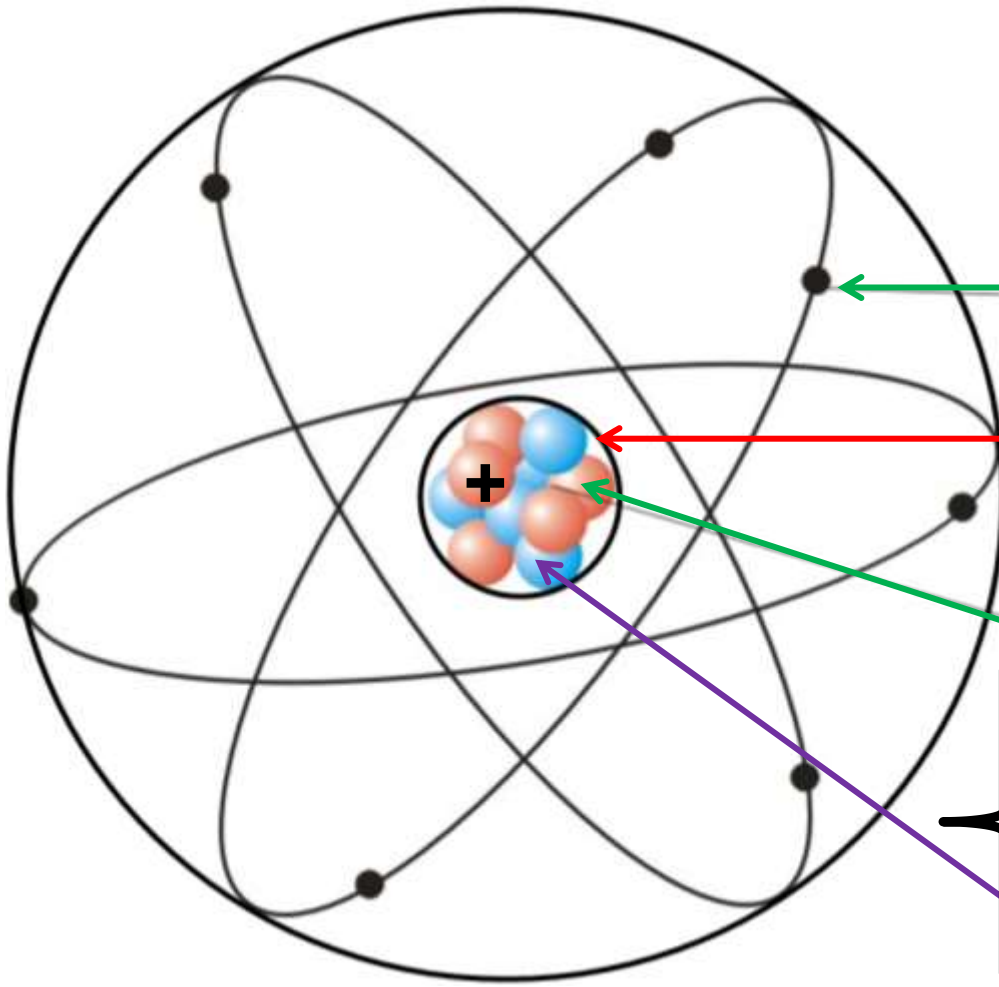
- **A** nucléons dont **Z** protons et **(A – Z)** neutrons.
- **Z** électrons négatifs.

Activité 1 : établir une représentation schématique de l'atome

Compléter avec les termes Z , $A-Z$, noyau (+), A nucléons, électron (-), proton (+) et neutron.



Z et $A-Z$, noyau (+), A nucléons,
électron (-), proton (+), neutron



Z électrons (-)

1 Noyau (+)
= **A** nucléons

Z protons (+)

A-Z neutrons

5 - Notation symbolique du noyau

Pour le noyau d'un atome de
symbole X , la notation est la
suivante :



6 – D'un atome à l'autre

Exemples



- Argon de symbole Ar : 18 protons, 18 électrons et $40 - 18 = 22$ neutrons.
- Hydrogène de symbole H : 1 électron, 1 électron et $1 - 1 = 0$ neutron.
- **D'un atome à l'autre, les nombres de protons sont différents donc le numéro atomique caractérise un atome.**

II – Charges et masses dans l'atome

1 – La charge électrique élémentaire

- Portée par le proton, c'est la plus petite charge connue.
- Elle se note e avec $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

2 – Charges des particules, noyau et nuage électronique

Proton

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Électron

$$- e = - 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

3 – Masses des particules

Proton	Neutron	Électron
$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

- Les masses du neutron et du proton sont presque identiques et peuvent être rassemblées sous une masse unique ou masse du nucléon : $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Activité 3 : déterminer la masse de l'azote

L'atome d'azote a pour représentation symbolique ${}^{14}_7\text{N}$.

- 1) Donner la composition de l'atome.
- 2) Pourquoi un atome est-il neutre électriquement ?
- 3) Comparer la masse de l'électron à celle d'un nucléon de masse d'un nucléon. Conclure sur la partie de l'atome dans laquelle est concentrée la masse de l'atome.
- 4) Proposer une relation pour calculer la masse d'un atome.

1) ● Z donne le nombre de protons donc 7 protons.

● **Comme l'atome est électriquement neutre, il possède autant de protons que d'électrons**, donc 7 électrons.

● L'azote possède également $A - Z$ neutrons, c'est-à-dire $14 - 7 = 7$ neutrons.

2) L'atome est neutre électriquement, car il possède autant de protons portant une charge $+e$ que d'électrons portant une charge $-e$.

$$3) \frac{m_n}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,8 \cdot 10^3$$

Les électrons ont une masse très faible devant celles des nucléons. La masse de l'atome correspond à celle du noyau.

4) L'atome est constitué de A nucléons de masse m_n : **$M(\text{at}) = A \times m_n$**

4 – Masse approchée de l'atome

La masse des électrons étant ont une masse presque 2000 fois plus faible que celle des nucléons, **la masse de l'atome est concentrée dans le noyau.**

$$M(\text{at}) = A \times m_n$$

III – De l'atome à l'ion

**Qu'y a-t-il de différent
entre**

le cuivre métallique



le sulfate de cuivre



le cuivre métallique
contient l'atome de
cuivre



le sulfate de cuivre
contient l'ion cuivre



L'**atome** et l'**ion** ont :

même **Z**

même **A**

un nombre d'**électrons**
différents

Cation

Charge positive

**Elle provient de la perte d'un
ou plusieurs électrons**

Anion

Charge négative

Elle provient du gain d'un ou plusieurs électrons

1 – Définitions

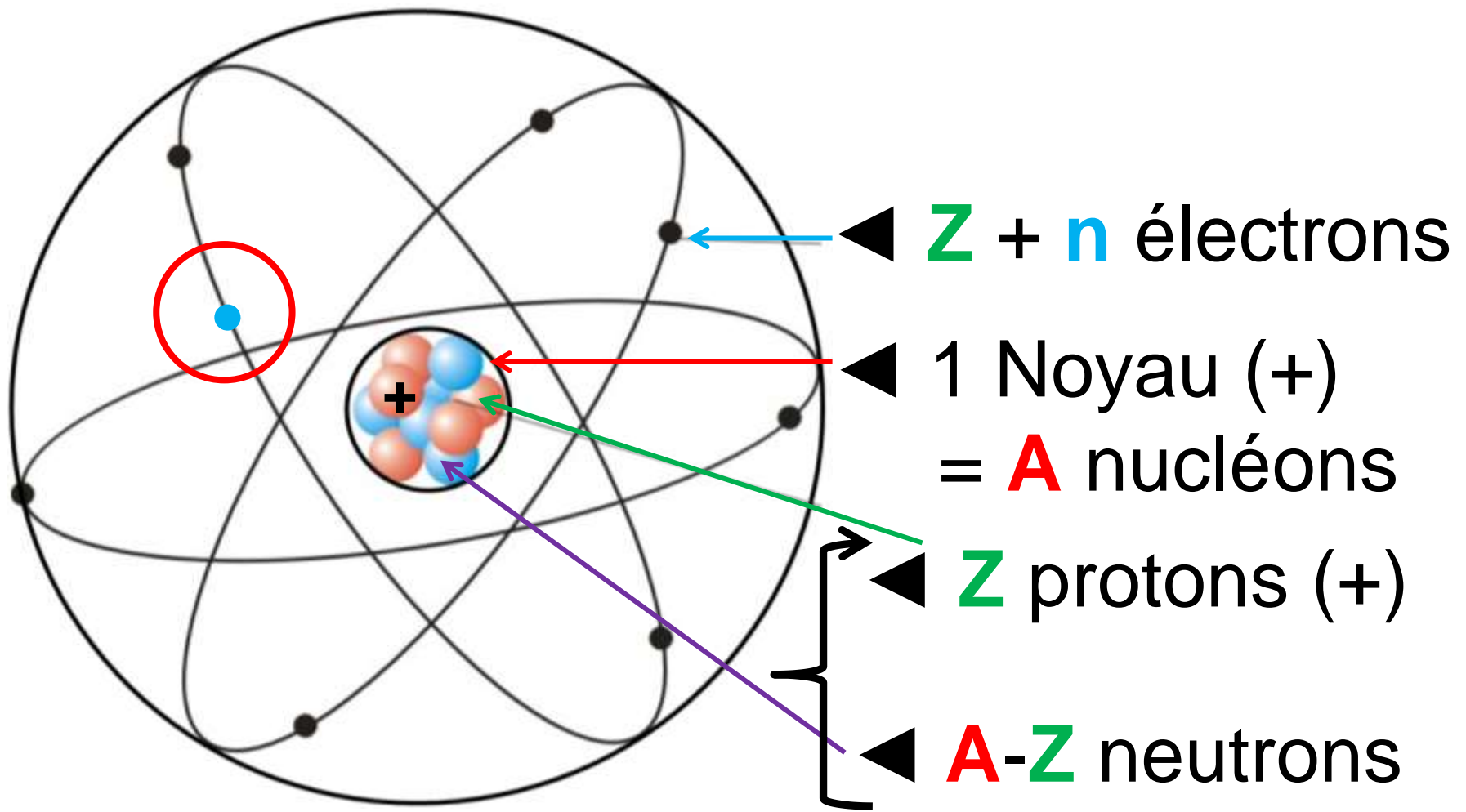
- **Un ion monoatomique provient d'un atome qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons : c'est une espèce chargée.**

● **Un anion, chargé négativement**, provient d'un atome qui a gagné un ou plusieurs électrons.

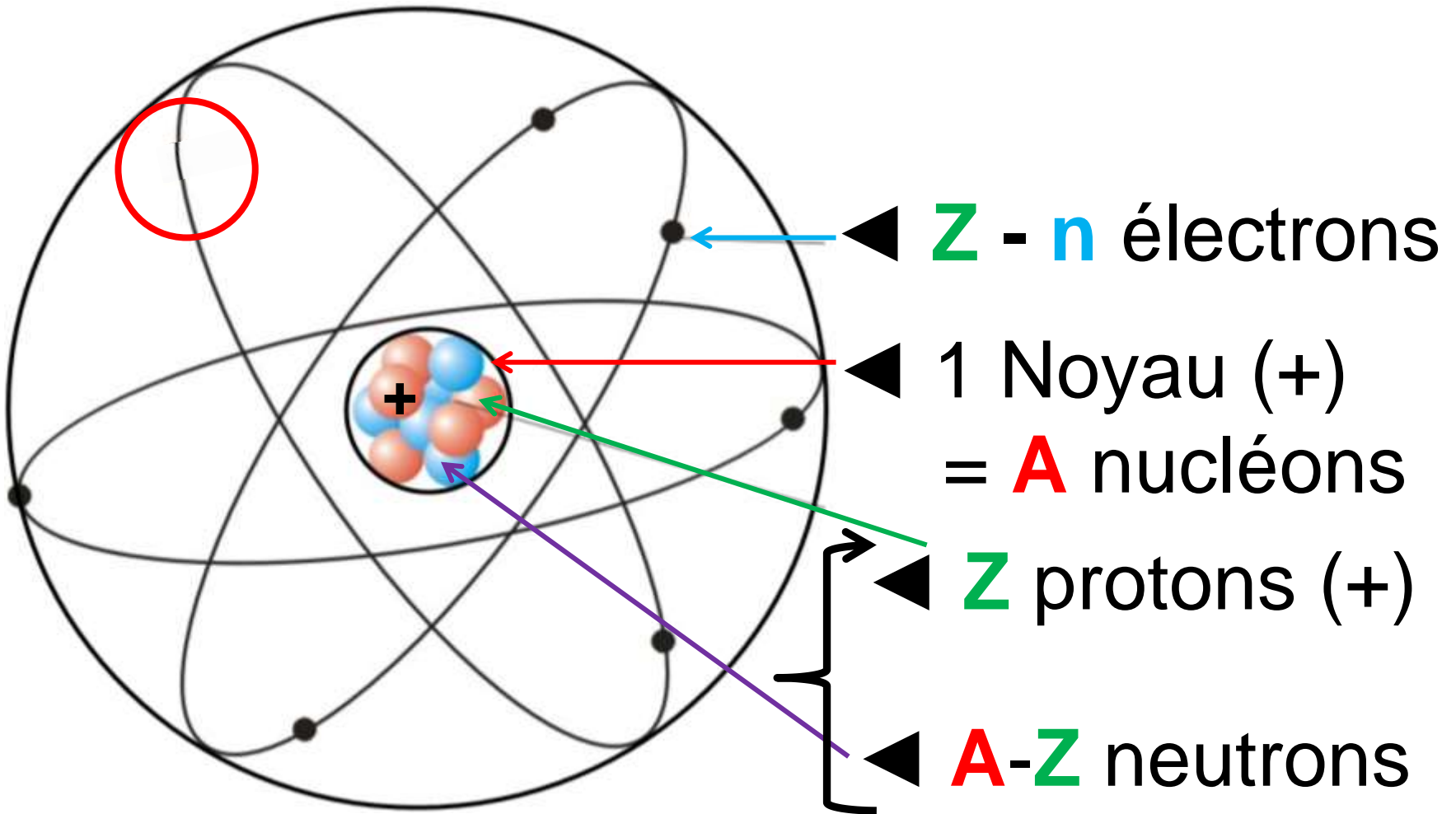
● **Un cation, chargé positivement**, provient d'un atome qui a perdu un ou plusieurs électrons.

Exemples

Ions	Ion magnésium	Ion chlorure
L'atome...	a perdu 2 électrons	a gagné 1 électron
Charge	2 charges positives	1 charge négative
Notation	Mg^{2+}	Cl^-



Dans un anion chargé - 



Dans un cation chargé + 

Activité 4 : comparer les structures de deux atomes et de leur ion

- 1) Donner les compositions des :
 - atome de chlore et ion chlorure ($Z = 17, A = 35$)
 - atome de magnésium et ion magnésium ($Z = 12, A = 24$)
- 2) Quelle est la principale différence entre l'atome et son ion ?

1) Cl : $Z = 17$, $A = 35$

Les noyaux de l'atome et de l'ion sont identiques et contiennent Z protons, donc 17, et $A-Z$ neutrons, donc $35 - 17 = 18$.

Comme l'atome est électriquement neutre, il possède autant de protons que d'électrons, donc 17 électrons.

L'ion chlorure possède un électron en plus donc $17 + 1 = 18$.

Mg : $Z = 12$, $A = 24$

Les noyaux de l'atome et de l'ion sont identiques et contiennent Z protons, donc 12, et $A-Z$ neutrons, donc $24 - 12 = 12$.

Comme l'atome est électriquement neutre, il possède autant de protons que d'électrons, donc 12 électrons.

L'ion magnésium possède deux électrons de moins donc $12 - 2 = 10$.

2) Leur unique différence de structure réside dans leur nombre d'électrons.

Règles

- Nombre d'électrons d'un cation X^{n+} : $Z - n$

Ex : Fe^{3+} a 3 électrons **de moins** que l'atome de fer Fe.

- Nombre d'électrons d'un anion X^{n-} : $Z + n$

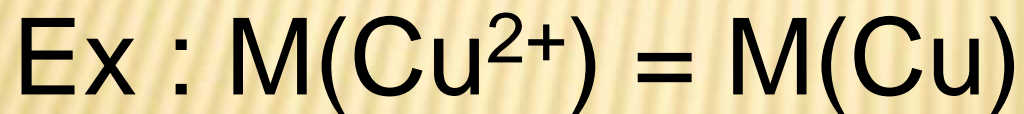
Ex : S^{2-} a 2 électrons **de plus** que l'atome de soufre S.

Conclusion

- L'ion et l'atome dont il provient ont le même noyau (mêmes Z et A) mais des cortèges électroniques différents.
- Leur nombre différent d'électrons explique leurs propriétés chimiques et leur aspect physique différents.

2 – Masse d'un ion

En raison de la masse négligeable des électrons, les masses de l'atome et de son ion sont considérées identiques.



3 – Électroneutralité des cristaux ioniques

La **proportion des cations et des anions** assure la neutralité électrique du cristal ionique.

Exemples

- Le chlorure de sodium contient des ions chlorure Cl^- et des ions sodium Na^+ .

Comme il faut un ion chlorure pour compenser la charge d'un ion sodium, la formule s'écrit : NaCl .

- Le chlorure de cuivre contient des ions chlorure Cl^- et des ions cuivre Cu^{2+} .

Comme il faut deux ions chlorure pour compenser la charge d'un ion cuivre, la formule s'écrit : CuCl_2 .

- **Nom du composé ionique**

A + **C** : nom anion + nom cation
(**chlorure** de **cuivre**)

- **Formule du composé ionique**

C + **A** : formule cation + formule
anion (**CuCl₂**)

Activité 5 : déterminer le nom et la formule d'un composé ionique

Associations proposées :

- ion chlorure Cl^- et ion fer III Fe^{3+} ;
- ion zinc Zn^{2+} et ion chlorure Cl^- .



Un composé ionique est électriquement neutre :

- Il faut **3** ions chlorure pour compenser la charge d'1 ion fer III.

Nom : chlorure de fer III

Formule : FeCl_3

- Il faut **2** ions chlorure pour compenser la charge d'un 1 zinc

Nom : chlorure de zinc

Formule : ZnCl_2

IV – L'élément chimique

chimique



**Qu'y a-t-il de commun
entre**

Ces deux oxydes de cuivre,



le cuivre métallique,



le sulfate de cuivre,



l'hydroxyde de cuivre



Tous contiennent
l'élément cuivre



caractérisé par son
numéro atomique Z

- **L'élément chimique regroupe toutes les formes de même numéro atomique (atome, ion, isotopes).**

Remarque

Les isotopes d'un élément sont des atomes de même Z et de A différents (voir chapitre transformation nucléaire).

V – Entité et espèce chimique

1 – Échelle microscopique et entité

À l'échelle microscopique, on distingue différentes entités.

Entités	Atome	Molécule	Ions
Composition / formation	Association de particules	Associations d'au moins deux atomes	Provient d'un atome qui a perdu ou gagné des électrons (3 max)
Charge électrique	Neutre	Neutre	Charge + : cation Charge - : anion

2 – Échelle macroscopique et espèce chimique

- Ces entités en très grand nombre définissent l'espèce chimique lorsqu'elles sont identiques.

Attention ! Une espèce ionique contient des anions et des cations.

Chapitre 3

A dramatic landscape featuring a range of jagged, dark mountains under a turbulent, dark blue and black sky. A bright, glowing light source, possibly the sun or moon, is positioned in the center of the valley, casting a powerful, golden-yellow beam of light that illuminates the surrounding terrain and creates a strong lens flare effect. The foreground is a dark, textured ground, possibly a field of low-lying vegetation or a rocky plain, with some areas catching the light from the source.

C'est fini !!!