

COURS

Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

1^{re}

Programme d'enseignement scientifique de première générale — BO 2023 n°25 — MENE2312806A

Le carbone de vos os n'a pas toujours existé. Il a été fabriqué au cœur d'une **étoile**, dispersé quand elle a fini sa vie, puis incorporé au nuage dont le système solaire s'est formé. Ce n'est pas une image : c'est une chronologie, et elle se lit dans l'**abondance** des éléments.

1 Éléments, atome, isotope

DÉFINITION

Un **élément chimique** est défini par le nombre de **protons** de son **noyau**, et par lui seul. Les **isotopes** d'un même élément ont le même nombre de protons et un nombre de **neutrons** différent : ils portent le même nom et n'ont pas la même masse. C'est pourquoi la masse indiquée dans le tableau périodique est une **moyenne**, pondérée par l'abondance de chaque isotope.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Confondre élément chimique, atome et isotope, et employer les trois mots l'un pour l'autre. — L'élément est défini par le seul nombre de **protons** ; les isotopes d'un même élément diffèrent par les neutrons sans changer d'élément. Dire qu'un élément « a une masse » est déjà une confusion : c'est un atome qui en a une, et deux isotopes du même élément n'ont pas la même. Toute la lecture du tableau périodique dépend de cette distinction.

Le réflexe : Compter les **protons** pour nommer l'élément, les **neutrons** pour nommer l'isotope.

EXEMPLE

Le chlore naturel est un mélange de deux isotopes : environ 75 % de masse 35 et 25 % de masse 37. Quelle masse moyenne le tableau périodique indique-t-il ?

① On pondère chaque masse par son abondance :

$$35 \times 0,75 = 26,25$$

② puis :

$$37 \times 0,25 = 9,25$$

③ et on additionne :

$$26,25 + 9,25 = 35,5$$

Environ 35,5 — une valeur qu'aucun atome de chlore ne possède individuellement.

2 D'où viennent les éléments

PROPRIÉTÉ

Les noyaux les plus légers — hydrogène et hélium, avec des traces de lithium — se sont formés dans les tout premiers instants de l'Univers. Tous les autres proviennent de la **nucléosynthèse** stellaire : la fusion, au cœur des **étoiles**, assemble des noyaux légers en noyaux plus lourds. Les éléments les plus lourds encore se forment dans des épisodes violents de fin de vie stellaire, et sont dispersés dans le milieu interstellaire.

RÈGLE

Les éléments plus lourds que l'hélium ont été fabriqués **dans des étoiles**. La matière dont nous sommes faits a donc une histoire, et son **abondance** actuelle garde la trace des processus qui l'ont produite.

Univers primordial → H, He · étoiles → éléments plus lourds

Un point utile pour ne pas se tromper de comparaison : l'**abondance** des éléments n'est pas la même partout. L'Univers est très majoritairement fait d'hydrogène et d'hélium ; la croûte terrestre, elle, est riche en oxygène et en silicium, parce que les éléments légers et volatils n'y ont pas été retenus ; la matière vivante privilégie le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Trois milieux, trois classements — et aucun n'est une anomalie.

EXPLOITER UNE DONNÉE D'ABONDANCE

- ① Vérifier si l'**abondance** est donnée en **masse** ou en nombre d'atomes.
- ② Préciser le **milieu** concerné : Univers, croûte terrestre, matière vivante.
- ③ Comparer des milieux **comparables** avant de conclure à une anomalie.
L'abondance dans la croûte terrestre ne ressemble pas à celle de l'Univers, et c'est attendu.
- ④ Relier l'abondance observée au **processus** qui a produit l'élément.
- ⑤ Conclure sur le milieu étudié, sans généraliser à toute la matière.

À VÉRIFIER

- Ai-je défini l'**élément chimique** par le nombre de **protons** ?
- Ai-je distingué **isotope** et élément ?
- Ai-je dit que la masse du tableau est une **moyenne** pondérée ?
- Ai-je attribué les éléments lourds à la **nucléosynthèse** stellaire ?
- Ai-je précisé le milieu avant de commenter une **abondance** ?

À RETENIR

- **Élément chimique** = nombre de **protons**, rien d'autre.
- **Isotopes** : même élément, nombres de **neutrons** différents.
- La masse du tableau est une **moyenne** pondérée par l'abondance.
- Univers primordial : **hydrogène**, **hélium**, traces de lithium.
- Les éléments plus lourds viennent des **étoiles** — **nucléosynthèse**.
- Univers : H et He dominant. Croûte : oxygène et silicium.
- Matière vivante : carbone, hydrogène, oxygène, azote.
- Toujours préciser le **milieu** et l'unité d'une **abondance**.