

Correction de l'activité documentaire : Abondance relative des éléments dans l'univers

1. Les éléments les plus abondants dans l'univers comme dans le soleil sont l'hydrogène et l'hélium, ce sont les deux atomes les plus légers ($Z = 1$ pour l'hydrogène et $Z = 2$ pour l'hélium). Cela s'explique par le fait que ces éléments ont été synthétisés peu après le Big Bang donc aux premiers instants de l'Univers. Les autres éléments présents le sont à l'état de traces car ils sont synthétisés ensuite au cœur de certaines étoiles.
2. Dans le texte de Reeves, des phrases comme "Vers trois mille degrés, les électrons se combinent aux noyaux pour former des atomes d'hydrogène et d'hélium" et "Les étoiles comme le Soleil transforment l'hydrogène en hélium" illustre bien les résultats de ces deux tableaux.
3. On peut remarquer que notre planète possède en abondance des éléments présents de manière très rare dans l'univers. A l'inverse, l'élément majoritaire dans l'univers (H) est très minoritaire (0,2 %).
4. → Entre le globe et la croûte terrestre, il existe des similitudes d'abondance comme pour l'élément oxygène, mais également de très grandes différences comme pour le silicium qui est surtout présent dans la croûte, tandis que le fer et le magnésium se retrouvent surtout dans les parties plus profondes du globe terrestre (manteau, noyau). Le globe terrestre, qui ici doit être pris dans le sens de tout ce qui n'est pas la croûte terrestre, ne contient ni calcium (composant nos os), ni sodium (le sel de cuisine est le chlorure de sodium), ni titane alors qu'on en trouve dans la croûte terrestre. A l'inverse, la croûte terrestre ne contient quasiment pas de soufre (S), d'azote (N), de chrome (Cr) et de nickel (Ni).
→ Entre le corps humain et les végétaux, les résultats sont beaucoup plus proches. Les proportions sont à peu près les mêmes pour tous les éléments abondants à l'exception de l'hydrogène plus présents chez l'être humain alors que le carbone se retrouve en plus grande proportion dans les végétaux. Les seuls éléments que l'on ne retrouve que dans le corps humain sont le chlore et le sodium (ces deux éléments participent sous forme d'ions Na^+ et Cl^- au phénomène d'osmose (voir cours de SVT)).
Note : Sachant que l'eau constitue entre 10% et 90% de la masse des organismes, les données des tableaux sur les abondances des éléments chimiques présents dans le corps humain et les végétaux concernent des échantillons de matière sèche. Dans le corps humain comme dans les végétaux il y a prédominance des éléments carbone, hydrogène, oxygène et azote. (C, H, O, N).
5. → Les éléments les plus abondants dans l'univers ont été créés dans les premiers instants de l'univers (premières secondes après le big-bang naissance des noyaux d'hydrogène et d'hélium). Encore aujourd'hui, au cœur des étoiles comme le soleil, des réactions nucléaires ont lieu qui engendrent un noyau d'hélium à partir de deux noyaux d'hydrogène.
→ Quant aux éléments les plus abondants sur terre, dans le corps humain ou dans les végétaux, il a fallu des millions d'années et la mort de milliers d'étoiles pour les engendrer. En effet, dans les étoiles comme le soleil, ce n'est qu'à la fin de la vie de l'étoile que la température augmente suffisamment pour que les noyaux d'hélium commencent à fusionner et à engendrer des atomes de carbone ou d'oxygène. Heureusement, comme l'écrit Reeves dans son texte, "les géantes rouges engendrent les atomes fertiles d'oxygène et de carbone à partir de l'hélium" en permanence.
Mais comment ces atomes quittent-ils les étoiles et parviennent-ils ensuite sur les planètes ? Il faut pour cela attendre que les étoiles meurent et explosent, engendrant durant cette explosion formidablement énergétique de nouveaux atomes (la centaine d'éléments qui existent dans l'univers et qui sont regroupés dans le tableau périodique ont été créés ainsi) et les disséminant dans l'univers. "Quittant les brasiers stellaires pour gagner les grands froids de l'espace", ces atomes vont ensuite se regrouper sous l'effet de la force de gravitation, et "autour d'étoiles en formation, ces poussières s'agglutinent et engendrent les planètes" (ou de nouvelles étoiles si la quantité de matière est telle que la température au cœur de ce nouveau corps céleste est suffisante pour "réanim[er] la force nucléaire".
6. Comme nous venons de le voir (question 5), les atomes qui composent notre planète, sont issus du cœur brûlant des étoiles. Comme notre planète possède une atmosphère et des océans, "où l'évolution chimique [s'est accélérée], donnant naissance à des molécules de plus en plus complexes", les molécules de la vie y ont pu se développer et "dans la foulée, l'évolution [est devenu] biologique, et [a] produit successivement les cellules et tous les vivants" dont nous sommes, nous pouvons donc dire avec H. Reeves que « nous avons été engendrés dans l'explosion initiale, au cœur des étoiles et dans l'immensité des espaces intersidéraux. »

Autres questions sur ce texte (mais avec les réponses cette fois-ci 😊)

1. Quelles sont les quatre grandes phases auxquelles H.Reeves fait allusion ?
2. A quelle date les premières réactions nucléaires commencent-elles à avoir lieu ? Donne les noms de deux noyaux qui se sont formés à ce moment là.
3. Quelle condition de température faut-il pour que les premiers atomes commencent à apparaître ?
4. Quelle est très approximativement la date de naissance des premières galaxies ?
5. De quelle réaction nucléaire principale les étoiles comme le Soleil sont-elles le siège ?
6. L'espace interstellaire est-il vide ? Justifie ta réponse.

1. a) "Gestation de l'Univers explosif" : formation des premiers noyaux, puis des atomes d'hydrogène et d'hélium et enfin des molécules de dihydrogène. b) "Cœur ardent des étoiles" : formation des galaxies, puis transformation de l'hydrogène en hélium dans le cœur des étoiles. c) "Début de l'évolution chimique" : Les atomes se combinent en molécules et en poussières interstellaires. d) "Tiédeur de l'océan primitif" : formation des planètes, atmosphères et océans ; l'évolution chimique s'accélère, donnant naissance à des molécules de plus en plus complexes.

2. Environ une seconde après le début du Big Bang.
3. Il faut que la température soit descendue jusqu'à environ trois mille degrés, pour permettre la naissance des premiers atomes.
4. La date de naissance des premières galaxies est de quelques centaines de millions d'années après le début du Big Bang.
5. La réaction nucléaire principale que l'on trouve au cœur d'une étoile comme le soleil est la transformation de l'hydrogène en hélium.
6. Non, l'espace interstellaire n'est pas vide puisqu'il contient des atomes, des molécules et des poussières.
- 7.

A toi de jouer pour finir :

Résume en quelques mots les grandes étapes de la création de l'Univers, de son évolution jusqu'à l'apparition de la vie.