

# THEME 1. UNE LONGUE HISTOIRE DE LA MATIERE

## Tp 1. LES ELEMENTS CHIMIQUES

### DANS L'UNIVERS.

*On a établi l'histogramme 1 des éléments dans l'Univers.*

1°) Commenter cet histogramme. D'où viennent ces éléments chimiques ?

### DANS LE SOLEIL.

*On donne dans l'histogramme 2, avec les abondances des éléments chimiques du Soleil, il y a 4,6 milliards d'années et aujourd'hui.*

2°) Comparer la composition du Soleil il y a 4,6 milliards d'années, avec celle de l'Univers. Conclure.

3°) Comparer les deux diagrammes traduisant l'évolution de la composition du Soleil. Commenter. Quelle transformation s'est produite ?

4°) Cette transformation dégage de l'énergie. Comment se traduit-elle pour les habitants de la Terre ?

5°) La transformation au sein du Soleil peut-elle continuer "éternellement" ? Qu'arrivera-t-il à terme ?

### DANS LE GLOBE TERRESTRE.

*Dans le globe terrestre (la Terre dans son ensemble), l'élément chimique le plus abondant est le fer (35%) suivi de l'oxygène (30%). Il s'agit bien évidemment d'une estimation.*

6°) Où se situe la plus grande quantité de fer dans le globe terrestre. Quel est son rôle ?

### DANS LA CROUTE TERRESTRE.

*La représentation 3 établie les abondances des éléments chimiques dans la croûte terrestre.*

7°) Commenter la répartition des abondances des éléments chimiques dans la croûte terrestre, par rapport à la répartition des abondances des éléments chimiques dans le globe terrestre. Le fer est-il toujours aussi abondant en surface terrestre ?

8°) Quel est l'élément le plus abondant dans la croûte terrestre ? Sous quelles formes cet élément est-il présent dans la croûte terrestre ?

9°) Quel est le second élément en % massique présent dans la croûte terrestre ? Sous quelles formes cet élément est-il présent dans la croûte terrestre ?

### DANS L'ETRE HUMAIN.

*On donne dans l'histogramme 4 les abondances des éléments chimiques du corps humain.*

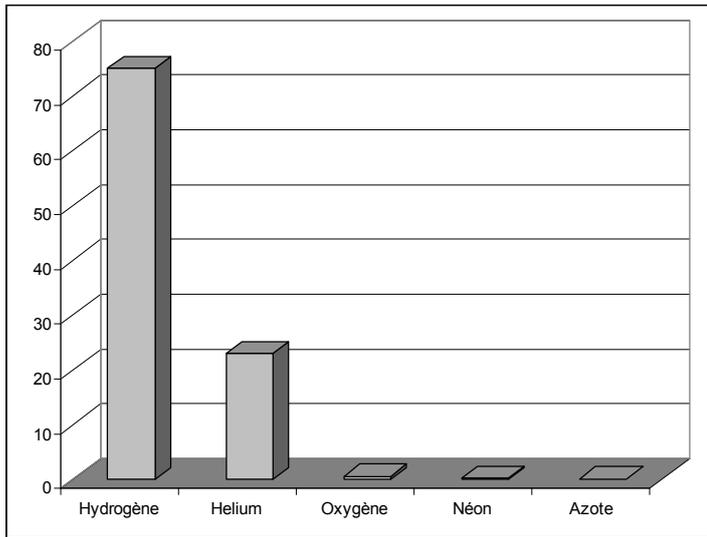
10°) D'où proviennent les éléments chimiques présents dans notre corps ? Donner des exemples.

### POUR CONCLURE.

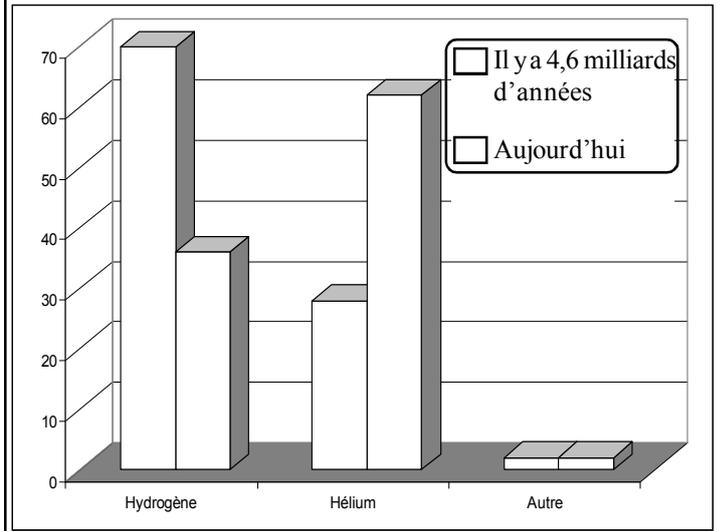
*Lire le texte ci-contre d'Hubert Reeves.*

11°) Commenter l'affirmation suivante: "Nous sommes tous fils et filles d'une étoile..". Quel est l'âge de nos atomes ?

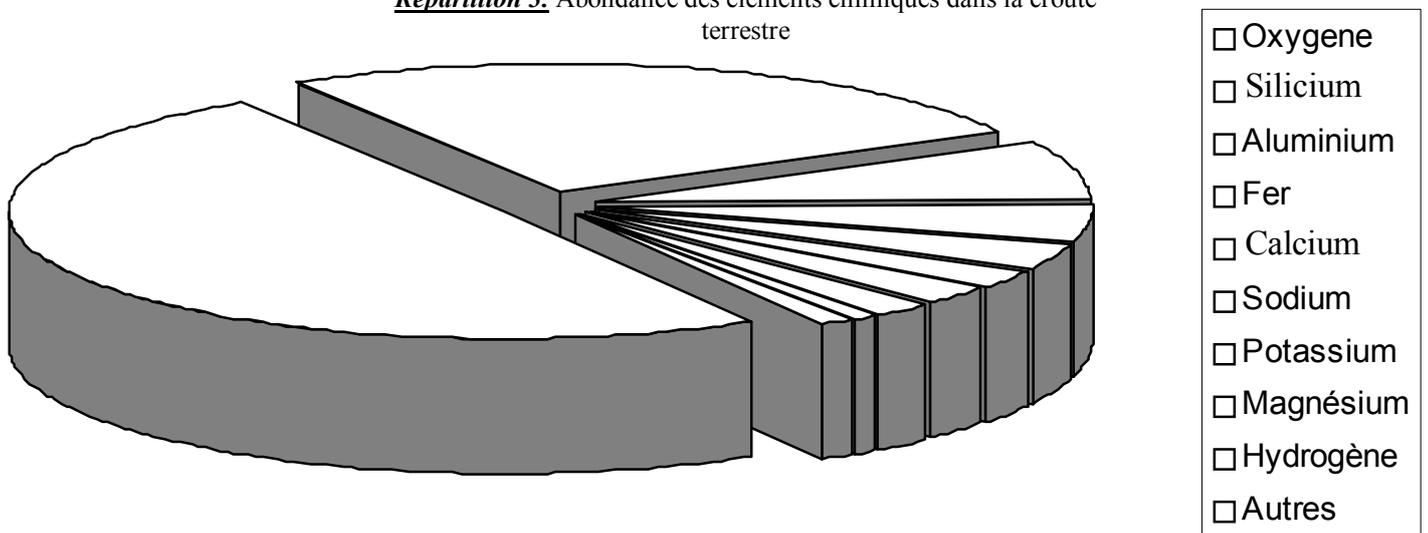
**Histogramme 1.** Abondance des éléments chimiques dans l'univers



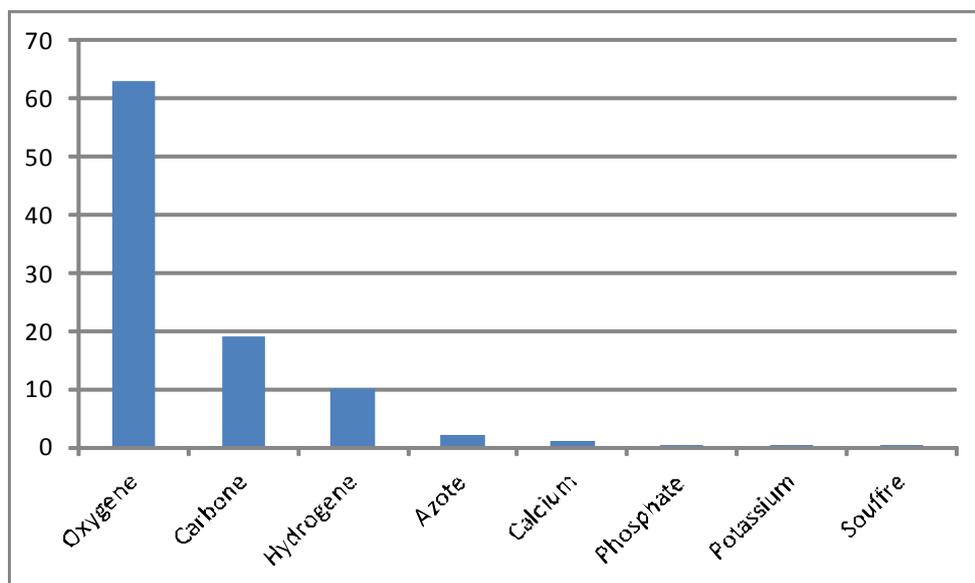
**Histogramme 2.** Abondance des éléments chimiques dans le soleil



**Répartition 3.** Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre



Abondance des éléments chimiques dans le corps humain

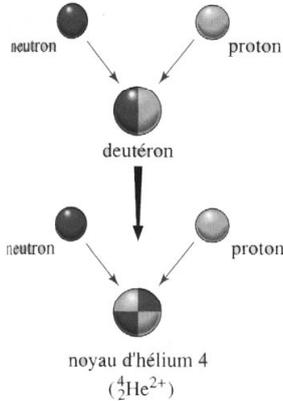


# LA GESTATION DE L'UNIVERS

Nous connaissons à l'heure actuelle plus de 110 éléments chimiques différents. La plupart d'entre eux sont stables et existent à l'état naturel. Les éléments de numéro atomique supérieur à 92 ont été préparés de façon artificielle, dans des laboratoires de physique nucléaire.

Comment les atomes, puis les molécules... se sont-ils formés dans les premières secondes, les premières minutes, les premiers millions d'années où notre Univers a pris naissance ?

## LES NOYAUX EMERGENT DE L'OCEAN DE CHALEUR.



Tout aurait commencé par une gigantesque explosion, environ quinze milliards d'années plus tôt. Un grand boum, selon la théorie du "Big Bang". Cependant, la naissance de l'univers, l'instant zéro, reste un mystère.

Mais quelques fractions de seconde après  $10^{-41}$  s, le nouveau né est chétif, moins gros que ça " ", mais a un sacré appétit d'explosion !

Quelques peu fiévreux aussi, des milliards de milliards de degrés. Enfin une énergie considérable, déjà mise à profit pour fabriquer des particules.

Un millionième de seconde après, sa croissance se porte bien: sa taille atteint 2 à 3 années-lumière (la grosseur de notre système solaire) et la fièvre baisse: 10 000 milliards de degrés.

A la première seconde après le Big Bang, l'Univers est une "grande purée" composée de cinq particules élémentaires: protons, neutrons, électrons, photons, neutrinos. La température ("plus" que 10 milliards de degrés) et l'agitation dans cette "purée" sont si grands qu'aucune association durable de particules ne peut se créer.

Quand l'horloge cosmique affiche 1 minute et 40 secondes, la température a déjà beaucoup baissé; elle est descendue à environ 1 milliard de degrés ! De nouvelles structures peuvent se former: des deutérons (noyaux d'hydrogène lourd; association d'un proton et d'un neutron), puis des noyaux d'hélium lorsque des deutérons captent un neutron et un proton...

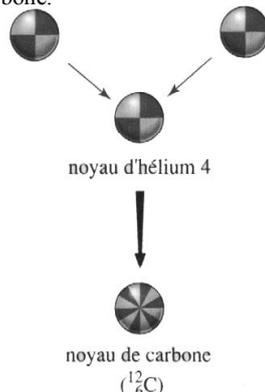
Cette période dure quelques minutes et porte le nom de nucléosynthèse primordiale. Au delà, la température est trop basse pour que d'autres noyaux puissent apparaître; l'Univers est formé principalement de noyaux d'hélium 4 et de quelques noyaux légers d'hélium 3, de deutérium et de lithium 7.

## ATOMES ET MOLECULES APPARAISSENT A LEUR TOUR

L'état précédent s'étend sur 1 million d'années, durée nécessaire au refroidissement de l'Univers de 1 milliard de degrés à quelques milliers de degrés. Il est maintenant possible que des associations stables se créent. Des atomes apparaissent: atomes d'hydrogène quand un proton capte un électron; atomes d'hélium quand un noyau d'hélium 4 s'entoure de deux électrons. Et désormais, deux atomes d'hydrogène peuvent se lier pour engendrer une molécule de dihydrogène: les premières molécules apparaissent.

## LA NAISSANCE DU CARBONE ET DES ATOMES.

Puis les étoiles se forment, et dans leur cœur où la température a "furieusement" monté (cent millions de degrés), un édifice stable peut se former par "fusion" de 3 noyaux d'hélium: un noyau de carbone.



Deux noyaux de carbone peuvent "fusionner" et la température s'élève encore. D'autres atomes apparaissent, principalement des atomes de néon, sodium, magnésium, aluminium, silicium ainsi que de phosphore et de soufre. Puis, d'autres "fusions" s'effectuent alors que la température s'élève progressivement. En quelques milliers d'années, l'étoile fabrique des noyaux, du silicium jusqu'aux métaux: fer, nickel, cuivre, zinc....

Par conséquent, en vieillissant, une étoile s'appauvrit de plus en plus en hydrogène et s'enrichit en éléments lourds. Puis, à 5 milliards de degrés, l'étoile explose en une supernova brillante comme 100 millions de Soleils. Et les noyaux formés se répandent dans l'espace....sous forme de nuages interstellaires.

## LA NAISSANCE DE NOTRE SYSTEME SOLAIRE.

Ces nuages interstellaires sont essentiellement formés d'hydrogène, sous forme de dihydrogène:  $\text{H}_2$ , soit sous forme atomique H, voire même sous forme ionisée  $\text{H}^+$ .

Les grains de poussière, qu'on y trouve aussi, sont constitués de glace  $\text{H}_2\text{O}$ , de graphite C et de silicates comme ceux qui constituent la croûte et le manteau du globe terrestre

La densité de certains nuages est suffisante pour qu'ils s'effondrent sur eux-mêmes, donnant ainsi naissance à de nouveaux objets. Si leur masse est suffisante, ces objets deviennent des étoiles, comme le Soleil. Si la masse est trop faible, les réactions nucléaires ne "s'allument pas", c'est ce qui s'est passé pour les neuf planètes du Système Solaire:

Les planètes *extérieures*, Jupiter, Saturne... ont des masses importantes et leurs températures sont très faibles, en raison de leur éloignement du Soleil. L'hydrogène et l'hélium en sont restés les principaux éléments.

Les planètes les plus proches du Soleil ont des compositions voisines. A cause des températures élevées elles ont subi un dégazage important qui a chassé vers l'espace la plus grande partie des éléments légers: hydrogène et hélium.

La Terre a une structure en "pelure d'oignon". Elle comporte un noyau entouré par le manteau sur lequel repose la croûte terrestre. La croûte terrestre désigne une épaisseur d'une trentaine de kilomètres comprenant l'atmosphère, l'hydrosphère (les océans) et les premières couches du globe terrestre.

## TOUT A UNE FIN....

Plus que cinq milliards d'années et la Terre retournera probablement à l'état de poussière et de gaz. Notre Soleil sera alors à la fin de son existence. Sur Terre, la chaleur sera si intense que toute vie aura disparue: les océans se vaporiseront, la Terre rentrera en fusion et finira par se volatiliser dans l'espace.

