

Thème 1: Histoire de la matière

Activité 1: les éléments chimiques.

Les éléments chimiques sont répertoriés dans le tableau périodique de Mendeleïev et sont les constituants de notre environnement.

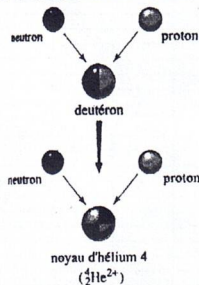
ex: Hydrogène (H), Oxygène (O), Carbone (C).

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 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...

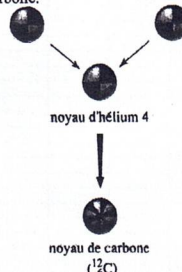
Cette période dure quelques minutes et porte le nom de nucléosynthèse primordiale. Au delà, la température est trop basse pour que d'autres noyaux puissent apparaître; l'Univers est formé principalement de noyaux d'hélium 4 et de quelques noyaux légers d'hélium 3, de deutérium et de lithium 7.

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 coeur 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 Soleil. Et les noyaux formés se répandent dans l'espace... sous forme de nuages interstellaires.

L'ÉMERGENCE DE NOTRE SYSTÈME SOLAIRE.

Ces nuages interstellaires sont essentiellement formés d'hydrogène, sous forme de dihydrogène: H_2 , soit sous forme atomique H, voire même sous forme ionisée H^+ .

Les grains de poussière, qu'on y trouve aussi, sont constitués de glace H_2O , 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 "peau 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.

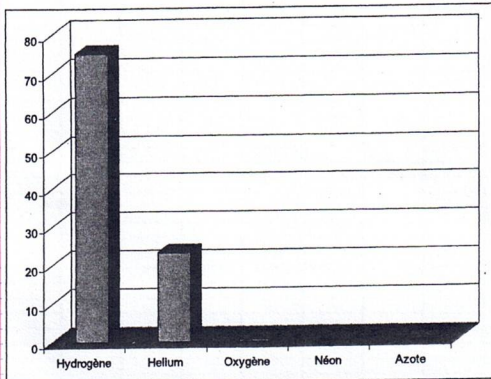
TOUT A UNE FIN...

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 disparu: les océans se vaporiseront, la Terre rentrera en fusion et finira par se volatiliser dans l'espace.



1) Abondance dans l'Univers

Histogramme 1. Abondance des éléments chimiques dans l'univers

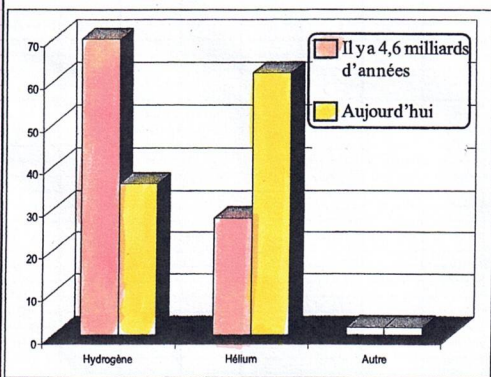


Notre Univers est un ensemble vide dans lequel on trouve des astres, planètes, étoiles... Il s'est formé il y a \approx 13,6 milliards d'années à la suite de l'événement : le Big-Bang

Dans ce vide, l'élément chimique le plus abondant est l'hydrogène car les étoiles sont principalement des boules d'hydrogène.

2) Abondance dans le Soleil

Histogramme 2. Abondance des éléments chimiques dans le soleil



Le Soleil s'est formé il y a environ 4,6 milliards d'années.

Sa composition à l'origine est identique à celle de l'univers car il s'est formé à partir d'un

nuage d'éléments chimiques perdus dans l'univers. C'est une réaction de fusion qui permet au Soleil de produire de l'énergie

Hydrogène

Hélium

Fusion

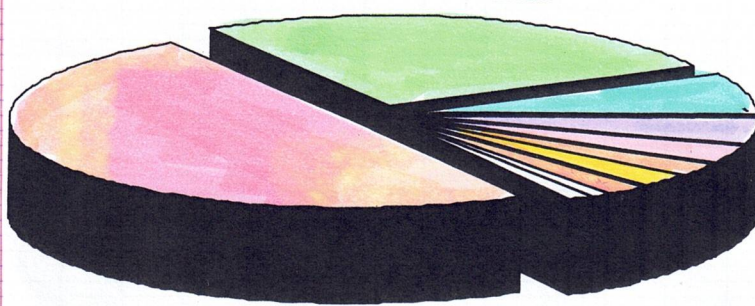
lumière

chaleur

Le Soleil est à la moitié de sa vie.

3) Abondance de la croûte terrestre

Répartition 3. Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre



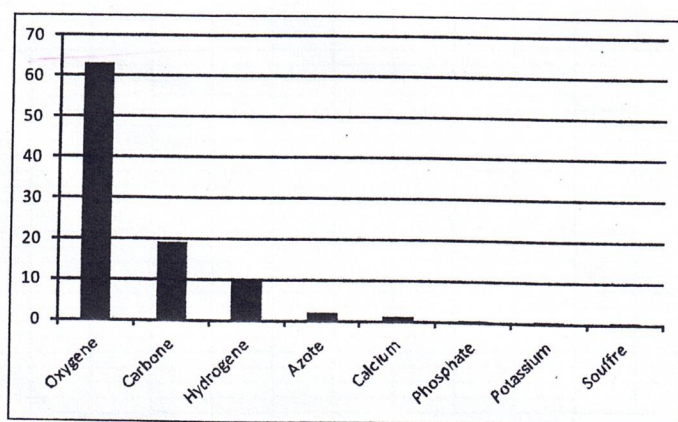
- Oxygène
- Silicium
- Aluminium
- Fer
- Calcium
- Sodium
- Potassium
- Magnésium
- Hydrogène
- Autres

La croûte terrestre est égale à la surface de la Terre.

L'élément chimique principal est l'**oxygène** (O) présent dans l'eau (H_2O) et le dioxygène (O_2) suivi du **Silicium** (Si) présent dans les roches.

4) Abondance dans le corps humain

Abondance des éléments chimiques dans le corps humain



L'élément chimique le plus abondant dans le corps humain est l'**Oxygène**.