



Abondance relative des éléments dans l'Univers

Nous allons au spectacle. Devant nos yeux vont se dérouler les jeux de la matière qui s'agence. La nature, en gestation perpétuelle, va accoucher de la vie.

On peut distinguer quatre grandes phases de cet accouchement. Ces phases correspondent aux lieux où se poursuit la gestation de l'Univers explosif dans son ensemble, puis le cœur ardent des étoiles, puis l'espace glacé entre les astres, et finalement la tiédeur de l'océan primitif.

Les chaleurs excessives de l'été ou d'un sauna occasionnent quelquefois des engourdissements. C'est l'état de l'Univers initial. Il ne s'y passe rien. Il est dans les limbes.

Son éveil doit attendre l'évacuation partielle de la chaleur. Alors débute une période d'activité fébrile. Des architectures se construisent, qui vont demeurer. L'inexorable décroissance de la température se poursuit. L'animation diminue et s'arrête. Cette fois, c'est l'engourdissement par le froid.

Cette séquence d'événements se déroule à plusieurs reprises. A chacune correspond la mise en œuvre d'une des forces de la nature.

Autour de la première seconde, c'est l'éveil du nucléaire. La température est descendue à un milliard de degrés. Grâce à la force nucléaire, les nucléons se combinent. Les premiers noyaux – surtout l'hélium – font leur apparition. Mais l'évolution nucléaire s'interrompt presque immédiatement. Elle n'engendre ici aucun des noyaux lourds nécessaires à la vie.

La température baisse pendant encore un million d'années avant le prochain éveil, celui de la force électromagnétique. Vers trois mille degrés, les électrons se combinent aux noyaux pour former des atomes d'hydrogène et d'hélium. Les atomes d'hydrogène se combinent pour donner des molécules d'hydrogène. A ce moment, le rayonnement est émis, que nous détectons aujourd'hui, fossilisé, au radiotélescope.

La force de gravitation s'éveille quelques centaines de millions d'années plus tard. D'énormes quantités de matière s'assemblent et donnent naissance aux galaxies. Les galaxies engendrent les premières étoiles. Alors que l'Univers dans son ensemble continue à se refroidir et à se diluer, les étoiles se condensent et se réchauffent.

Dans leur centre, la température remonte et réanime la force nucléaire. Les étoiles sont des réacteurs où l'évolution nucléaire reprend et se poursuit jusqu'à ses limites. Les étoiles comme le Soleil transforment l'hydrogène en hélium. Les géantes rouges engendrent les atomes fertiles d'oxygène et de carbone à partir de l'hélium. Cette évolution se poursuit tout au long de la vie stellaire et donne naissance à tous les noyaux stables jusqu'aux plus complexes. A la fin de leur vie, les étoiles se désagrègent et renvoient leur matière dans l'espace interstellaire. Pour les plus grosses, cet événement passe par une fulgurante explosion nommée « supernova ». Pour les plus petites, comme le Soleil, la matière stellaire est évacuée plus lentement sous forme de « vents ».

En quittant les brasiers stellaires pour gagner les grands froids de l'espace, les noyaux nouveau-nés s'habillent d'électrons et forment de nombreux atomes. Ici débute l'évolution chimique. Les atomes se combinent en molécules et en poussières interstellaires. Plus tard, autour d'étoiles en formation, ces poussières s'agglutinent et engendrent les planètes.

Certaines de ces planètes possèdent des atmosphères et des océans, où l'évolution chimique s'accélère, donne naissance à des molécules de plus en plus complexes. Dans la foulée, l'évolution devient biologique, et produit successivement les cellules et tous les vivants.

Hubert Reeves¹, *Patience dans l'Azur*, éditions du Seuil (1981).

¹ Astrophysicien québécois spécialiste de la formation des éléments, Hubert Reeves est également un vulgarisateur émérite !



1. Analysez et comparez les tableaux d'abondance des éléments dans l'Univers et dans le Soleil. Quels sont les principaux éléments présents dans l'Univers et dans le Soleil ?
2. Recherchez et notez dans l'extrait les phrases illustrant les résultats de ces deux tableaux.
3. Quelle remarque pouvez-vous faire en comparant les tableaux d'abondance des éléments de l'Univers et du globe terrestre ?
4. Indiquez les similitudes et les différences d'abondance des éléments chimiques entre le globe et la croûte terrestre. Même question entre le corps humain et les végétaux.
5. En analysant les propose de Hubert Reeves, ainsi que les résultats affichés par les différents tableaux, que pouvez-vous dire sur les origines des éléments les plus abondants que l'on rencontre dans les étoiles ? sur la Terre, dans les végétaux et le corps humain ?
6. Commentez la phrase « Nous avons été engendrés dans l'explosion initiale, au cours des étoiles et dans l'immensité des espaces intersidéraux. »

Élément	Univers	Soleil
H	90	94
He	9	6
O	0,1	0,06
C	0,06	0,04
Ne	0,012	0,004
N	0,01	0,007
Mg	0,005	0,004
Si	0,005	0,005
Fe	0,004	0,003
S	0,002	0,001

Éléments	Croûte terrestre	Globe terrestre
O	47	48,8
Si	28	13,8
Al	8	1,6
Fe	4,5	14,3
Ca	3,5	
Na	2,5	
Mg	2,2	16,5
Ti	0,46	
H	0,22	0,2
C	0,19	0,02
N		0,004
S		3,7
Cr		0,2
Ni		0,8

Élément	Corps	Végétaux
H	61	47,9
O	24,1	21,9
C	12,8	27,9
N	1,4	1,1
P	0,25	0,1
Ca	0,24	0,25
S	0,05	0,1
Na	0,04	
K	0,03	0,5
Cl	0,03	
Mg	0,008	0,13