

Les réactions nucléaires dans le haut-fourneau solaire

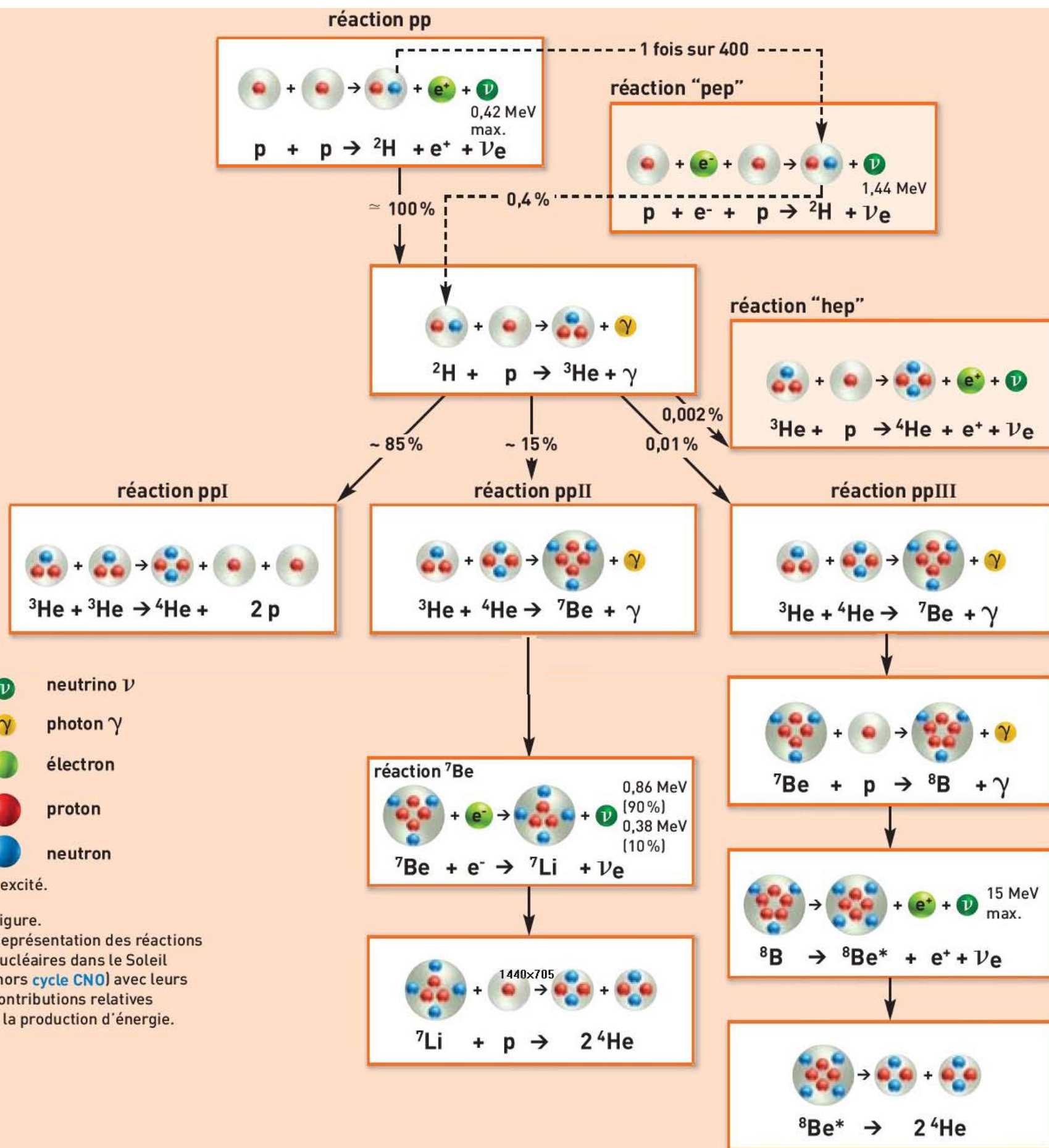


Figure. Représentation des réactions nucléaires dans le Soleil [hors cycle CNO] avec leurs contributions relatives à la production d'énergie.

$$4 p + 2 e^- \rightarrow {}^4\text{He} + 2 \nu_e + 27 \text{ MeV}^{(1)}$$

(1) Il s'agit d'une énergie moyenne.

Les réactions nucléaires débutent par la fusion de deux **protons** et se terminent par la production d'hélium 4, l'une *via* l'hélium 3, l'autre *via* le béryllium 7, suivie selon les cas de celle d'autres éléments légers (lithium 7 ou béryllium 8 *via* le bore 8). Ces chaînes de réactions **proton-proton** portent les noms de ppl, pplI et pplII (figure). Dans la première réaction de base, l'un des deux protons se transforme en **neutron** par le biais de **l'interaction faible**. Les deux particules jointes donnent naissance à une variété d'hydrogène, le deutérium (D ou ^2H), formé donc d'un **proton** et d'un **neutron** : en même temps un **anti-électron** ou **positon** et un **neutrino** (électronique) de basse énergie s'envolent.

Le deutérium capture un **proton** pour former un **noyau d'hélium 3** et un **photon gamma**. Deux **hélium 3** réagissent pour produire un **hélium 4** en libérant deux protons, renvoyés en début de chaîne. Dans quelque 85 % des cas, ainsi se termine la chaîne ppl. Cette chaîne est riche en neutrinos: **65 milliards** d'entre eux **traversent chaque cm² de notre peau à chaque seconde**. Mais ceux-ci, de **basse énergie**, sont difficiles à mettre en évidence. Il a fallu toute la sensibilité du détecteur Gallex et de ses semblables pour les enregistrer.

Dans les 15% de cas restants, un **hélium 3** fusionne avec un **hélium 4** pour produire un **béryllium 7** et un **photon gamma**. Soit le **béryllium 7** devient **lithium 7** par **capture d'un électron**, ce **lithium 7** capturant un **proton** pour donner **deux hélium 4** directement (**ppII**), soit, en capturant un **proton**, il parvient indirectement au même résultat par le truchement du **bore 8**, qui se désintègre avec **émission** d'un **neutrino** énergétique en **béryllium 8**, lequel se brise aussitôt en **deux hélium 4** (**ppIII**). Au bout de la **chaîne ppIII** se produit donc la **désintégration** du **bore 8** en **béryllium 8**, dispensatrice de **neutrinos** de **haute énergie**, très prisés des chasseurs de **neutrinos solaires**. Les taux de réactions dans le **plasma** solaire doivent être corrigés de l'effet d'écran des **électrons libres**

L'énergie engendrée sous forme de **rayons gamma** sert à maintenir chaude la chaudière solaire, ce qui lui évite de s'effondrer, et à la faire briller. L'énergie, sous forme de **photons**, filtre vers la surface. Elle est diffusée, absorbée, réémise par les **ions** et les **électrons**. **Seuls les neutrinos traversent en ligne droite le Soleil, en deux secondes environ.**

Source : *Comprendre l'astre Soleil – Clefs CEA – Printemps 2004 – Michel Cassé*

La Pyramide des densités cosmiques

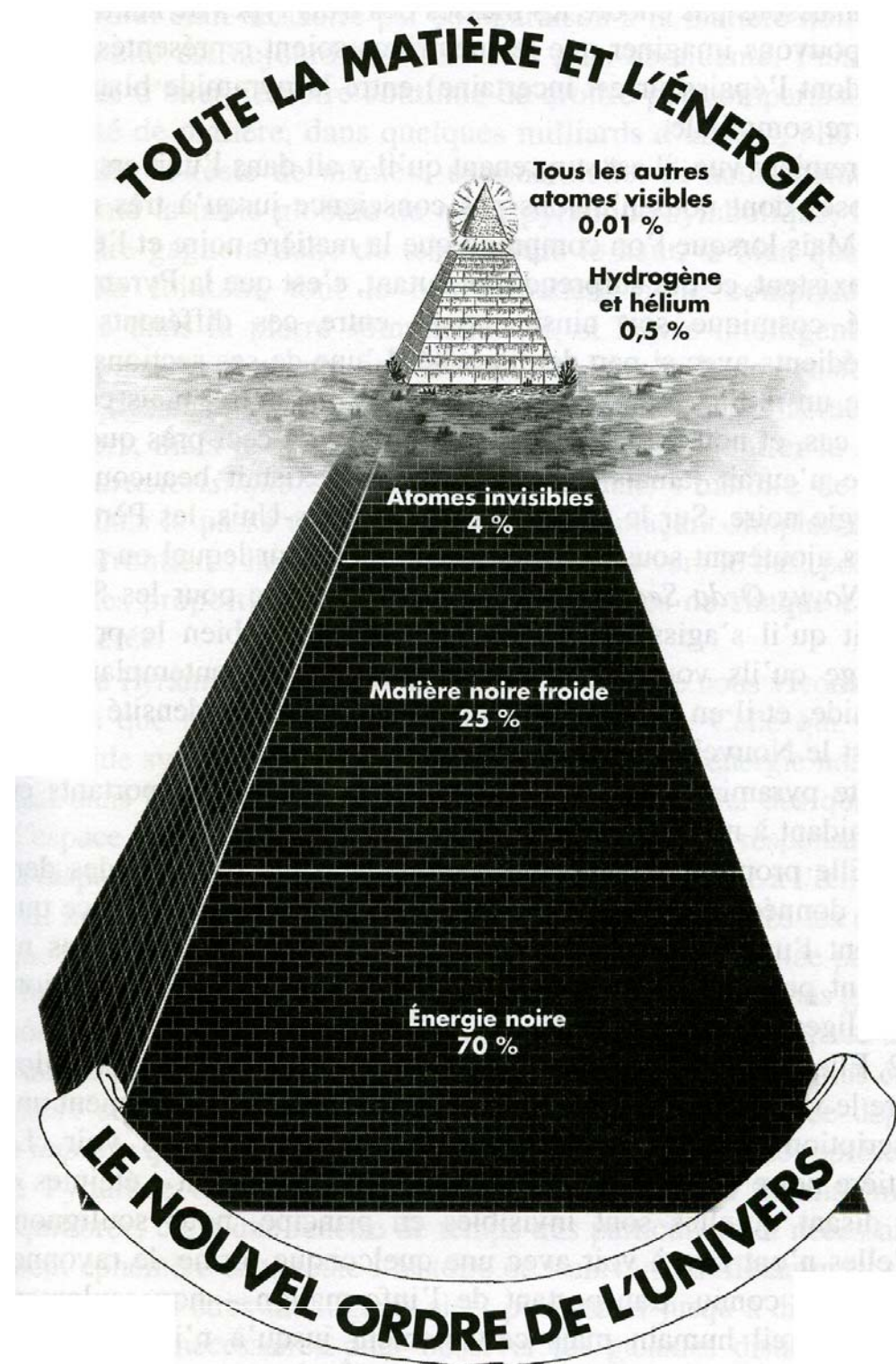


Figure 6. La Pyramide de densité cosmique.

La théorie matière noire - énergie noire décrit un univers composé de 70 % d'énergie noire, 25 % de matière noire froide, 4 % d'atomes d'hydrogène et d'hélium invisibles, 0,5 % d'hydrogène et d'hélium visibles dans les étoiles et seulement 0,01 % d'autres atomes.

Ainsi la matière atomique complexe qui constitue l'espèce humaine est très rare.

Grâce aux résultats récents issus de la recherche en astronomie, nous disposons maintenant de la théorie Matière Noire – Énergie noire de l'origine de l'univers et de son évolution globale.

Il en résulte que nous ne sommes pas des poussières insignifiantes. Ainsi, notre existence est au cœur des principes sous-jacents à l'univers reposant sur la théorie matière noire – énergie noire. Nous sommes par exemple constitués de la matière la plus rare de l'univers — poussières stellaires, éléments lourds qui représentent à peine quelques centièmes de pourcents de l'univers.



Grand Ouroboros cosmique

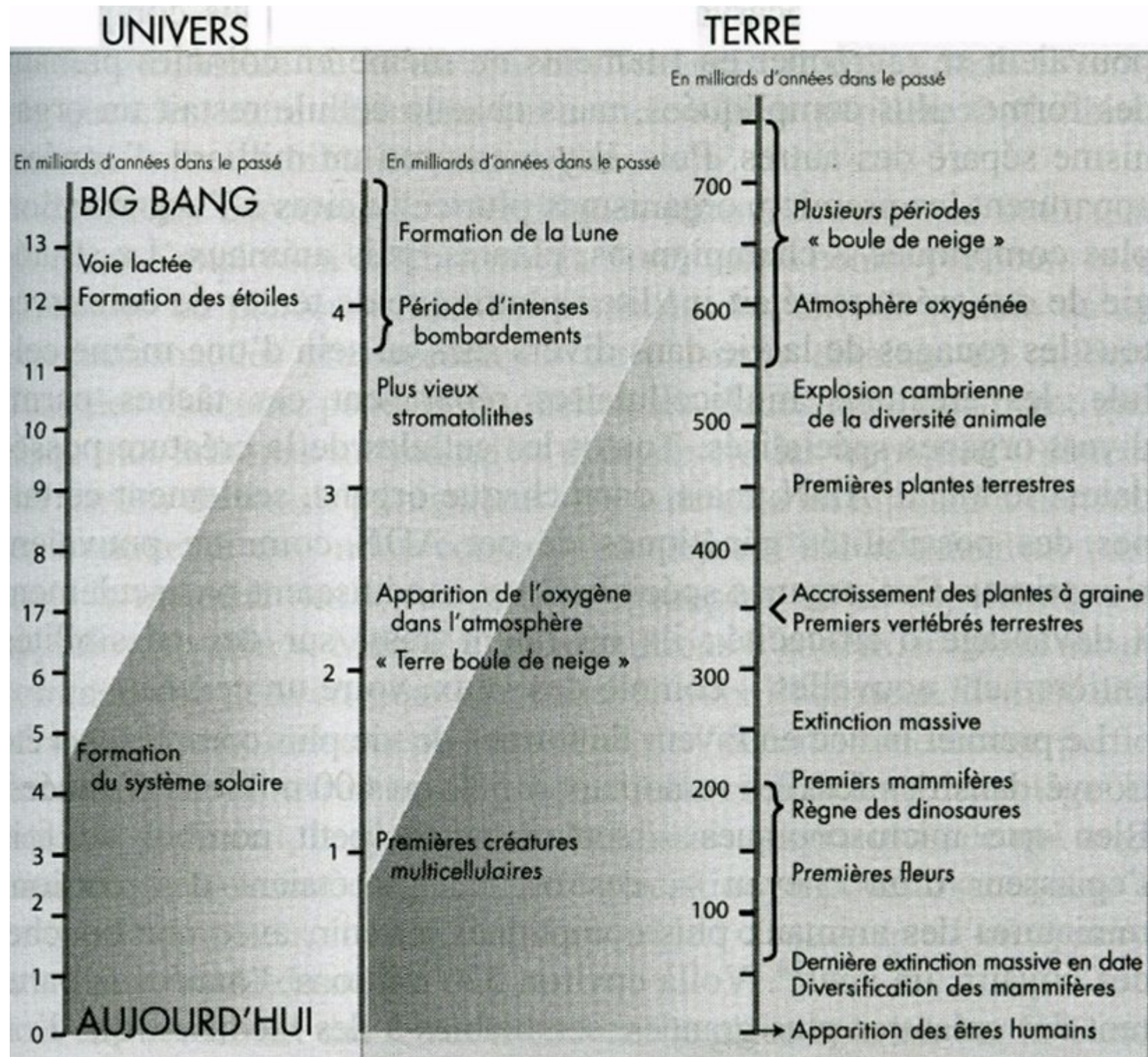
Note : L'illustration de la page précédente et celle-ci sont respectivement tirées des p.125 et p.173 du livre « **The View from the Center of the Universe** » de Joël R. Primack et Nancy Ellen Abrams traduit en 2008 aux **Editions Robert Laffont** sous le titre « **Destin cosmique** »

L'Ouroboros cosmique représente les objets de l'univers comme une succession continue de différentes échelles de taille.

Le diamètre de la Terre est plus petit que celui du Soleil d'environ **deux ordres de grandeur** (10^2). Environ **soixante** ordres de grandeur séparent la plus petite taille de la plus grande.

En parcourant le serpent dans le sens des aiguilles d'une montre, de la tête vers la queue, nous nous déplaçons de la plus grande échelle de taille visible (**celle de l'horizon cosmique, 10^{28} cm**) jusqu'à celle des superamas de galaxies, puis à celle d'une simple galaxie, puis à la distance nous séparant de la Grande Nébuleuse d'Orion, puis à la taille du système solaire, du Soleil, de la Terre, d'une montagne, d'un être humain, d'une fourmi, d'une créature unicellulaire comme la bactérie *Escherichia coli*, d'un brin d'ADN, d'un atome, de son noyau, des **interactions faibles** (véhiculées par les particules **W** et **Z**) et à l'approche de la queue du serpent, nous arrivons aux échelles de taille les plus petites, auxquelles les physiciens espèrent découvrir les **particules massives de matière noire (MN)** et, à des échelles plus courtes encore, une **théorie de grande unification (TGV ou GUT** en anglais).

Le bout de la queue représente la plus petite taille possible, la **longueur de Planck**. La **taille de l'être humain** se situe vers le centre, à **mi-chemin entre les deux extrêmes**.



Un organisme **en vie** est **déjà adapté** : il lui suffit donc de **continuer** ainsi et de **se reproduire**. Les **mutations** sont généralement soit **réparées**, soit **fatales**, mais **certaines**, pas trop nuisibles, parviennent à **s'accumuler**. L'**évolution** frappe alors **dès que les conditions changent** et que la **sélection naturelle favorise certaines** de ces **mutations**. L'**évolution** jusqu'aux **eucaryotes** fut **une étape considérable**, mais il ne s'agit là que de **créatures unicellulaires**. Voilà ce que fut la vie sur Terre **durant plus de deux milliards d'années**.

Événements décisifs dans l'évolution de la vie sur Terre

Note :

Illustration p.231 tirée du livre « **The View from the Center of the Universe** » de Joël R. Primack et Nancy Ellen Abrams traduit en 2008 aux **Editions Robert Laffont** sous le titre « **Destin cosmique** »