Activité d’introduction n°2 : The Big Bang Theory



Tout ce qui nous entoure est constitué d’atomes (nous y compris !). C’est le nombre de protons présents dans le noyau des atomes qui définissent à quel élément chimique ils correspondent. Il existe 94 éléments chimiques présents naturellement sur Terre. 24 autres ont été synthétisés par l’Homme dans les accélérateurs de particules.

**Début de l’Histoire : Le Big Bang**

Selon l’une des théories les plus universellement admises, l’origine de notre Univers se situe il y a environ 13,7 milliards d’années. L’Univers tout entier était alors condensé en un seul point ! Une gigantesque « explosion » se produisit, le « Big Bang », et l’Univers commença alors une expansion qui n’a pas cessé depuis.

Dans les tous premiers instants (10-43 s après l’explosion), les particules élémentaires apparaissent : quarks et électrons. Très vite (10-10 s), les quarks s’associent pour former les nucléons : protons et neutrons.

Le proton est le noyau de l’hydrogène, qui est donc le premier élément créé.

Quelques minutes après le Big Bang, il fait effroyablement chaud et les particules élémentaires ne peuvent pas s’assembler entre elles. Cependant, l’expansion de l’Univers implique son refroidissement. Pendant environ 3 minutes, de petites associations de 2 protons et 1 ou 2 neutrons apparaissent : ce sont des noyaux d’hélium.

Au fur et à mesure du refroidissement, les associations entre protons et neutrons deviennent impossibles. L’Univers n’est alors constitué que d’hydrogène (1 proton) et d’hélium (2 protons et 1 ou 2 neutrons).

**Naissance des étoiles**

Pendant plusieurs millions d’années, sous l’effet de la gravitation, le nuage d’hydrogène et d’hélium forme de « petits paquets » qui se condensent, tournoient et s’échauffent : c’est la formation de la première génération d’étoiles et de galaxies.

Au fur et à mesure que la gravitation condense chaque petit paquet de matière, la température ne cesse d’augmenter si bien que les noyaux d’hydrogène (protons) peuvent fusionner pour former des noyaux d’hélium. Cette réaction dite « thermonucléaire » dégage de la lumière : l’étoile est née !

**Les étoiles, berceaux des éléments chimiques**

Lorsqu’une étoile a épuisé tout son hydrogène, c’est l’hélium qui est à son tour fusionné. Pour cela, la température et la pression doivent être plus élevées que pour la fusion de l’hydrogène. L’étoile se contracte pour atteindre ces conditions et la chaleur dégagée repousse les couches externes. L’étoile enfle, sa température de surface baisse : elle devient une géante rouge.

De nouveaux éléments sont créés au cœur de l’étoile : Be, B, C, N, O.

Après la fusion de l’hélium, si l’étoile est suffisamment massive, elle peut continuer à augmenter la température et la pression en son cœur pour commencer la fusion de ces éléments et produire d’autres éléments encore plus lourds. L’étoile devient alors une géante bleue.

Les étoiles peuvent ainsi former tous les éléments jusqu’au fer (26 protons dans son noyau). La fusion du fer demande bien trop d’énergie et même les étoiles les plus massives ne peuvent pas y arriver.

**La fin tragique des étoiles les plus massives**

Lorsque le noyau des étoiles est constitué de fer, la fusion s’arrête. L’étoile n’a plus de source d’énergie suffisante pour soutenir les couches supérieures qui finissent par écraser le noyau. Cela prend une fraction de seconde, et lorsque le noyau devient suffisamment dense, l’effondrement de l’étoile s’arrête brutalement, ce qui crée une onde de choc qui souffle les couches externes de l’étoile. Ce phénomène s’appelle une supernova, en termes plus simples, c’est l’ « explosion » d’une étoile massive.

Lors des supernovæ, une énergie extraordinaire est dégagée, ce qui provoque un éclat lumineux très intense et ce qui permet la fusion du fer et des éléments plus lourds.

Ainsi, tous les éléments naturels plus lourds que le fer sont créés lors des supernovas

**Et tout recommence à zéro**

La matière éjectée lors des supernovas se disperse dans l’Univers et se mélange aux nuages d’hydrogène et d’hélium déjà présents. Cela forme des nuages contenant plusieurs éléments différents et qui donneront naissance à des étoiles de deuxième génération. Et ainsi de suite.

Le Soleil est probablement une étoile de troisième génération.

*« Tous les éléments de la Terre, excepté l’hydrogène et dans une certaine mesure l’hélium, sont le résultat d’une alchimie sidérale à laquelle se sont adonnés, il y a des milliards d’années, des étoiles dont certaines ne sont plus aujourd’hui que d’insignifiantes naines blanches, de l’autre côté de la Voie Lactée. L’azote dans notre ADN, le calcium de nos dents, le fer de notre sang, le carbone de nos tartes aux pommes ont été fabriqués au cœur d’effondrements stellaires. Nous sommes faits de la même étoffe que les étoiles ». Carl Sagan.*

Le premier élément artificiel synthétisé par l’Homme est le technétium en 1937.

1. Votre corps est fait d’atomes, mais où ces atomes ont-ils créés ? Expliquer la célèbre phrase d’un scientifique : « nous sommes faits de poussières d’étoiles ».
2. Donner le nom de l’élément chimique le plus léger et le premier à être apparu après le Big Bang ?
3. Expliquer la différence entre un noyau d’atome d’hydrogène et un noyau d’atome d’hélium. Puis répondre à la question : Qu’est ce qui définit un élément (hydrogène ou hélium ou oxygène ou encore le fer) ?
4. Donner le nom du phénomène qui explique l’apparition d’éléments autres que l’hydrogène.