

LA MATIERE

INTRODUCTION

Nous allons aborder dans cet ouvrage la définition de la matière telle qu'elle apparaît vue sous l'angle scientifique, depuis l'origine de l'univers.

Dans l'ouvrage intitulé "Le monde scientifique" nous avons défini la matière dans ses composantes astronomiques à travers l'histoire des galaxies, des étoiles, des planètes.

Dans celui-ci, nous resterons au niveau moléculaire et submoléculaire.

Nous parlerons de la naissance de la matière depuis l'origine en fonction des données actuelles de l'astrophysique, et du fonctionnement de cette matière au niveau des théories corpusculaires actuelles.

L'ORIGINE DE L'UNIVERS ET LA NAISSANCE DE LA MATIERE

Constitution de l'univers :

Globalement, l'univers physique est constitué des éléments suivants :

- Des particules élémentaires, éléments primordiaux de l'univers dont toute matière découle.
- De la matière sombre intergalactique, constituée de nuages, poussières, et autres particules fines, qui constitue la matière première permettant la formation des galaxies et des étoiles.
- Des galaxies, de formes et de tailles différentes, qui généralement évoluent sous forme de regroupements de galaxies. (Certaines galaxies peuvent être indépendantes).
- Des étoiles, principales constituantes des galaxies qui peuvent évoluer par regroupements de 2 ou plusieurs.
- De la matière sombre interstellaire.
- Des planètes plus ou moins denses, de compositions et de dimensions très diverses, qui évoluent autour de la plupart des étoiles.
- Divers objets tels que, comètes, astéroïdes, etc.

Nota : La plupart des corps célestes émettent des rayonnements dans toute la gamme des rayonnements électromagnétiques, ce qui les rend perceptibles à nos appareils. Certains sont appelés corps sombres car ils n'émettent aucune lumière.

L'univers en quelques chiffres :

- Age :

Les dernières estimations font remonter l'âge de l'univers à 13,7 milliards d'années.

La galaxie répertoriée la plus lointaine est estimée distante de 12,8 milliards d'années.

Si ces deux données sont exactes, cela voudrait dire que les premières galaxies se seraient formées moins d'un milliard d'années après le début de l'existence de l'univers matériel.

- Composition :

La science estime que l'Univers contient environ 125 milliards de galaxies.
Les galaxies peuvent se regrouper en amas qui peuvent en compter plusieurs milliers.

Le nombre des étoiles est estimé actuellement à au moins à 70 000 milliards de milliards.

La science estime qu'environ 85% de la masse de la matière de l'univers est invisible. Cette matière noire serait constituée de trous noirs, de gaz, de poussières de matière, et d'autres constituants non encore connus.

Sur un plan énergétique, la science estime qu'environ 70% de l'énergie de l'univers est actuellement inconnue.

La composition des atomes présents dans l'univers est :

Hydrogène = 90%.

Hélium = 9%.

Tous les autres atomes = 1%.

- Températures :

La chaleur est une forme d'énergie que possèdent tous les corps ou milieux, et qui permet un transfert de cette énergie du corps le plus chaud au corps le plus froid.

La chaleur correspond au degré d'agitation moyenne, à la rapidité de mouvement des molécules ou des atomes d'un corps ou d'un milieu. La chaleur mesure donc les forces de cohésion entre les molécules ou des atomes du corps ou du milieu considéré. En effet, plus les molécules ou atomes sont agités, plus la force de cohésion est faible. Ces déplacements sont effectués, soit par translation, soit par vibration, soit par rotation.

Le zéro absolu est le point de température le plus bas possible en théorie, correspondant à un état d'énergie minimum. Le zéro absolu correspond à une température de $-273,16^{\circ}\text{C}$ (Celsius), soit à 0°K (Kelvin).

D'un point de vue thermodynamique, le zéro absolu correspond au minimum d'énergie d'un système caractérisé par un mouvement moléculaire réduit. Il ne s'agit pas d'un repos complet, mais d'un état où le corps ne peut plus transmettre de chaleur à un autre corps car ses atomes et ses molécules ne peuvent plus céder leur énergie cinétique.

La température actuelle de l'espace intersidéral est actuellement de $2,72^{\circ}\text{K}$.

Les nuages froids intersidéraux gravitent autour des 10°K .

Des gaz chauds intersidéraux sous forme de plasmas (milieux fortement ionisés) peuvent avoir une température de plusieurs dizaines de milliers de degrés à plusieurs millions de degrés.

A l'intérieure des étoiles, les réactions thermonucléaires peuvent faire monter la température à plusieurs dizaines de millions de degrés.

- Densité :

L'espace est relativement vide de matière. Sa densité moyenne est estimée à 10^{-35} gr de matière par m^3 en moyenne, soit 10^{-29} g/cm^3 ou 1 atome dans 1 m^3 d'espace, dont 1 atome d'hydrogène pour 5 m^3 d'espace).

Autrement dit, une portion d'univers grande comme la Terre renfermerait 10 mg de matière.

La naissance de la matière :

Il est bien difficile de reconstituer, même avec nos moyens actuels, l'origine de la matière. Non seulement il existe encore plusieurs théories sur le commencement de l'organisation de l'univers,

mais tout le monde n'est toujours pas d'accord sur les processus qui suivirent. Quoi qu'il en soit, des questions restent en suspens. Il convient donc de considérer ce qui suit comme une hypothèse.

Voici ci-après les éléments les plus admis actuellement.

- A l'origine existaient 2 forces :

° La force de gravitation.

° La force électromagnétique.

- La force électromagnétique s'est séparée en 2 forces, la force électrofaible et la force nucléaire forte.

° La force électrofaible :

La force électrofaible a donné naissance aux quarks, aux électrons, aux neutrinos.

Puis elle s'est séparée en 2 autres forces, la force nucléaire faible et la force électromagnétique.

. La force nucléaire faible intervient dans les réactions nucléaires à l'intérieur des étoiles.

. La force électromagnétique a donné naissance au photon.

° La force nucléaire forte :

Elle intervient dans la cohésion des noyaux atomiques. Elle est représentée par des particules appelées gluons. Ces particules vont permettre aux quarks de s'assembler pour former les protons et les neutrons.

Tous les ingrédients sont alors réunis pour constituer la matière : Les quarks, les électrons, les neutrinos, et les photons.

Les quarks commencent à s'attirer et à se combiner entre eux par 3 sous l'action des particules gluons (force d'attraction) pour former des particules élémentaires plus lourdes, les protons et les neutrons.

Les protons et les neutrons s'assemblent pour former les premiers noyaux atomiques.

Les électrons (charge -) se mettent à tourner autour des protons (charge +) pour former les premiers atomes de l'univers, les plus simples, les atomes d'hydrogène (H) constitués d'un électron tournant autour d'un proton.

Puis les atomes d'hélium apparaissent, constitués d'un noyau de 2 protons + 2 neutrons, autour duquel tournent 2 électrons.

La science pense qu'à ce stade l'univers était composé de 77% d'hydrogène, et de 23% d'hélium.

Remarques :

Il est difficile de savoir si, dès l'origine, des protons (charge +) se sont associés avec des neutrons (charge neutre) pour former les premiers noyaux atomiques.

Dans ce cas, des électrons se sont associés dès ce moment-là pour former les deuxièmes types d'atomes, les atomes d'hélium (He), constitués d'un noyau de 2 protons + 2 neutrons, autour duquel tournent 2 électrons.

Sinon, les atomes d'hélium seraient apparus plus tard à travers les réactions thermonucléaires au sein des étoiles.

C'est le premier cas qui est généralement admis.

Certaines théories font naître les neutrons avant les protons.

Certaines théories font naître les électrons à partir des neutrons par éjection d'une partie des neutrons.

Certaines théories font naître l'interaction forte électromagnétique par la rotation des électrons autour des neutrons.

Organisation et développement de la matière :

Il est généralement admis, actuellement, qu'à ce stade l'univers est composé d'un gaz primordial constitué encore uniquement d'atomes d'hydrogène et d'hélium qui forment un plasma cosmique non homogène et non isotrope (non isotrope, se dit d'un milieu qui ne présente pas les mêmes propriétés physiques dans toutes les directions).

Dans ce milieu non homogène apparaissent des fluctuations de densités.

Ces fluctuations engendrent des grumeaux, des sortes d'îlots de matière, sur lesquels la force de gravitation entre en action. La force de gravitation permet aux atomes d'hydrogène et d'hélium d'entrer en attraction.

Ces atomes se mettent alors à former d'immenses zones des masses de gaz composés qui, sous l'influence de la gravitation, se densifient en nuages.

En divers points de ces masses de nuages, la gravitation provoque l'effondrement de la matière existante (H + He) sur elle-même, (en spirale).

L'effet de la force centrifuge, provoque la mise en rotation de ces nuages (souvent dans un sens dextrogyre), rotation provoquant elle-même un aplatissement des nuages, avec formation de bras s'il y a concentrations de particules, donnant naissance aux premières protogalaxies. Ces premières galaxies, probablement des galaxies naines, vont plus tard elles-mêmes s'absorber pour former des galaxies de plus en plus massives et diverses.

A l'intérieur de ces protogalaxies apparaissent également des grumeaux de matière, il s'en suit, localement des augmentations de pression due à la force de gravitation, provoquant des augmentations de l'excitation atomique (chaleur). Nous assistons à la naissance des premières proto-étoiles.

A l'intérieur de ces proto-étoiles, la pression et la chaleur augmentant dans le temps et, à partir d'un point critique, des réactions de fusion vont commencer à se déclencher transformant notamment l'hydrogène en hélium. Les premières étoiles apparaissent. Les différents types d'étoiles sont fonction des conditions physiques qui règnent dans le lieu de leur naissance.

L'univers matériel est né.

C'est à travers les chaleurs et les pressions importantes qui règnent aux cœurs des étoiles que naissent petit à petit les autres constituants de la matière, des atomes les plus simples aux atomes les plus complexes et les plus lourds.

Des noyaux atomiques de plus en plus complexes se forment, et des électrons se mettent à tourner autour de ces noyaux, en 2 couches, créant les atomes de lithium, de béryllium, de bore, de carbone, d'azote, d'oxygène, etc., puis plusieurs couches.

Lors des premières étoiles la matière était donc constituée uniquement d'hydrogène et d'hélium. Puis elles ont commencé à synthétiser des éléments légers. Ces éléments se sont répandus dans l'espace environnant lors de leur explosion en supernovae. Lors des générations suivantes, les nuages interstellaires ont été de plus en plus enrichis en atomes et molécules créés lors des premières étoiles. Et les étoiles ont été constituées de plus en plus d'éléments.

Plus tard, les nuages ont été suffisamment riches en éléments divers y compris sous forme de poussières de matière pour que, par accrétion de ces éléments, des planètes puissent se former.

Cas particulier des Trous Noirs :

L'ampleur de la force de gravitation provoque un effondrement gravifique qui annihile la matière constituée, et la transforme en un plasma où les atomes sont écrasés les uns contre les autres pour ne plus former que des noyaux protoniques. Les électrons disparaissent, donc plus d'agitation thermique, donc plus de température, et plus de rayonnement. Il reste un écoulement nucléaire phénoménal à l'intérieur d'un vortex créé par la célérité de rotation de cet ensemble. On peut

supposer que des protons sont transformés en quarks, et peut-être en autres particules.

Des jets se forment pour expulser les excédents de particules. Les éléments sont propulsés par ces jets dans la galaxie, et vont participer à la création d'autres matières.

Remarques :

Il est généralement admis que les étoiles sont nées à l'intérieur de formations gazeuses bien définies qui délimitaient ce qu'on peut appeler les premières protogalaxies (galaxies naines). C'est à l'intérieur de ces protogalaxies que sont nées les étoiles.

Certains scientifiques pensent que les étoiles se sont formées d'abord dans l'espace, puis se sont regroupées en amas stellaires qui se sont agglomérés formant des galaxies naines.

Dans ces débuts de la vie de l'univers matériel, il existait probablement un nombre très important de galaxies naines (100 à 1000 fois moins massives que la Voie Lactée). Ces galaxies se sont peu à peu assemblées en des galaxies plus élaborées.

Dans toute création il y a une phase préparatoire appelée proto, puis une phase de réalisation correspondant généralement à une concentration et création d'éléments de matière plus lourde, puis évolution de cette concentration jusqu'à une fusion avec d'autres éléments semblables, ou mort pour une régénération.

Ceci se passe depuis les galaxies jusqu'aux planètes, en passant par les étoiles.

A l'intérieur des étoiles, des liaisons entre protons et neutrons forment des isotopes de l'atome d'hydrogène : Le deutérium (1 électron tournant autour d'un noyau constitué de 1 proton et 1 neutron) et le tritium (1 électron tournant autour d'un noyau constitué de 1 proton et 2 neutrons).

Selon certaines théories l'antimatière n'existe pas par elle-même dans l'univers. Seuls existeraient des antiélectrons produits au sein des étoiles, et des antiprotons, résultat de la collision de particules cosmiques et des molécules de l'atmosphère.

Mais des particules d'antimatière peuvent être produites par l'homme dans sa technologie (ces antiparticules ne durent que quelques fractions de seconde).

Nous ne pouvons voir l'univers tel qu'il est aujourd'hui, car la lumière qu'émettent ses constituants lumineux met un certain temps pour nous parvenir.

Si la vitesse de la lumière (300 000 km/s) nous paraît élevée, au niveau des distances cosmiques, elle peut mettre un temps très long pour nous parvenir. Plus nous regardons des objets célestes lointains, plus nous les regardons tels qu'ils étaient au moment où leur lumière les a quittés.

L'image du Soleil met 8 mn pour nous parvenir, l'image de l'étoile la plus proche du Soleil, Alpha du centaure met 4,3 années pour nous parvenir, la galaxie Andromède, met 2 millions d'années pour nous parvenir, et ainsi de suite. Nous ne pouvons donc pas savoir ce qui se passe dans l'Univers lointain en ce moment.