La formation d'un système planètaire - 1/3

Voici l'histoire de la formation de notre système solaire, et de tous les autres systèmes planètaires...

Une étoile au cours de sa vie consomme son hydrogène qui se raréfie peu à peu dans ses régions centrales. Le taux des réactions nucléaires diminue et la source de chaleur qui tenait le système en équilibre s'amenuise. Dans un premier temps l'étoile se contracte en s'effondrant sur elle-même. Puis les couches entourant le noyau se réchauffent et brûlent à leur tour de l'hydrogène, faisant de nouveau enfler considérablement l'étoile. Elle perd alors totalement son aspect relativement paisible. Elle traverse une période d'agonie cataclysmique au cours de laquelle la pression de radiation interne est telle que d'énormes bouffées de matière sont propulsées hors de l'étoile par phases successives.

Dans les phases finales de l'agonie d'une étoile de petite taille (jusqu'à 3 fois la masse du Soleil), le gaz d'électrons dégénérés de son coeur conduit très bien la chaleur. Le réacteur s'emballe. Lorsque le coeur atteint 100 millions de degrés, l'hélium fusionne en produisant du carbone et de l'oxygène. Plusieurs périodes de dilatations et de contractions successives de plus en plus violentes finiront par disperser la matière de l'étoile dans l'espace. Ces restes apparaissent alors comme une sorte de cocon entourant le noyau central très chaud devenu une naine blanche.

Le monstre serti dans ces draperies fantastiques a épuisé l'hydrogène de son coeur, entièrement transformé en hélium. Puis l'étoile a brûlé l'hélium afin de continuer à trouver la chaleur nécessaire pour compenser son effondrement. Après l'hélium sont venus le béryllium, le carbone, l'oxygène. A chacun de ces changements de régime, elle a connu de monstrueux hoquets qui ont éjecté ses couches externes. C'est cette matière dispersée qui constitue la toile au centre de laquelle elle cache son corps boursouflé d'épeire. Mais bientôt - dans quelques millions d'années - tout sera fini. L'étoile s'effondrera, la matière comprimée rebondira sur le coeur dense de l'astre et fera explosion. En quelques heures, et pour la dernière fois, Eta Carène brillera plus que des dizaines de milliards de ses congénères, libérant les trésors que renfermait son corps, forgeant dans la foulée de nouveaux atomes qui seront une nouvelle richesse pour l'Univers.

Voici l'aspect des restes d'une grosse étoile un millier d'années après son explosion. Ces filaments de matière sont propulsés dans l'espace à 1500 km par seconde. Une énorme onde de choc qui continue à se répandre dans le milieu interstellaire et qu'on appelle un rémanent de supernovae. Dans cette gigantesque masse de matière déchiquetée, on trouve toutes les sortes d'atomes qui permettent les combinaisons infinies de la chimie. Disparition d'une étoile, promesse de nouveautés pour le futur.

Ces filaments sont l'héritage d'une étoile morte. Seules les étoiles géantes, 10 fois plus massives que notre Soleil, terminent leur vie ainsi : si vite et si violemment. Mais nous leur devons tout. En dispersant dans l'Univers les nouvelles matières qu'elles ont forgées, elles enrichissent le terreau cosmique de nouvelles possibilités. L'univers stérile de l'hydrogène s'est progressivement doté d'autres espèces d'atomes qui vont participer à la formation de prochaines générations d'étoiles et de planètes.

L'astronomie moderne nous permet d'observer "l'écologie universelle" dans son ensemble. Voici un univers-île, une galaxie comme notre Voie lactée, composée de centaines de milliards d'étoiles. Les petites tâches roses sont les zones où les étoiles naissent, les nuages sombres, les scories que les plus turbulentes d'entre elles ont léguées à la postérité. Au coeur de ces nuages riches principalement en carbone et en oxygène mais aussi en éléments comme l'azote, le soufre, le silicium, une chimie a commencé. Les atomes s'assemblent pour former de l'eau, de la terre, des acides aminés éléments constitutifs des protéines. Cette frénésie d'organisation de la matière n'est semble-t-il bridée que par le froid intense des espaces interstellaires et la dilution extrême de la matière. Ce qui semble dense sur cette image ne représentent en effet qu'une particule de glace ou de graphite par kilomètre cube. De nouveaux événements seront nécessaires pour révolutionner l'univers.

La formation d'un système planètaire - 2/3

Le gaz interstellaire continue à produire de nouvelles étoiles. Cette fois pourtant, il y a du nouveau sous les soleils : cette petite, tout juste en train de naître s'est entourée d'un disque de poussières en rotation. Bientôt de petits grumeaux de matière concentrée apparaîtront : des planètes, certaines peut-être jumelles de notre Terre. C'est là que la matière poursuivra son évolution. Notre système solaire a commencé de cette façon. Qui sait ? Longtemps après que nous ne serons plus qu'un souvenir dans l'Univers, les atomes qui constituent ce nuage sombre participeront peut-être à une épopée aussi héroïque que la nôtre.

Autour des étoiles nouvellement formées, les cendres de celles des générations précédentes s'agglutinent entre elles. D'abord sous la forme de minuscules grains de poussières de quelques microns d'épaisseur. Bien que très petits, ces grains sont constitués d'un noyau rocheux entouré d'une fine couche de glace. Ces grains eux-mêmes, dans certaines conditions se colleront les uns aux autres et donneront des corps de plus en plus gros. Ainsi se forment des comètes par exemple, mais aussi des météorites dont nous voyons un exemple sur cette image. Celle-ci, une chondrite carbonée, contient déjà des acides aminés dont on sait qu'ils sont les briques constituant les protéines.

Ces phénomènes d'agglutination ne s'arrêtent pas là. Au hasard des rencontres certains grossissent au détriment de plus petits qu'ils incorporent lors de chocs entre eux. L'astéroïde Gaspra qu'on voit ici illustre bien ce phénomène. Sa surface est criblée des cicatrices laissées par les chutes de corps plus petits dont il est lui-même constitué. De très petites différences dans les conditions initiales de formation de ces corps auront des conséquences considérables sur leurs destins. En fonction de la matière disponible ils pourront devenir planètes fertiles ou bien caillou errant indéfiniment dans l'espace. Ainsi, à partir d'éléments qui se ressemblent, l'Univers engendre en permanence de la diversité.

En fonction des endroits où ils se trouvent, certains de ces conglomérats de cendres d'étoiles vont incorporer de grandes quantités de matière. Plus ils grossissent, plus leur champ de gravité augmente et plus ils auront de chance d'attirer à eux d'autres morceaux plus petits, s'il en reste dans la région. Encore aujourd'hui, notre Terre reçoit en permanence de ces pierres venues du ciel. C'est l'arrivée des plus petites, à grande vitesse dans notre atmosphère, qui se voit sous la forme d'étoiles filantes. Parfois l'une d'entre elles peut atteindre une taille respectable. C'est lors d'une rencontre de ce genre que s'est formée la profonde cicatrice que nous voyons ici à la surface de notre Terre.

La formation d'un système planètaire provient d'accrétion de gaz et de poussières de la nébuleuse proto-solaire : en s'attirant par gravité, ces matériaux se sont aggllutinés au hasard des rencontre en produisant des cailloux de plus en plus gros (donc, de plus en plus attractifs), puis des "embryons de planètes". Ce mécanisme produit quelques objets très volumineux : ce sont les futures planètes soumises à un "bombardemant" intense.

Lorsque les planètes atteint à peu près leur taille final, ce sont des sphères de roches en fusion, les planètes "magmatiques". En effet, la chaleur libérée lors des inpacts a entraîné un forte élévation de température de la "cible bombardée".

Au sein des planètes magmatiques, les éléments chimiques les plus lourds (Fer et Nickel) se rassemblent par gravité vers le centre du globe pour former un noyau dense. Les plus légers (oxygène, silicium, aluminium, calcium, sodium et poatassium) surnagent et gagnent la surface pour former au cours du refroidissement de silicates, minéraux d'une croute rocheuse plus légère. Entre croute et noyau, les silicates du manteau sont formés essentiellement des éléments oxygène, silicium, fer et magnésium. Les molécules gazeuses s'échappent du manteau (dioxyde de carbonne, eau, diazote, méthane) et vont constituer l'athmosphère primitive puis, par condensation de vapeur d'eau, les océans. Les éléments les plus légers (hydrogène et hélium) "s'évadent" dans

La formation d'un système planètaire - 3/3

l'espace car la gravité terrestre est insuffisante pour les retenir.

Des matériaux de la nébuleuse non utilisés lors de l'édification des planètes forment des ceintures d'astéroïdes : c'est un ensemble de caillioux de toutes tailles et d'embryon de planètes qui gravitent sur une orbite. Les plus gros objets nommés astéroïdes ont été suffisament réchauffés pour fondre et se différencier en noyau de fer et enveloppe de silicates. Les cailloux plus petits, agglomérés sans fusion et non diiférenciés ont conservé une composition voisine de celle des poussières proto-solaires.

Les textes, "Nous sommes... des poussière d'étoiles", "Les spectres de la lumière" et celui-ci, sont issus de mon TPE pour le lycée que je vais rendre avant la fin de l'année scolaire.