

Panneau 4

il y a 4,5 milliards d'années : la formation des planètes



► Comment sait-on que les planètes du système solaire ont pour origine un disque de poussières et de gaz ?

Avant même de former un disque, la matière qui formera les planètes (et le Soleil) se trouve sous forme de **vastes nuages de gaz et de poussières** flottant dans l'espace. Ces nuages sont bien observés par télescope (ce sont des « nébuleuses »). En leur sein apparaissent des étoiles en formation. Avant même de photographier ces nébuleuses, les scientifiques avaient naturellement émis l'hypothèse que la matière du système solaire se trouvait d'abord sous la forme d'un nuage qui s'était effondré sous l'effet de son propre poids.

Si l'on réfléchit à ce qui peut arriver à un nuage de matière qui s'effondre sur lui-même, on aboutit rapidement à la théorie de la formation du système solaire via un **disque de gaz et de poussières**. En effet, l'essentiel de la matière va « tomber » au centre du nuage. Là, la densité devient de plus en plus élevée. La température monte. Les calculs montrent qu'en quelques millions d'années, on atteint les 3 millions de degrés nécessaires à la fusion de l'hydrogène (cf. fiche précédente) : une étoile naît. Cependant, même si le nuage était plus ou moins sphérique au départ, il suffit qu'il ait un soupçon de rotation sur lui-même pour que, dans l'effondrement, les parties externes s'aplatissent en un disque, puisque, dans la direction perpendiculaire à l'axe de rotation, la force centrifuge s'oppose à la gravité. Si l'on imagine des grains de poussière qui tournent autour de la jeune étoile sans être dans le disque, on réalise vite que ces grains vont finir par percuter la matière du disque jusqu'à être freinés et rejoindre le plan du disque. C'est ainsi que se sont « affinés » les disques autour de Saturne. Cette théorie, proposée par Laplace il y a plus de deux cents ans, est à présent complètement confirmée par l'observation de nombreux disques « proto-planétaires » autour de jeunes étoiles.

Par la suite, les poussières vont entrer fréquemment en collision et se coller entre elles par interaction électrostatique pour former des grains de quelques centimètres (eux aussi observés dans les disques autour des jeunes étoiles). Le passage à des « planétésimaux » de quelques kilomètres, puis aux « protoplanètes » de quelques centaines ou milliers de kilomètres, et enfin aux planètes actuelles est moins clair, et reste un sujet de recherche actif !

► Comment connaît-on l'âge de la formation du système solaire.

Parmi les méthodes qui ont permis de démontrer que le système solaire s'était formé il y a 4,6 milliards d'années, la plus précise et la plus définitive se base sur la datation isotopique. Le principe est le suivant : lorsque les gaz et les poussières se sont solidifiés pour former les grains de matières, des éléments légèrement radioactifs se sont retrouvés prisonniers d'une matrice solide (exemple, l'Uranium 238). Etre radioactif signifie que, peu à peu, certains noyaux se transforment en un autre noyau correspondant à un autre élément (exemple : l'uranium 238 se transforme en Plomb 206). Cette transformation s'effectue statistiquement avec une vitesse très bien connue (par exemple, il faut 4,47 milliards d'années pour que la moitié d'une population d'atomes d'Uranium 238 se transforme en Plomb 206). Pour dater le moment de la formation d'un minéral, il « suffit » donc, dans notre exemple, de mesurer la quantité relative d'Uranium 238 et de Plomb 206. En supposant qu'il n'y avait pas de Plomb 206 présent au départ, un calcul simple nous donne l'âge du minéral.

Ce principe et de nombreuses variantes sont appliqués avec toute sorte d'éléments. Ils ont montré que les roches les plus anciennes du système solaire avaient environ 4,567 milliards d'années.

Notes sur les illustrations

L'image est une vue d'artiste présentant le disque de poussières et de gaz autour du Soleil avant que ces grains ne s'agglomèrent pour former les planètes. Au centre de l'illustration, l'étoile en formation tire sa chaleur et sa luminosité de l'énorme énergie apportée par l'effondrement de la matière. Perpendiculairement au disque de matière sont représentés deux jets lumineux qui illustrent un phénomène étonnant observé chez les étoiles jeunes : elles éjectent une partie de la matière accrétée le long de leur axe de rotation. Le jet est probablement confiné par les puissants champs magnétiques créés lors de ce phénomène extraordinaire qu'est la formation d'une étoile et d'un système planétaire.