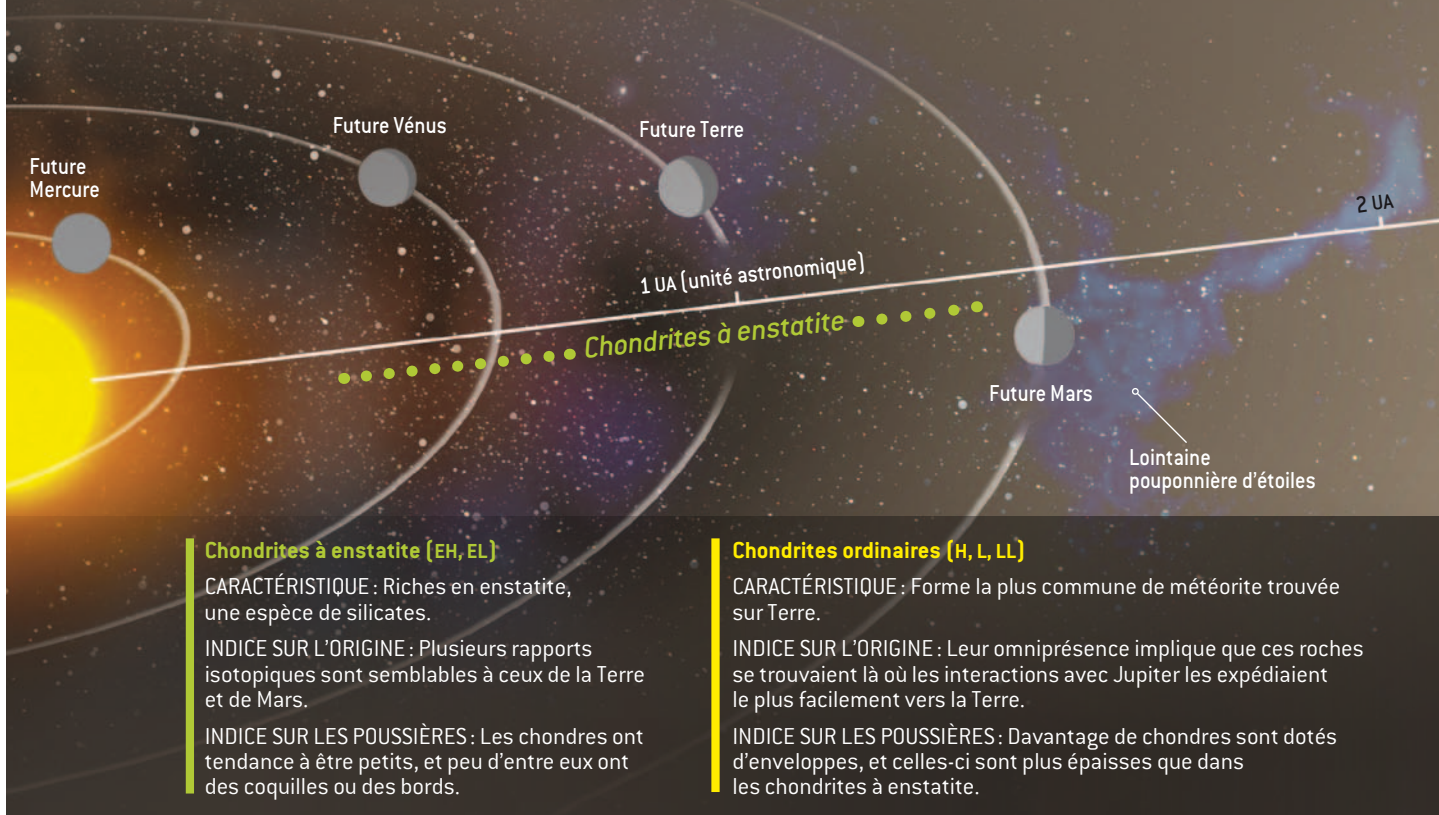


LE SYSTÈME SOLAIRE AVANT LES PLANÈTES

L'auteur a examiné de nombreuses caractéristiques chimiques et structurales de quatre classes de chondrites (*ci-dessous*), qui se divisent en 12 groupes principaux (repérés par leurs initiales). Il a ainsi précisé les modèles indiquant la provenance approximative des météorites de ces 12 groupes et déduit les

quantités relatives de poussières dans le voisinage à l'époque de leur formation (*sur la carte, les pointillés indiquent une plage probable de zones possibles*). Ses résultats indiquent que le maximum de poussières (*voile le plus dense*) est associé aux chondrites carbonées CR, CV et CK, qui étaient en orbite



à partir de leurs propriétés chimiques, isotopiques et structurales.

Outre leur composition chimique, les structures internes des chondrites livrent des renseignements sur la quantité de poussières présente au voisinage immédiat de leur lieu de formation. Les poussières ont joué un rôle crucial à toutes les étapes de l'évolution du Système solaire. Quand le nuage de matière initial qui a produit le Soleil et les planètes s'est effondré sur lui-même, la densité de poussières a augmenté. Le rayonnement infrarouge a été efficacement piégé, ce qui a fait croître la température au centre du nuage. Cela a donné naissance à la proto-étoile. Plus tard, les poussières (et, à plus grande distance du centre, la glace) se sont fixées dans les environs du plan médian de la nébuleuse et se sont agrégées en corps plus gros et poreux nommés planétésimaux, dont la taille allait de quelques mètres à des dizaines

de kilomètres. Certains de ces planétésimaux ont fondu avec la chaleur dégagée par les éléments radioactifs présents dans la roche. Les planétésimaux fondus sont dits « différenciés » car leur composition chimique est modifiée par rapport à celle des corps « primitifs » comme les chondrites. Les planètes se sont finalement formées à partir d'un ensemble disparate de planétésimaux fondus et non fondus ; les comètes et les astéroïdes parents des chondrites, de composition plus uniforme, proviennent uniquement de planétésimaux non fondus.

Une structure en couches

Les chondrites permettent d'estimer l'abondance de poussières à l'endroit où un groupe donné de chondrites s'est formé. En effet, dans les chondrites, les chondres sont constitués de coquilles (plus souvent

qualifiées d'anneaux, car les chondrites sont étudiées en lames minces) chargées de poussières entourant un noyau de silicate. Les chondres de certaines météorites carbonées, par exemple, comportent souvent un noyau, ou chondre « primaire », pris dans une coquille sphérique secondaire de matériau fondu – ou igné – de composition similaire au chondre primaire. La coquille secondaire est souvent elle-même entourée d'une coquille tertiaire, l'enveloppe ignée, qui est composée de grains de minéraux plus fins que ceux du noyau central (*voir la figure 2*).

De nombreux spécialistes des météorites ont suggéré que les coquilles secondaires ont été créées quand un chondre, solidifié après l'événement de fusion initial, a acquis une coquille poreuse de poussières dont la couche externe, (mais pas le chondre interne) a subi une fusion dans un second temps. Par la suite, des phénomènes

probablement à plus de trois unités astronomiques du Soleil. La concentration de poussières diminuait plus loin, là où étaient situées les chondrites CM, CO et finalement CI ; elle déclinait également dans l'autre direction, devenant très faible dans la région des chondrites à enstatite. La répartition des

poussières qui se dessine ainsi ressemble à celle de certains systèmes stellaires actuels de type T Tauri. Cela suggère que l'information recueillie sur la physique de ces systèmes peut nous révéler des détails concernant la naissance du Système solaire, et inversement.



Chondrites de Rumuruti (R)

CARACTÉRISTIQUE : Leur composition diffère légèrement de celle des chondrites ordinaires.

INDICE SUR L'ORIGINE : Certains rapports isotopiques impliquent une position plus éloignée du Soleil que celle des chondrites ordinaires.

INDICE SUR LES POUSSIÈRES : La proportion de matériau servant de matrice autour des chondres est beaucoup plus importante que dans les chondrites ordinaires.

Chondrites carbonées (CR, CV, CK, CM, CO, CI)

CARACTÉRISTIQUE : Riches en composés organiques.

INDICE SUR L'ORIGINE : La présence de composés organiques signifie que ces météorites se sont formées loin du Soleil qui, sinon, aurait dégradé leur matière organique.

INDICE SUR LES POUSSIÈRES : Les chondrites CR, CV et CK ont les plus gros chondres et les enveloppes ignées les plus épaisses ; les groupes CM et CO ont des chondres plus petits et des enveloppes ignées plus fines ; les météorites CI sont dépourvues de chondres.

Ron Miller

moins intenses ou plus brefs ont produit l'enveloppe ignée. En d'autres termes, les groupes de chondrites qui contiennent de nombreux chondres à coquilles gigognes semblent s'être formés dans des environnements poussiéreux.

Des épisodes multiples de fusion, entrecoupés de périodes au cours desquelles les chondres se sont enveloppés de poussières, auraient produit des chondres plus gros, dotés d'une coquille secondaire et d'une enveloppe ignée, toutes deux épaisses. Les chondres pris dans les poussières se sont par ailleurs refroidis plus lentement que les autres, parce que leur chaleur s'évacue moins facilement. Ce lent refroidissement aurait à son tour facilité l'évaporation des éléments volatils, tels que le sodium et le soufre. Cependant, ils auraient été piégés par les poussières voisines et, à terme, incorporés dans les chondrites. Néanmoins, une fraction notable aurait été perdue. Les

teneurs en sodium et en soufre des groupes de chondrites présentant de gros chondres chargés de poussières devraient donc être inférieures à celles des groupes de chondrites dont les chondres se sont formés dans des environnements pauvres en poussières. Et c'est bien ce que j'ai observé.

En combinant ces informations et d'autres avec les orbites présumées des astéroïdes dont ces chondrites sont issues, j'ai dressé une carte grossière des abondances en poussières dans le Système solaire jeune (voir l'encadré ci-dessus).

Une carte des poussières

Les chondrites à enstatite, qui se sont sans doute formées entre le Soleil et l'orbite actuelle de Mars, se trouvaient dans une région vraisemblablement pauvre en poussières ; elles contiennent, par exemple, peu de chondres à coquilles ou à enveloppes

ignées, et parmi les chondres ayant des enveloppes, ces dernières sont minces.

Les chondrites ordinaires et les chondrites R, plus éloignées du Soleil, présentent davantage de preuves de formation dans un environnement riche en poussières ; par exemple, la proportion de chondres à enveloppes ignées est plus élevée et les enveloppes sont plus épaisses que dans les groupes à enstatite.

La concentration de poussières semble avoir été maximale dans la région occupée par les corps parents des chondrites carbonées, qui contiennent les plus gros chondres et le plus grand nombre de chondres enfermés dans des coquilles secondaires et des enveloppes ignées (les groupes notés CR, CV et CK). Cette concentration diminue ensuite à proximité de la région de deux groupes de chondrites carbonées (CM et CO) encore plus distantes du Soleil. Les chondres de