

Regardez le ciel par une nuit claire et observez la Voie Lactée, ce voile laiteux formé des milliards d'étoiles de notre Galaxie : dans certaines zones, vous verrez des taches sombres. Selon William Herschel, astronome anglais du XVIII^e siècle, ces taches étaient des «trous» dans le ciel, c'est-à-dire des zones vides. Puis, au début du XX^e siècle, les astronomes ont découvert que ces taches obscures étaient d'énormes nuages de poussières qui interceptent la lumière des étoiles situées derrière eux. Les particules de cette poussière cosmique sont minuscules : leur diamètre est de l'ordre du centième de celui des particules qui s'accumulent sur les meubles. Pourtant, cette poussière a eu une influence notable sur l'évolution de la Galaxie et sur la formation des étoiles dans l'Univers.

Jusque vers 1950, de nombreux astronomes ne voyaient dans cette poussière qu'un obstacle à l'observation des étoiles lointaines. Au contraire, depuis quelques années, ces grains de matière interstellaire sont étudiés assidûment à l'aide de télescopes terrestres ou spatiaux : grâce aux données ainsi recueillies, les astronomes ont décrit l'évolution de cette poussière d'étoiles. Comment est-elle apparue ? De quoi est-elle formée ? Comment évolue-t-elle ? Avec Aigen Li, aujourd'hui à l'Université de Princeton, nous avons élaboré une théorie, nommée modèle unifié de la poussière, qui, même si elle n'est pas encore validée, explique les récentes observations.



Anglo-Australian Observatory/Royal Observatory, Edinburgh

Dans la Voie Lactée, les nuages de poussières sont concentrés dans le plan de la Galaxie, surtout le long des bords internes de ses bras spiraux. Dans ces zones hétérogènes, les étoiles forment des amas denses dispersés parmi des nuages de poussières. Ces derniers absorbent davantage les longueurs d'ondes bleues et ultraviolettes de la lumière stellaire que les rouges et les infrarouges. Aussi, quand les astronomes observent des étoiles à travers la poussière, elles apparaissent plus rouges qu'elles ne le sont en réalité. De même, le Soleil est plus rouge quand il est proche de l'horizon, car les poussières et le gaz de l'atmosphère terrestre dispersent sa lumière.

Rencontre des trois types

On a étudié comment l'intensité lumineuse diminue en fonction de la longueur d'onde et des substances traversées et l'on en a déduit qu'il existe trois types de grains de poussière. Les plus gros sont allongés, ils ont un diamètre de l'ordre de 0,2 micromètre et une longueur double, c'est-à-dire qu'ils sont de la taille des particules de la fumée de cigarette. Ces particules, qui arrêtent la lumière visible, représentent environ 80 pour cent de la masse totale des poussières interstellaires. Chaque grain comporte un noyau «rocheux», entouré d'un manteau de matériau organique et de glace (voir la figure 3).

Sur la courbe d'extinction, on observe un pic d'absorption dans l'ultraviolet, qui correspond à la présence de grains plus petits. Ils ont un diamètre de l'ordre de 0,005 micromètre et constituent 10 pour cent de la masse totale des poussières. Ces grains sont sans doute constitués de carbone amorphe et d'hydrogène, mais sont vraisemblablement dépourvus d'azote et d'oxygène.

Enfin, les particules du troisième type, qui composent encore 10 pour cent de la masse des poussières cosmiques, sont encore plus petites (0,002 micromètre de diamètre) : elles interceptent l'ultraviolet lointain. Ces grains seraient constitués de molécules proches des

hydrocarbures polycycliques aromatiques, présents dans les gaz d'échappement des automobiles.

Très éloignés des étoiles, ces grains de poussière sont extrêmement froids : leur température ne dépasse parfois pas cinq degrés au-dessus du zéro absolu, soit -268 °C. Dès les années 1940, l'astronome hollandais Henk van de Hulst a proposé une théorie, aujourd'hui surnommée le modèle de la glace sale, selon laquelle une partie des atomes présents dans l'espace interstellaire (l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote) adhérerait à la surface froide des grains et formerait des couches de glace d'eau, de méthane et d'ammoniaque.

Toutefois, ce n'est qu'au début des années 1970 que ce modèle a été confirmé. En étudiant les spectres infrarouges de la lumière stellaire traversant les nuages de poussière, les astrophysiciens ont détecté les raies d'absorption caractéristiques des silicates (constitués de silicium, de magnésium et de fer), qui composent le cœur des grains de poussière du premier type. À la même époque, ils ont également observé la raie d'absorption de l'eau gelée dans le spectre infrarouge. Ultérieurement, on a montré que ces grains contenaient du monoxyde et du dioxyde de carbone, du formaldéhyde et d'autres composés. Ces substances sont volatiles : elles gèlent au contact des grains de poussière froids, mais elles s'évaporent lorsque la poussière se réchauffe. À l'inverse, les substances qui constituent les noyaux des grains de poussière sont réfractaires : elles restent solides même aux températures élevées.

... poussière tu redeviendras

Les poussières interstellaires constituent environ un millième de la masse de la Voie Lactée, soit des centaines de fois la masse totale de toutes les planètes de la Galaxie ! Cependant, la densité de ces poussières est faible : en moyenne, on trouve un grain de poussière par million de mètres cube d'espace. Toutefois, même si la densité des poussières est faible, la lumière stellaire qui les traverse sur des milliers d'années-lumière finit par être partiellement absorbée. Pourquoi notre Galaxie est-elle si poussiéreuse ?

Au début de l'Univers, il y a environ 15 milliards d'années, la poussière n'existait pas. Comme toutes les autres galaxies, la Voie Lactée n'était qu'un mélange d'hydrogène, d'hélium et de