

Catalyse et évolution stellaire

Cycle carbone-azote-oxygène (Cycle CNO)

Dans certaines étoiles on trouve des atomes de carbone. Ceux-ci peuvent être utilisés comme premiers maillons d'une chaîne carbone-azote-oxygène encore appelée cycle CNO, dont les processus sont totalement différents de ceux du cycle proton-proton (Cf. bulletin de la SAL n° 47 octobre 1999 article de Claude Ferrand) mais dont le bilan est rigoureusement le même.

Le cycle CNO comprend six réactions nucléaires ; le carbone, utilisé initialement, réapparaît en fin de cycle lorsqu'un noyau d'hélium est formé. Il s'agit là d'une véritable catalyse, au cours de laquelle, la présence temporaire d'une particule (le noyau de carbone en l'occurrence) permet à d'autres particules de réagir ensemble ou d'augmenter leur vitesse de réaction. Le noyau de l'atome de carbone joue donc par sa présence un rôle très important dans l'évolution stellaire.

Les étoiles de première génération sont constituées uniquement d'hydrogène et d'hélium. Par contre les étoiles appartenant aux générations suivantes naissent du gaz interstellaire. Au cours des quinze milliards d'années écoulées, les apports successifs des supernovae ont enrichi ce gaz en éléments lourds (rappelons que les noyaux lourds sont produits lors des phases terminales d'étoiles agonisantes.) Ces noyaux, en très faibles proportions vont jouer un rôle prépondérant.

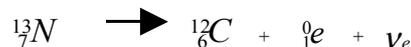
Dans un gaz composé uniquement de protons, les sections efficaces des réactions de fusion ont des valeurs faibles et les collisions sont peu réactives. Au contraire la présence de noyaux lourds, tels que des noyaux de carbone, va augmenter le nombre de réactions nucléaires et accélérer le processus d'évolution de l'étoile.

Examinons maintenant les six équations du cycle CNO.

1^{ère} équation La fusion d'un noyau de carbone-12 et d'un proton conduit à la formation d'un noyau d'azote-13 :



2^{ème} équation Le noyau d'azote-13 se désintègre en un noyau de carbone-13, un positron et un neutrino d'électron :



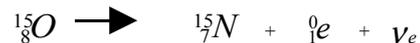
3^{ème} équation Le noyau de carbone-13 capture un proton pour donner un noyau d'azote-14 :



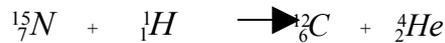
4^{ème} équation La capture d'un proton par le noyau précédent fournit un noyau d'oxygène-15 :



5^{ème} équation L'oxygène-15 se désintègre selon le mode β^+ :



6^{ème} équation L'isotope 15 de l'azote, obtenu au cours de la réaction précédente, par capture protonique forme un noyau de carbone-14 et un noyau d'hélium-4 :



Le bilan global de ce cycle est obtenu en additionnant membre à membre les six équations précédentes. On obtient :



Ce bilan est le même que celui du cycle proton-proton.

L'action du carbone est donc primordiale dans l'évolution stellaire. Elle accélère la formation des noyaux et permet la production de noyaux d'azote, élément essentiel des molécules nécessaires à l'apparition de la vie.

Extrait du livre « La vie rêvée des étoiles » de Leftéris VARKAS avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Bernard DELLA NAVE

Information bibliothèque de la S A L

Une cinquantaine de cassettes audio ont été mises en place pour le prêt.
Des nouveaux livres ont été achetés ainsi que des CD-ROM
Des résumés de la conférence sur la spectroscopie effectuée par Mr Della Nave sont à votre disposition. Vous pouvez vous en procurer un exemplaire.

Liste des nouveautés :

- | | |
|--------|--|
| CD-ROM | "La France vue de l'espace" |
| CD-ROM | "L'Encyclopédie de l'espace" (recommandé pour les débutants) |
| LIVRE | "J'observe le ciel profond" de Jean-Raphaël Gilis |
| LIVRE | "Quel climat pour demain" de Sylvestre Huet |

David FOUILLAT