

LES POTINS DE LA VOIE LACTÉE

A LA RECHERCHE DES FAIBLES MASSES : NAINES BRUNES ET PLANÈTES (?)

La série principale (SP) du diagramme HR des étoiles est également une séquence ordonnée suivant les masses des étoiles, selon l'interprétation de la théorie de la structure interne des étoiles. Ainsi les étoiles les moins massives peuplent le "bas" de cette SP avec les caractéristiques suivantes : faible luminosité, température superficielle inférieure à 3000K, couleur rouge, type spectral M7 à M9 . Leur détection directe demande donc une grande sensibilité et doit s'effectuer dans l'infrarouge (l'énergie est émise essentiellement aux longueurs d'onde supérieure au micromètre).

Une étoile "cachée" peut aussi être décelée de manière indirecte par ses effets gravitationnels sur le mouvement d'une étoile lorsqu'elle fait partie d'un système binaire. Dans une telle situation la mesure du décalage Doppler-Fizeau des raies du spectre de l'étoile visible permet de suivre la variation de la vitesse radiale au cours du temps et de déterminer la période du système binaire et d'estimer à partir de l'amplitude de cette variation , la masse du compagnon invisible. Dans ce type d'approche il est essentiel de mesurer des vitesses radiales stellaires avec grande précision et de mettre en oeuvre un suivi des observations sur plusieurs années. Les progrès techniques de ces récentes années (haute résolution spectrale, télescopes infrarouges tel le 2,2m de l'université de Hawaii situé sur le site exceptionnel de Mauna Kea, cameras CCD infrarouges) ont permis à plusieurs groupes d'astronomes dans le monde de mettre en évidence des objets de très faibles masses. Ces résultats nouveaux ont été particulièrement discutés en août dernier à Baltimore (USA) lors de l'Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale.

Au cours d'un programme systématique de recherche d'étoiles binaires entrepris depuis 7 ans par un groupe américain, 15000 vitesses radiales ont été mesurées pour 1500 étoiles et 80 orbites spectroscopiques ont déjà été obtenues. En particulier, l'étoile HD114762 de type solaire, située à 90 a-l appartient à un système binaire de période 84,17 jours avec une amplitude de variation de la vitesse radiale de 533m/s. L'objet associé pourrait avoir une masse de l'ordre de 10 fois la masse de Jupiter ou même moins; il pourrait alors peut-être s'agir d'une planète ... mais l'incertitude sur l'inclinaison de l'orbite permettrait une masse nettement plus élevée! Les mesures sont en excellent accord avec celles d'un autre groupe (Coravel) travaillant indépendamment à l'Observatoire de Haute Provence.

Un groupe d'astronomes canadiens utilisant une technique à très haute résolution sur 18 étoiles brillantes surveillées depuis plusieurs années a obtenu pour 9 d'entre elles un indice de compagnon possible dans le domaine de 1 à 10 fois la masse de Jupiter. Le seul cas où les observations ont couvert une durée bien supérieure à la période du système est celui de l'étoile gamma Cephei dont le compagnon aurait une masse de 1,6 fois la masse de Jupiter. Il s'agirait bien là, si la faible masse est confirmée, d'une planète extrasolaire. En effet Jupiter est la planète la plus massive de notre système solaire (mais seulement 1/1000 de la masse M_{\odot} du Soleil) et l'on sait qu'il existe une masse limite maximum possible pour qu'un nuage de gaz en contraction gravitationnelle puisse constituer une planète; cette limite est de l'ordre de 3 fois la masse de Jupiter . Pour qu'un tel nuage puisse donner naissance à une étoile classique produisant sa propre énergie par fusion thermonucléaire de protons (ce qui nécessite une température centrale d'au moins 10 millions de K) la masse doit être supérieure à une limite de l'ordre de 0,075-0,09 M_{\odot} . Par ailleurs la théorie prévoit que pour un nuage de masse comprise entre 0,003 et 0,075 M_{\odot} , les effets quantiques deviennent prépondérants et conduisent à une structure d'équilibre constituée d'un gaz d'électrons complètement dégénéré , donc incompressible, avec une température centrale insuffisante pour enclencher la fusion thermonucléaire; un tel objet gazeux, dense et froid est appelé "naine brune"; il a une luminosité très faible et n'évolue pratiquement pas.

Plusieurs cas d'étoiles de très faible masse pouvant être des naines brunes ont également été révélés à partir d'imagerie infrarouge permettant de séparer spatialement une étoile et son compagnon. Un cas particulièrement prometteur est celui de l'étoile G1569 située à 34 a-l dont le compagnon situé à 5" (ce qui correspond à 50 unités astronomiques et à une période de l'ordre de 500 ans) apparaît beaucoup plus rouge et froid que les étoiles les moins massives connues jusqu'ici. Les observations photométriques faites à 2 ans d'intervalle confirment qu'il s'agit vraiment d'une étoile binaire; en effet l'image du compagnon a suivi sur le ciel le même mouvement propre (0"71) que l'étoile principale. A noter que le déplacement angulaire orbital serait de l'ordre de 0"13 pendant cette durée. Pour déterminer directement la masse de G1569B il faudrait observer une fraction significative de l'orbite et cela demandera plusieurs dizaines d'années...Cependant l'interprétation des données photométriques dans l'infrarouge est encore incertaine pour ces étoiles très froides dont le spectre est très affecté par les raies moléculaires et d'autres observations indépendantes montrent que G1569B pourrait bien être une étoile classique M7 ou M8.

La chasse aux objets de très faible masse est en plein développement et déjà il apparaît qu'il doit exister une population importante d'étoiles de masse de l'ordre de 1/10 M_{\odot} et des naines brunes. Ces objets, s'ils étaient très nombreux pourraient expliquer la "masse cachée" de notre Galaxie.