

Découverte d'une naine brune de 12 millions d'années

Lucienne Gouguenheim

Grâce au VLT (Very Large Telescope) de l'ESO (Observatoire européen austral), qui en a donné un spectre et une image d'une résolution de 0,18", inégalée depuis le sol, une équipe internationale d'astronomes vient de découvrir une naine brune très jeune.

Les naines brunes occupent une position stratégique pour notre compréhension du mode de formation des étoiles et des planètes : ce sont en effet des objets charnières. Moins massives que les étoiles normales, elles ne sont pas capables d'amorcer en leurs régions centrales des réactions de fusion thermonucléaire et tirent leur possibilité de rayonner de leur énergie gravitationnelle propre, qu'elles libèrent progressivement en se contractant ; ceci leur confère une courte durée de vie, au contraire des planètes qui réfléchissent la lumière d'une étoile pendant toute la durée de vie de cette étoile. En effet, elles se contractent jusqu'à ce que leur densité soit devenue assez grande pour que se manifestent les effets d'agitation quantique du gaz d'électrons, qui les stabilisent en contrebalançant les effets de la gravitation.

On comprend bien l'intérêt que revêt pour les astronomes une meilleure connaissance de ces naines brunes. Mais elles ne sont pas faciles à observer, d'une part car elles ne sont jamais intrinsèquement très lumineuses et d'autre part car leur luminosité décroît très rapidement au cours du temps, ce qui fait qu'elles ne sont observables que pendant une courte durée.

Comment se forment les planètes et les naines brunes ?

Elles ont un mode de formation très différent. Les naines brunes, qu'elles soient isolées ou associées à des étoiles normales, se forment comme les autres étoiles, par le même processus de fragmentation suivi de contraction au sein d'un nuage de

gaz interstellaire. Les planètes se forment dans des régions circumstellaires : nuages et disques de poussières.

Ni la théorie ni l'observation ne permettent encore de fixer la valeur exacte de la masse qui sépare les deux catégories d'objets. Il semble que la limite inférieure de la masse d'une naine brune soit de l'ordre du centième de la masse du Soleil, soit environ dix fois celle de Jupiter et que la masse supérieure possible pour une planète soit également voisine de cette valeur.

On connaît mieux la limite qui sépare les naines brunes des étoiles classiques : elle est de 0,08 masse solaire.

A la recherche de naines brunes jeunes

La plupart des naines brunes connues à ce jour sont des étoiles isolées. On en recense actuellement quelques dizaines. Par exemple dans l'amas d'étoiles des Pléiades, qui est relativement jeune, avec un âge de 120 millions d'années. Les plus âgées ont des milliards d'années et sont très proches de nous, à quelques années de lumière.

Plus une naine brune est jeune et plus elle est lumineuse ; d'autre part, plus elle est lumineuse, plus grande est la distance limite à laquelle on peut la détecter. Ceci explique que toutes les naines brunes proches de nous connues sont plus vieilles que celles de l'amas des Pléiades, situé à plus grande distance.

Par contre, et malgré beaucoup d'efforts, on ne connaît jusqu'ici que 3 naines brunes compagnes d'étoiles normales.

L'équipe internationale autour de Ralph Neuhaeuser, de l'Institut Max Planck de Garching, en Allemagne, a entrepris un programme de recherche de naines brunes jeunes compagnons d'étoiles normales jeunes. Malheureusement les étoiles très jeunes sont rares dans le voisinage solaire. Les candidates ont été recensées à partir de l'émission X qui caractérise des étoiles très chaudes, à très courte durée de vie et qui sont donc nécessairement très jeunes. Les observations du satellite X ROSAT, lancé en 1990, ont permis de découvrir une centaine d'étoiles plus jeunes que cent millions d'années et proches de nous, à moins de 300 années de lumière.

Le programme entrepris recherche donc, à proximité de ces étoiles très jeunes, des compagnons qui soient des naines brunes.

La première étape consiste à détecter des compagnons de faible éclat apparent et rayonnant en infra-rouge, puisque les naines brunes sont des étoiles relativement peu lumineuses et froides. Cette recherche s'est effectuée au Chili, soit avec le télescope NTT de 3,6 m de la Silla, soit avec l'un des télescopes de 8 m du VLT au Paranal. Les candidats ainsi découverts peuvent n'être que des étoiles beaucoup plus lointaines et sans relation avec l'étoile jeune et brillante. On doit donc conduire des observations complémentaires. Deux méthodes sont possibles, qui se complètent pour donner l'assurance

qu'on a bien détecté une naine brune.

La première consiste à prendre le spectre de l'étoile candidate : s'il s'agit bien d'une naine brune, il doit être caractéristique de celui d'une étoile froide, donc riche en oxydes de titane (TiO) et de vanadium (VO), qui se manifestent particulièrement en IR.

La seconde méthode consiste à obtenir une seconde image quelques années plus tard : si les deux étoiles sont associées, elles sont animées du même mouvement propre.

Les observations de TWA-5B avec le télescope spatial Hubble et au VLT

On a découvert, il y a deux ans, avec le télescope spatial Hubble, un compagnon très peu brillant TWA-5B, à proximité de l'une des étoiles de ce programme, TWA-5. Elle a 12 millions d'années et fait partie d'un groupe d'une douzaine d'étoiles très jeunes, dans la constellation de l'Hydre ; sa distance, mesurée par HIPPARCOS, est de 180 a.l. Les observations au VLT ont permis d'obtenir de nouvelles images, deux ans plus tard, ainsi que des spectres, dans le visible et dans l'IR, de TWA-5B. Les spectres visibles et IR montrent des raies d'absorption, caractéristiques d'une étoile de type M9, de température superficielle 2500 K.

La raie H α en émission relative intense témoigne chez la naine d'une activité chromosphérique intense

caractéristique d'objets très jeunes, donc tout en fait en accord avec l'âge de 12 millions d'années de TWA-5.

La comparaison des positions apparentes de TWA-5B et TWA-5 entre 1998 et 2000, compte tenu des incertitudes de mesure, et grâce à la très bonne résolution tant de l'image spatiale que de celle au sol, montre les déplacements semblables des deux étoiles, ce qui prouve leur association.

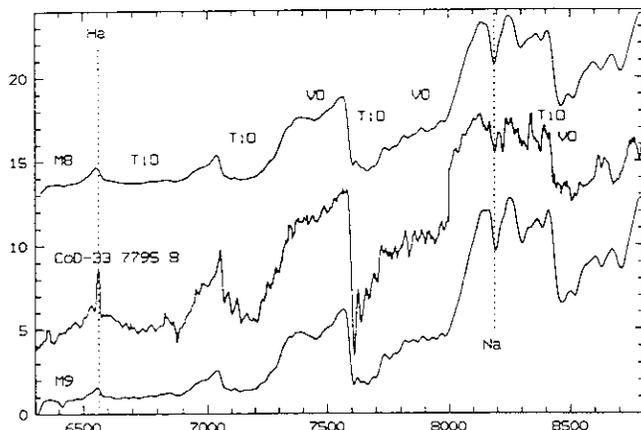
Les caractéristiques de la naine brune TWA-5B

Sa magnitude apparente et sa distance, donnent une luminosité 400 fois plus faible que celle du Soleil. Ce fait, relié à la température superficielle de 2500 K et aux modèles de structure interne des naines brunes conduit à une masse entre 15 et 40 fois celle de Jupiter et à une confirmation de l'âge de 12 millions d'années. C'est donc, de très loin, la plus jeune naine brune connue. En fait, TWA-5 et TWA-5B sont encore dans un processus de formation.

Les prochaines étapes

Il va s'agir maintenant de découvrir d'autres naines brunes compagnes d'étoiles normales pour tenter de répondre aux questions : quel est l'étendue du domaine de masse possible ? Quelles sont les caractéristiques orbitales ? Les étoiles de toutes masses peuvent-elles avoir un compagnon naine brune ? Les étoiles naines brunes isolées et celles compagnes d'étoiles normales ont-elles la même distribution de masse ?

Il est également très excitant d'envisager de découvrir directement, par les mêmes méthodes d'observation, des compagnons de masse encore plus faible, c'est-à-dire des planètes. Les (nombreuses) planètes extra-solaires découvertes à ce jour ne l'ont été que par des méthodes indirectes. Ces observations sont très difficiles car la planète est très proche de l'étoile et bien moins brillante. La méthode, déjà utilisée ici, consiste à prendre plusieurs centaines, ou milliers de photos en court temps de pose, de l'ordre d'une seconde ou moins, et à les additionner en éliminant les effets atmosphériques (méthode des tavelures), par l'optique adaptative.



Spectres dans le visible. Au centre : la naine brune TWA-5B ; en haut, une étoile de type M8 ; en bas de type M9. Les raies de TiO de VO et de Na sont en absorption. La raie H α en émission, très intense, caractérise une étoile très jeune. (En abscisse, longueur d'onde en Å ; en ordonnée, flux en unité arbitraire).