

AU PAYS DES NAINES BRUNES

Très nombreuses dans l'Univers, les naines brunes sont de petits objets sombres et compacts qui partagent certaines similarités avec les étoiles et les planètes. Avec une masse comprise entre 13 et 80 fois celle de Jupiter, elles constituent une famille à part entière. Des découvertes récentes ont précisé les processus de leur formation ou encore la composition de leur atmosphère.

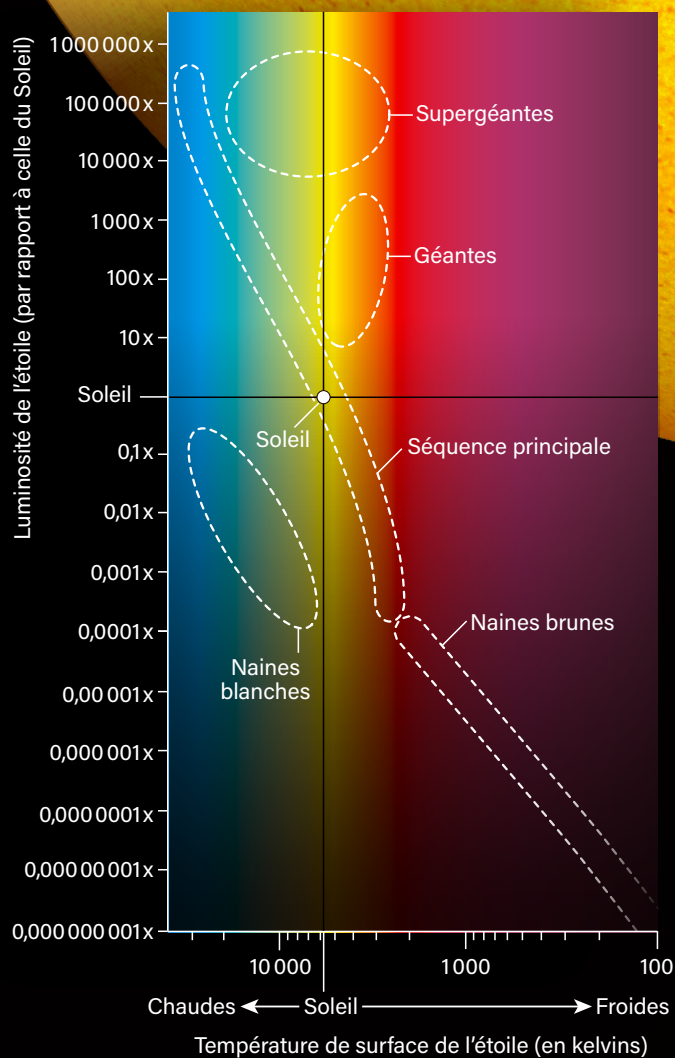


Diagramme H-R

Cette figure représente la température des étoiles en fonction de leur luminosité. Elle est connue sous le nom de « diagramme de Hertzsprung-Russell » (H-R). Les astronomes l'utilisent pour classer les étoiles. Les naines brunes se retrouvent en bas à droite, des objets plus froids et plus sombres que toutes les autres étoiles.

Soleil Naine jaune

Rayon : 696 000 kilomètres
Masse : 1050 fois la masse de Jupiter

Proxima du Centaure Naine rouge

Rayon : 107 000 kilomètres
Masse : 130 fois la masse de Jupiter

PSO J318.5-22 Naine brune

(classe spectrale L)
Rayon : 105 000 kilomètres
Masse : 8,3 fois la masse de Jupiter

WISE 0855 Naine brune

(classe spectrale Y)
Rayon : 72 000 kilomètres
Masse : 3 à 10 fois la masse de Jupiter

Jupiter Planète géante gazeuse

Rayon : 71 500 kilomètres

Machine interne

Les étoiles puisent leur énergie dans la fusion de l'hydrogène. Les naines brunes sont trop petites pour maintenir ces réactions. Elles brillent grâce à l'énergie accumulée lors de leur formation. Les planètes comme Jupiter reflètent la lumière qu'elles reçoivent de leur étoile en plus de la chaleur issue de leur formation.

Atmosphère

Les étoiles, les planètes et les naines brunes ont toutes des atmosphères. Les naines brunes traversent différents stades : au début, l'atmosphère ressemble à celle d'une étoile naine rouge. Puis, avec le temps, la température baisse. Des nuages constitués de minéraux se forment. Enfin, ces nuages finissent par couler dans les profondeurs, et l'atmosphère supérieure ressemble à celle des planètes géantes gazeuses.

Fusion de l'hydrogène

Pas de nuages dans l'atmosphère

Nuages de titanate de calcium (CaTiO_3) et d'aluminate de calcium (CaAl_2O_4)

Nuages de silicate de magnésium (Mg_2SiO_4) et de fer

Faible

Chaleur et densité

Élevée

Pas de fusion de l'hydrogène

Gaz de monoxyde de carbone (en rouge)

Nuages de glace d'eau

Nuages de sels

Nuages de sulfure

Pas de fusion de l'hydrogène

Gaz de méthane et d'ammoniac (en bleu)

Pas de fusion de l'hydrogène

Les coupes ne sont pas présentées à l'échelle

Étoiles naines jaunes

Le Soleil est un exemple de naine jaune. Ces étoiles brûlent l'hydrogène et produisent de l'hélium pendant 10 milliards d'années, jusqu'à épuiser presque tout l'hydrogène. Elles enflent alors pour devenir des géantes rouges, qui transforment l'hélium en carbone et d'autres éléments lourds. Quand ce carburant vient à disparaître, ces étoiles expulsent leurs couches externes qui deviennent des nébuleuses planétaires, et leur cœur s'effondre pour former des naines blanches denses et chaudes.

Évolution



Géante rouge

10 milliards d'années

Nébuleuse planétaire

Naine blanche

Étoiles naines rouges

Ce type d'étoiles est de loin le plus fréquent dans la Voie lactée. Ces astres sont plus froids et plus sombres que le Soleil. Ils transforment aussi l'hydrogène en hélium, mais leur évolution est encore plus lente que celle des naines jaunes. Ils pourraient vivre mille milliards d'années avant de manquer d'hydrogène. Quand cela sera le cas, ils deviendront également des naines blanches.

Évolution



Mille milliards d'années

Naine blanche à hélium

Naines brunes

Ces corps ne sont pas des étoiles, car leur masse est trop faible pour produire une pression suffisante à initier les réactions de fusion de l'hydrogène. Elles brillent grâce à la chaleur emmagasinée pendant leur formation. Elles ne meurent pas ni ne se transforment en un autre type d'astre. Elles deviennent juste plus sombres et plus froides.

Évolution



100 millions d'années

Planètes géantes gazeuses

Au lieu de se former lors de la condensation de vastes nuages de gaz comme les étoiles et les naines brunes, les planètes géantes gazeuses naissent dans le disque protoplanétaire entourant des étoiles jeunes. Jupiter et Saturne sont les plus grandes planètes du Système solaire et sont composées principalement d'hydrogène et d'hélium. Comme les naines brunes, elles n'offrent pas les conditions nécessaires à la fusion thermonucléaire.