

# Le diagramme HR

Les lettres **H** et **R** sont les initiales du nom des inventeurs de ce diagramme : Ejnar **Hertzsprung** (1873-1967) et Henry **Russel** (1877-1957) .

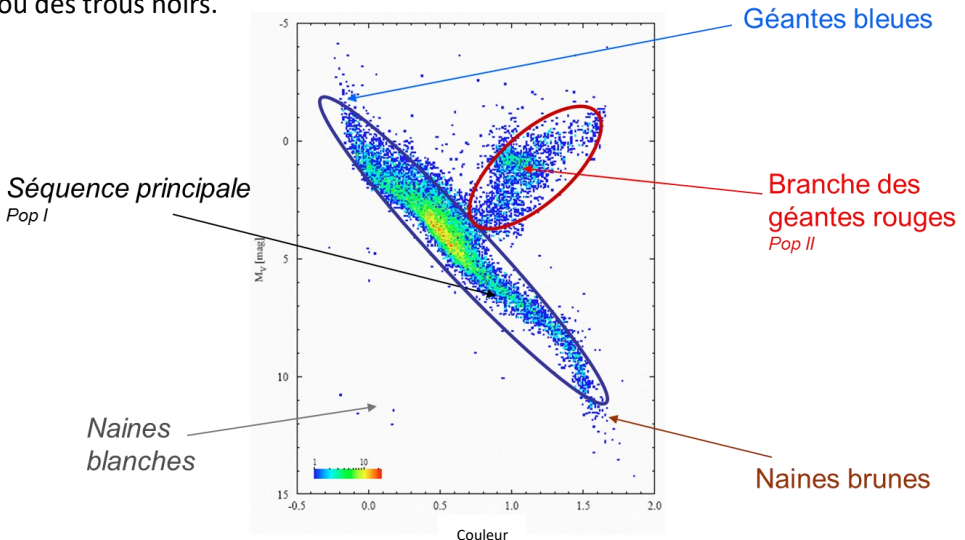
En 1912, ils découvrent indépendamment l'un de l'autre que la luminosité des étoiles dépend de leur température de surface. Ce diagramme a permis l'étude des populations d'étoiles et de leur évolution.

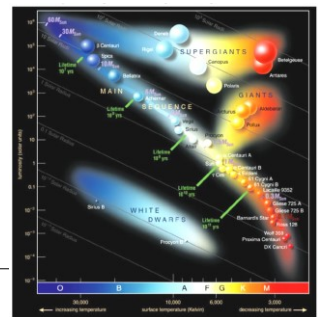
Le diagramme HR montre en ordonnée la luminosité des étoiles (les plus lumineuses en haut), et en abscisse leur température (les plus chaudes à gauche). On trouve plus souvent ici la couleur des étoiles, ou bien leur type spectral, qui sont deux caractéristiques directement liée à leur température.

La plupart des étoiles se trouve dans la zone inclinée et étroite allant du haut à gauche au bas à droite. Ces étoiles brûlent leur hydrogène et produisent de l'hélium (population I). C'est la séquence principale.

Suite à cette phase, quand l'hydrogène est consommé, l'étoile grossit et devient une géante rouge (population II).

Après une phase très courte de nébuleuse planétaire, l'étoile devient une naine blanche, corps très compact et dense. Les étoiles les plus massives, les géantes bleues (haut gauche) explosent en supernova et donnent des étoiles à neutrons ou des trous noirs.





## La séquence principale

La plupart des étoiles sont dans cette zone. Plus l'étoile est chaude, plus elle brille.

Les plus chaudes (100 000 K ou plus), les plus bleues, brûleront leur combustible plus rapidement, et auront une durée de vie assez courte (plusieurs millions d'années), mais seront très lumineuses.

A contrario, les étoiles situées en bas et à droite du diagramme seront relativement froides (vers 3 000 K tout de même) et émettront dans le rouge. Les réactions nucléaires seront plus lentes, et l'étoile vivra plus longtemps, plusieurs dizaines de milliards d'années. Elles seront peu lumineuses.

Mais il existe des étoiles rouges très lumineuses (Antares, Betelgeuse...), et des étoiles bleues peu brillantes. Cela signifie qu'elles sont à un autre stade de leur évolution.

## La branche des géantes rouges

Ici, l'hydrogène n'est plus en quantité suffisante dans le cœur de l'étoile. Ce dernier se contracte et s'échauffe. L'hélium commence à fusionner. La pression de radiation souffle les couches périphériques. L'étoile grossit. Sa surface est plus froide. Elle rougit. Mais sa surface est plus grande, elle est plus brillante. C'est une géante rouge.

## La branche des géantes bleues

Les étoiles les plus massives (plus de 8 fois la masse du Soleil) sont aussi les plus chaudes et les plus volumineuses. On les retrouve en haut à gauche dans le diagramme HR. Elles brûlent leur hydrogène très rapidement, et leur durée de vie est courte. C'est la raison pour laquelle on n'en observe relativement peu.

A la fin de leur vie, lorsque l'hydrogène est consommé, c'est l'hélium qui fusionne. La température est encore plus élevée, et elles gonflent pour devenir des super-géantes bleues. C'est peu de temps (astronomique) après qu'elles explosent en supernovas.

## La branche des naines blanches

Le stade suivant la géante rouge d'une étoile peu massive comme le Soleil, est la nébuleuse planétaire. Il est très court : quelques dizaines de milliers d'années. Les couches externes de l'étoile sont éjectées dans l'espace, et il ne reste qu'un cœur très chaud, très petit (de la taille de la Terre) et très dense, en rotation rapide. Un dé à coudre de naine blanche pèse une tonne !

## Que nous apprend le diagramme HR ?

Évidemment, le stade d'évolution de l'étoile, mais on peut aussi en déduire son type spectral, sa masse, son rayon, sa durée de vie, et plus indirectement sa distance.