

Dans le ciel de Belle-Ile, les étoiles visibles les plus proches de la Terre

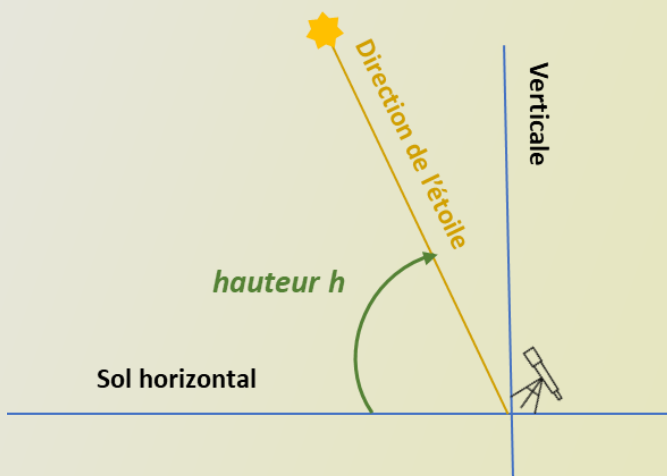
Philippe Garnier

A Belle-Ile-en-Mer nous résidons très au nord de la planète Terre ! En effet, avec $47,35^\circ$ de latitude nord, nous sommes plus près du pôle Nord, distant de 4739 kilomètres, que de l'équateur, distant de 5261 kilomètres. C'est pourquoi il ne nous est pas possible d'observer les étoiles situées loin dans le sud comme, par exemple, la fameuse Croix du Sud. Pour cela il faut entreprendre un grand voyage vers le sud. De même il est impossible d'observer ici les Nuages de Magellan, ces galaxies naines toutes proches, à l'échelle de l'Univers, de notre Voie Lactée. Ils sont pourtant bien visibles dans le ciel austral, le ciel de l'hémisphère sud.

Quelles étoiles sont visibles à Belle-Ile ? La réponse est a priori très simple : les étoiles visibles sont celles qui s'élèvent au-dessus de notre horizon local.

Très bien, mais comment le savoir ? Les lecteurs qui ne goûtent pas aux plaisirs de la géométrie peuvent aller directement à la réponse, tableau 1 en page 3 !

Les astronomes désignent par *hauteur*, notée h , l'angle que fait la ligne de visée d'une étoile avec le



sol d'un lieu donné.

Une étoile dont la hauteur reste constamment négative, soit $h < 0$, ne sera jamais visible. Pour les

étoiles qui se lèvent et se couchent sur l'horizon, à l'instar du soleil, leur hauteur maximale est atteinte lorsqu'elles passent exactement au sud du lieu, les astronomes disent au méridien supérieur. C'est cette hauteur maximale qui nous sert à prédire la visibilité des étoiles dans notre ciel.

Un peu de géométrie révèle que la hauteur maximum h_{max} est une fonction de la déclinaison de l'étoile, notée δ , et de la latitude du lieu, notée φ . La déclinaison δ est une caractéristique propre de l'étoile, fixe à notre échelle de temps. Elle mesure sa hauteur sur le plan de l'équateur céleste. La déclinaison varie de -90° , pour une étoile qui serait située dans la direction du pôle Sud, à $+90^\circ$ pour une étoile qui serait dans la direction du pôle Nord. Pour mémoire l'étoile polaire a une déclinaison de $89,25^\circ$, à moins d'un degré du pôle Nord.

Comme le montre l'analyse géométrique qui figure à la page suivante, ces grandeurs sont liées par la relation :

$$h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta$$

Ainsi pour que la hauteur maximale h_{max} soit supérieure à 0, il faut que :

$$h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta > 0$$

$$\text{soit : } \delta > \varphi - 90^\circ$$

A Belle-Ile la latitude φ est de $47,35^\circ$. **Aussi les étoiles visibles doivent avoir une déclinaison supérieure δ à $-42,65^\circ$.** Bien entendu c'est un grand minimum car il est extrêmement difficile de voir une étoile très basse sur l'horizon car sa lumière est très affaiblie par la traversée de l'atmosphère et masquée par toutes sortes d'obstacles au sol ! En pratique on peut espérer voir à Belle-Ile les étoiles légèrement plus hautes, d'une déclinaison supérieure à -35° . Nous retiendrons ce critère pour sélection-

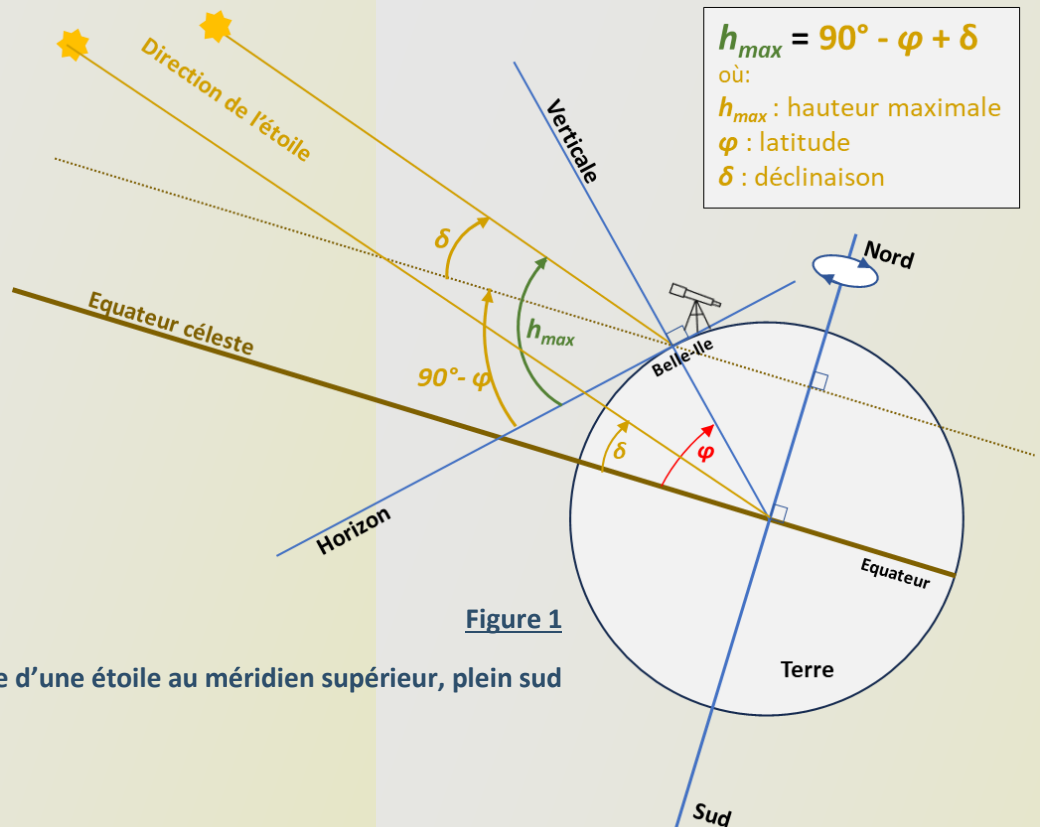


Figure 1
Passage d'une étoile au méridien supérieur, plein sud

Parmi les étoiles visibles que nous avons identifiées par ce critère de déclinaison minimale, il en existe qui ont une qualité remarquable : elles sont toujours visibles parce qu'elles sont toujours situées au-dessus de l'horizon. Visibles la nuit et sous réserve de leur magnitude, c'est-à-dire de leur luminosité ! Ces étoiles sont les **étoiles circumpolaires**. Leur hauteur h reste positive même au point le plus bas de leur trajectoire dans le ciel, lors de leur passage au nord, les astronomes disent au méridien inférieur.

Cette hauteur minimale h_{min} se détermine encore aisément avec un peu de géométrie.

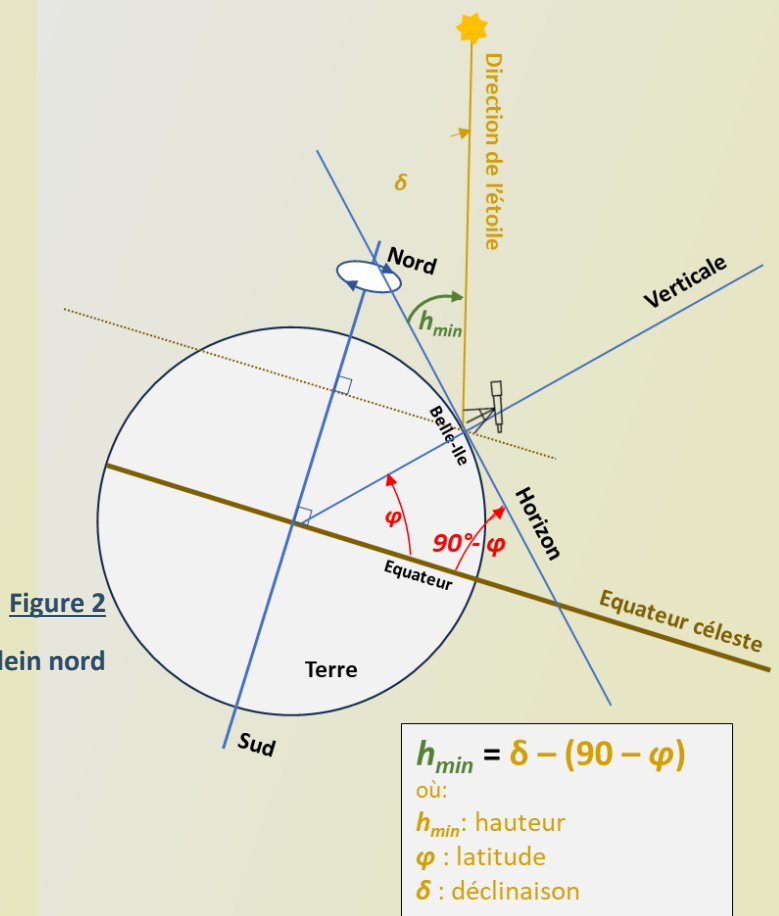


Figure 2
Passage d'une étoile au méridien inférieur, plein nord

Ainsi pour que la hauteur minimale h_{min} soit supérieure à 0, il faut que :

$$h_{min} = \delta - (90 - \varphi) > 0$$

$$\text{soit : } \delta > 90 - \varphi$$

Les étoiles circumpolaires à Belle-Ile, **toujours visibles**, ont une déclinaison supérieure à $42,65^\circ$.

On peut maintenant résumer la visibilité des étoiles à Belle-Ile :

Tableau 1 : Visibilité des étoiles à Belle-Ile selon leur déclinaison

Déclinaison δ de l'étoile	Visibilité à Belle-Ile
Inférieure à $-42,65^\circ$	Invisible à Belle-Ile, il faut voyager plus ou moins loin dans le sud pour voir cette étoile, plus précisément jusqu'en un lieu de latitude $\varphi < 90^\circ + \delta$
De $-42,65^\circ$ à -35°	Visible à Belle-Ile mais étoile très basse sur l'horizon. Peu de chances de faire une observation correcte !
De -35° à $42,65^\circ$	L'étoile se lève et se couche chaque jour dans le ciel de Belle-Ile, mais il faut bien entendu que tout ou partie de ce parcours se fasse de nuit pour pouvoir l'observer.
De $42,65^\circ$ à environ 50°	L'étoile est constamment au-dessus de l'horizon à Belle-Ile. Elle est circumpolaire. Au plus bas vers le nord elle sera néanmoins difficilement observable.
De 50° à 90°	C'est une étoile star de la nuit à Belle-Ile, haute dans le ciel, visible toute l'année, sous réserve de ciel bien nocturne et bien clair.

Pour mémoire, la déclinaison δ des étoiles est une donnée aisément accessible car elle est rapportée dans tout catalogue d'étoiles, dans Stellarium, dans Wikipédia, etc.

Après cette introduction un peu aride pour quelques lecteurs, nous pouvons maintenant tirer parti des conclusions. Prenons par exemple les quatre étoiles formant le corps de la casserole dans la grande Ourse. Quelles sont leurs déclinaisons ?

Tableau 2

Etoile	Déclinaison	Magnitude
Dubhe ou α Grande Ourse	61°	1.8
Merak ou β Grande Ourse	56°	2.3
Phecda ou γ Grande Ourse	53°	2.4
Megrez ou δ Grande Ourse	57°	3.3



Ces quatre étoiles présentent des déclinaisons supérieures à 50° . Elles sont circumpolaires, donc constamment visibles dans le ciel de Belle-Ile, d'autant qu'elles sont très brillantes.

En outre la forme du corps de la casserole est très facilement identifiable, contrairement à beaucoup de constellations aux contours alambiqués. C'est

pourquoi la Grande Ourse, toujours visible, très lumineuse, est une des premières constellations qu'apprend à reconnaître un jeune astronome.

Tournons-nous maintenant vers la constellation d'Orion et les quatre étoiles qui forment son quadrilatère central: Bételgeuse, Bellatrix, Rigel et Saïph.

Tableau 3

Etoile	Déclinaison	Magnitude
Bételgeuse ou α Orion	7°	0.45
Rigel ou β Orion	-8°	0.15
Bellatrix ou γ Orion	6°	1.6
Saïph ou κ Orion	-9°	2.0



Avec ces déclinaisons, les quatre étoiles se lèvent et se couchent chaque jour dans le ciel de Belle-Ile (Cf. tableau 1). Mais, pour les voir, il faut que cela se passe pendant la nuit, c'est-à-dire à l'époque de l'année où la Terre passe entre ces étoiles et le Soleil. Cette époque se situe en hiver, alors que l'on peut profiter de longues nuits d'observation, quoique fraîches !

Nous allons dans la suite de cet article nous intéresser aux étoiles visibles dans le ciel de Belle-Ile qui sont parmi les plus proches de la Terre, à seulement quelques années-lumière.

Notons tout d'abord que l'étoile la plus proche de la Terre, Proxima du Centaure, distante seulement de 4,24 années-lumière n'est pas observable à Belle-Ile. En effet elle présente une déclinaison de -62° , très loin dans l'hémisphère austral (Cf. tableau 1). Par ailleurs il s'agit d'une « naine rouge », une étoile extrêmement peu lumineuse, d'une magnitude apparente égale à 11, invisible avec des télescopes d'amateur. Ces étoiles naines rouges sont d'une masse très inférieure à celle du Soleil et sont en conséquence bien moins actives. Leur température de surface est de l'ordre de 4000°K contre 5700°K pour le Soleil. Les naines rouges seraient cependant les étoiles les plus nombreuses dans l'Univers, d'autant que leur durée de vie est considérablement plus élevée que celle de notre Soleil.

Sirius, la plus proche et la plus spectaculaire

L'étoile la plus proche de la Terre bien visible à Belle-Ile est Sirius. Sa déclinaison est de -16° , ce qui signifie qu'elle se lève et se couche chaque jour dans le ciel de Belle-Ile (Cf. tableau 1). Sa magnitude apparente est égale à -1.45 , ce qui en fait l'étoile la plus brillante de notre ciel. Sa distance à la Terre est de 8,26 années-lumière. C'est à la fois tout proche à l'échelle de l'Univers qui s'étend sur des milliards d'années-lumière et, malgré tout, extrêmement lointain puisque qu'une année-lumière mesure 9461 milliards de kilomètres ! Un objet lancé à la vitesse fabuleuse de 30000 km/s , soit un dixième de la vitesse de la lumière mettrait 82,6 années pour l'atteindre. Mais cela relève de la science-fiction ...



Figure 3 : Sirius dans la direction de l'épée d'Orion

Sirius est observable en hiver alors qu'elle parcourt le ciel pendant la nuit. Au mois d'août Sirius se lève un peu avant ou un peu après l'aube. Il est d'ailleurs intéressant d'observer son lever quand il se situe juste avant le lever du Soleil. Ainsi le 15 août 2024 Sirius sera visible sur l'horizon à 6h35, alors que le Soleil se lèvera à 7h10, effaçant toutes les étoiles y compris Sirius. Pour observer ce spectacle il faut un horizon dégagé en direction de l'est/sud-est, où se lève Sirius, idéalement sur la côte Est de l'île. Le même spectacle apparaît les jours suivants, mais chaque jour quelques minutes plus tôt pour le lever de Sirius, et plus tard pour le lever du Soleil.

Pour les astronomes il est très facile de repérer Sirius car elle se situe dans le prolongement de l'épée d'Orion, si caractéristique.

Sa magnitude négative de -1.45 indique que Sirius est extrêmement brillante. Elle est l'étoile la plus brillante de notre ciel. Beaucoup plus chaude que le Soleil, Sirius rayonne en lumière blanche alors que le Soleil rayonne en lumière jaune.

Sirius doit son éclat exceptionnel à la conjonction de deux facteurs :

- Sirius est une étoile massive, un peu supérieure à 2 fois la masse du Soleil.
- Avec une distance de seulement 8,6 années-lumière, elle est à la septième place des étoiles les plus proches de la Terre ... parmi les 200 milliards d'étoiles que compterait notre Galaxie.

Plus une étoile est massive, plus sa température de surface est élevée et plus sa luminosité est élevée. Ainsi Sirius, 2 fois plus massive que le Soleil, est environ 40 fois plus lumineuse que le Soleil. Sa température est en effet beaucoup plus élevée, soit 9700°K contre 5700°K pour le Soleil.

Si la Terre tournait autour de Sirius au lieu de tourner autour du Soleil, à la même distance de 150 millions de kilomètres, elle recevrait 40 fois plus d'énergie solaire, ce qui la rendrait totalement inhabitable ! Il faudrait reculer la Terre à un peu plus de 500 millions de kilomètres de Sirius pour abais-

ser le niveau d'énergie reçu à un niveau comparable au Soleil.

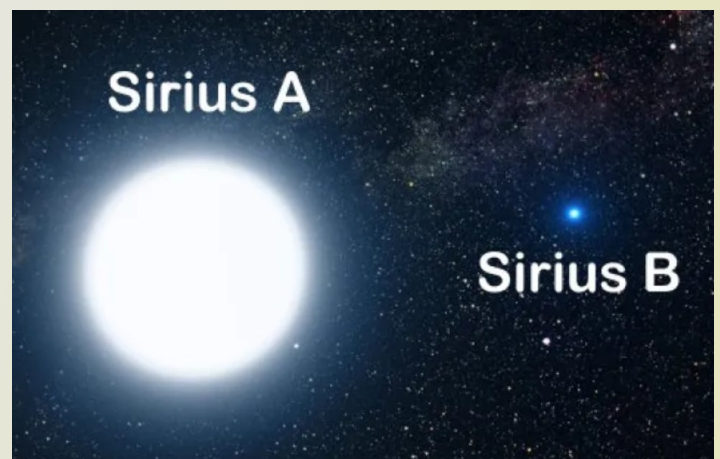
Il semble qu'il n'existe pas de planètes orbitant autour de Sirius. En revanche Sirius est une étoile binaire, ce qui signifie qu'il existe deux étoiles très proches et liées par la gravitation. Ce que nous observons est l'étoile principale : Sirius A. Nous ne pouvons pas voir la seconde étoile Sirius B à l'œil nu, ni même avec un télescope

amateur à cause de la proximité de Sirius A très brillante. Sirius B est une étoile naine blanche, très chaude mais de très faible diamètre. Les naines blanches sont le dernier stade de la vie des étoiles comme le Soleil. A la fin de leur vie ces étoiles expulsent leurs couches externes et mettent à nu leur noyau central. Celui-ci, de très faible diamètre, est extrêmement dense et chaud. Sirius A et Sirius B sont relativement proches et tournent l'une autour de l'autre selon une trajectoire fortement elliptique.

La magnitude d'une étoile mesure sa luminosité. Elle fonctionne selon une échelle négative, plus la magnitude est élevée, moins l'étoile est lumineuse et réciproquement. Le soleil a une magnitude apparente de -26,7. On distingue la magnitude absolue, notée M , qui correspond à la lumière vraie de l'étoile de la magnitude apparente, notée m , qui correspond à la lumière de l'étoile que l'on reçoit sur Terre. La magnitude apparente augmente avec la distance d étoile/Terre. L'étoile devient moins visible avec la distance :

$$m = M + 5 \log_{10} d - 5$$

où d est exprimée en parsecs.



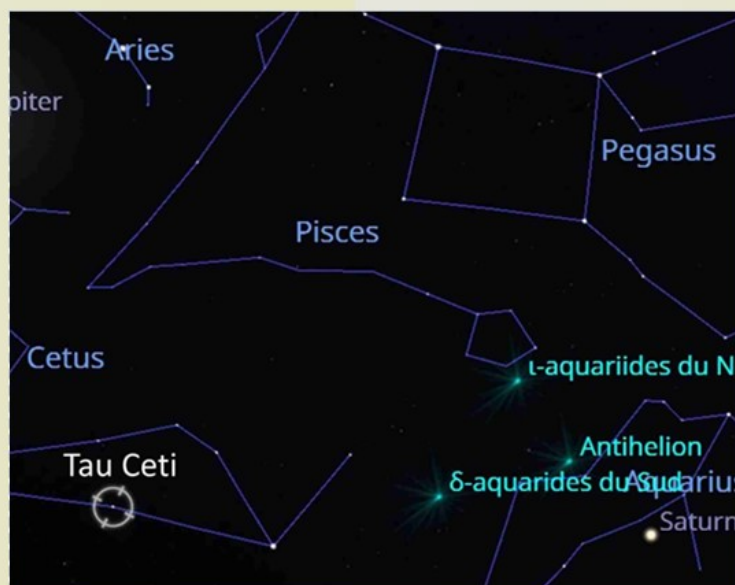
Sirius A et Sirius B se sont vraisemblablement formées au sein du même nuage de gaz et de poussières, lors de son effondrement gravitationnel. Cependant Sirius B était beaucoup plus massive que Sirius A, 2 à 3 fois plus massive. Sa vie aura donc été beaucoup plus courte, de l'ordre de 100 à 200 millions d'années seulement. C'est pourquoi, alors que Sirius A a continué de consommer ses ressources en hydrogène, Sirius B les a épuisées depuis une centaine de millions d'années et s'est transformée en une naine blanche à l'issue d'une gigantesque explosion.

Sirius A présente une autre différence majeure avec le Soleil, elle est très jeune avec seulement 250 millions d'années contre 4,7 milliards d'années pour le Soleil. Mais comme Sirius est beaucoup plus massive sa durée de vie ne sera que de l'ordre de 1 milliard d'années ! Avec une durée de vie de 10 milliards d'années, le Soleil survivra longtemps à Sirius A, pourtant si jeune.

Tau Ceti, une étoile qui ressemble au Soleil et qui est peut-être entourée de planètes

Tau Ceti est une étoile située dans le sud de la constellation de la Baleine, à seulement 12 années lumières du Soleil. Sa déclinaison de -15° la rend visible dans le ciel de Belle-Ile, quoique, comme Sirius, elle reste toujours assez basse sur l'horizon. Elle apparaît en fin de nuit en été et en début de nuit en hiver.

Sa magnitude apparente de 3,5 nous permet de la voir par ciel clair à l'œil nu. Son éclat est comparable à celui de Megrez dans la Grande Ourse, considérée comme un bon test de vision nocturne pour les astronomes amateurs. On s'aide du Grand Carré de Pégase pour s'orienter plus bas vers Tau Ceti, dans le prolongement de la diagonale du carré.



Tau Ceti est une étoile très intéressante car elle est proche et elle ressemble au Soleil. Sa masse est de 80% celle du Soleil, son âge est de 5,8 milliards d'années et sa température de 5300°K , valeurs toutes proches de celles du Soleil. Par ailleurs Tau Ceti est une étoile simple, qui, comme le Soleil, ne comporte pas d'étoile compagnon proche.

En revanche Tau Ceti serait entourée d'une ceinture de débris jusqu'à dix fois plus dense que le Soleil. Ce qui signifie que d'éventuelles planètes orbitant autour de Tau Ceti seraient encore bombardées d'astéroïdes, comme les planètes du système solaire le furent aux premiers âges de leur formation.

Précisément une étude de 2012 a conduit à suspecter l'existence de 5 exoplanètes orbitant autour de Tau Ceti, chacune de masse comprise entre 2 et 6 fois la masse de la Terre. Deux de ces planètes supposées seraient situées dans la zone habitable de l'étoile, c'est-à-dire à une distance où la température est compatible avec des conditions propices à la vie, notamment avec la présence d'eau.

La méthode utilisée par cette étude repose sur la mesure des variations périodiques de la lumière émise par l'étoile, qui est très légèrement affectée par le transit d'éventuelles planètes. Cette méthode indirecte reste néanmoins délicate car ces

variations sont infimes et peuvent être engendrées par d'autres causes.

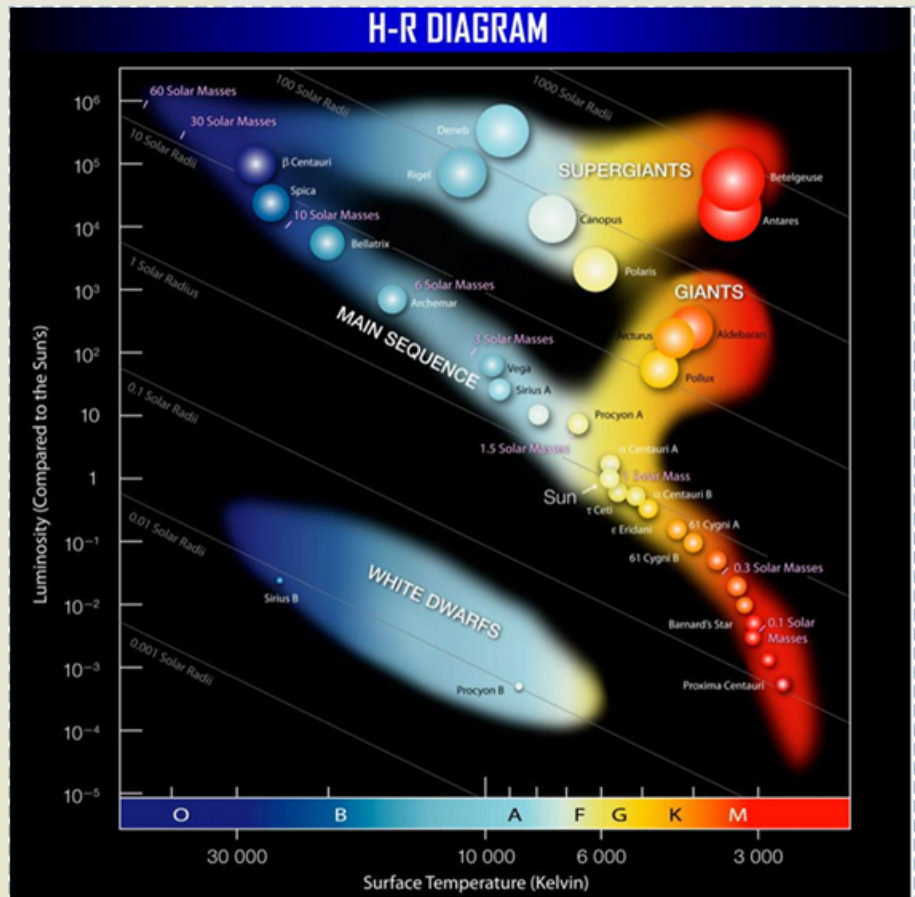
C'est pourquoi l'étoile Tau Ceti intéresse beaucoup les scientifiques. Elle pourrait être le système le plus proche directement comparable au système solaire et comportant de la vie.

Epsilon Eridani

Epsilon Eridani ou Ran est une étoile située à 10,5 milliards d'années-lumière, se classant ainsi au 10^{ème} rang des étoiles les plus proches de nous. Sa déclinaison est égale à -9°, elle est visible dans le ciel de Belle-Ile, un peu plus haute sur l'horizon que ne le sont Sirius et Tau Ceti. Avec une magnitude apparente de 3,5 elle reste visible à l'œil nu par ciel clair, en début de nuit d'hiver et fin de nuit d'été.

Il s'agit d'une étoile de type naine orange, très différente du Soleil. En effet sa masse est de l'ordre de la moitié de la masse du soleil et sa température de 5100°K. C'est pourquoi sa durée de vie sera considérablement plus longue que celle du Soleil, de l'ordre de 20 à 30 milliards d'années. Tout le contraire de Sirius !

Une planète orbitant autour d'Epsilon Eridani a été suspectée dès les années 1990. Son existence a été confirmée par le télescope spatial Hubble. D'une masse estimée à 0,66 fois la masse de Jupiter pour un diamètre supérieur, il s'agit d'une planète géante gazeuse. Elle évolue à une distance de 3,5 unités astronomiques (ua) de l'étoile,



Le Diagramme HR classe les étoiles selon leur température de surface et leur luminosité, ces deux paramètres étant issus des observations. Il apparaît clairement que les étoiles se rangent de façon ordonnée sur ce diagramme, selon différentes séquences.

La séquence principale contient les étoiles en cours de fusion nucléaire de l'hydrogène. Les étoiles passent la plus grande partie de leur vie à opérer cette fusion. Lorsqu'elles ont complètement fusionné l'hydrogène, les étoiles évoluent, selon leur masse, vers les géantes et super géantes rouges, qui fusionnent d'abord l'hélium, puis le carbone, le néon, l'oxygène, etc., cette cascade jusqu'à la formation du fer.

A un stade de cette évolution, l'équilibre de l'étoile, entre compression due à la gravitation et dilatation due à l'énergie dégagée se rompt. L'étoile explose alors et éjecte l'essentiel de sa matière dans l'espace. et, Selon la masse initiale, il ne subsiste qu'une étoile naine blanche ou un trou noir.



C'est-à-dire 3,5 fois la distance Soleil-Terre. L'énergie qu'elle reçoit de son étoile est faible comparée à la Terre, du fait de la température basse de l'étoile et de l'éloignement de la planète. Elle n'est pas considérée comme une planète habitable.

Par ailleurs, comme le Soleil, Epsilon Eridani est entourée par deux ceintures d'astéroïdes et de poussières. Cette observation est compatible avec l'existence d'autres planètes orbitant autour de cette étoile.

Procyon

Procyon est une étoile parmi les plus brillantes du ciel de Belle-Ile, la plus lumineuse de sa constellation, le Petit Chien. En effet sa magnitude apparente est de 0,37, ce qui en fait la septième étoile la plus brillante vue de la Terre.

Sa déclinaison, égale à $+5^\circ$, la place plus haut dans le ciel que les étoiles précédentes. Sa hauteur maximale, atteinte lors de son passage au méridien, plein sud, est égale à 47° . Non loin de la région de la constellation d'Orion, elle est bien visible en hiver. En été elle parcourt le ciel en journée.



Comme Sirius, Procyon doit son éclat exceptionnel à sa proximité de la Terre, à 11,4 années-lumière seulement, et à sa température de surface très élevée de 6550°K . Elle doit cette température à sa masse également élevée, soit 1,4 fois la masse du Soleil.

Comme Sirius, Procyon est une étoile binaire. L'étoile que nous voyons dans le ciel est Procyon A. Son compagnon, Procyon B, est une étoile naine blanche, issue de l'explosion d'une étoile massive, évaluée à 2,5 fois la masse du soleil. Aujourd'hui Procyon B contient une masse de l'ordre de 60% de la masse du Soleil, contenue dans un volume très restreint, de l'ordre de 30% celui de la Terre.

Comme dans le cas de Sirius, Procyon A et Procyon B se sont probablement formées au sein du même

nuage de gaz lors de son effondrement. Mais Procyon B étant beaucoup plus massive, sa durée de vie, de l'ordre de 700 millions d'années, a été beaucoup plus courte que celle de Procyon A. Elle a depuis longtemps épuisé ses réserves d'hydrogène, entraînant un déséquilibre de sa structure et conduisant à une gigantesque explosion. De cette étoile il ne reste que le noyau, d'un diamètre très faible, à peine supérieur au diamètre de la Terre, mais très chaud et extraordinairement dense.

Procyon A est une étoile classée parmi les sous-géantes. C'est une étoile qui vient d'épuiser ses réserves d'hydrogène et qui a amorcé la fusion de l'hélium qu'elle contient. Dans cette phase l'étoile se dilate, jusqu'à devenir ultérieurement une étoile géante rouge, qui, à terme, explosera. On relève en effet sur le diagramme HR figurant en page précédente que Procyon A est en train de quitter la séquence principale.

Bételgeuse, étoile la plus brillante de la constellation d'Orion, est un très bel exemple d'étoile super géante rouge. Elle rayonne comme cent mille Soleils et son diamètre lui ferait presque atteindre Jupiter si elle était au centre du système solaire!

61 Cygni ou étoile de Bessel

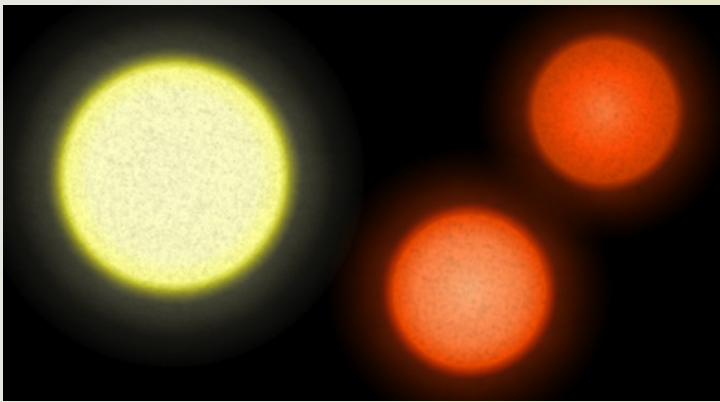
61 Cygni est un système binaire, deux étoiles liées par la gravitation, situé à seulement 11 années-lumière. Avec une déclinaison proche de $+39^\circ$, cette étoile double est presque circumpolaire à Belle-Ile (Cf. tableau 1), très haute dans le ciel, au cœur de la constellation du Cygne.



Il faut être un bon observateur pour la voir à l'œil nu, car sa magnitude est de 5,3. En revanche il est aisé de la voir avec un instrument, lunette ou télescope. Avec un petit télescope il devient possible de distinguer les deux étoiles, dont la séparation angulaire est de 30'', soit ½ minute d'angle.

Les deux étoiles Cygni A et B qui constituent ce système sont très comparables, toutes deux de type naine orange. Ce sont des étoiles de masse inférieure à celle du Soleil, dont la température est plus basse, entre 3500 et 5000°K, et la durée de vie beaucoup plus longue.

61 Cygni A et B comparées au Soleil



61 Cygni a reçu le nom d'étoile de Bessel, en 1838, car elle fut la première étoile dont l'astronome Friedrich Bessel parvint à mesurer la distance. Cette mesure, une immense découverte à l'époque, permit à la communauté des astronomes de commencer à étalonner l'Univers au-delà du système solaire.

Cette première en astronomie trouve son origine dans une caractéristique originale de 61 Cygni. L'astronome italien Giuseppe Piazzi, célèbre pour sa découverte de l'astéroïde Cérès en 1801, remarqua le premier que 61 Cygni possédait un mouvement propre observable. Ce mouvement propre correspond à un déplacement de l'étoile dans le ciel, par rapport aux étoiles qui l'entourent. Cette découverte amena Giuseppe Piazzi à observer régulièrement 61 Cygni pour mesurer très précisément ce mouvement propre.

Friedrich Bessel utilisa ces mesures pour calculer la parallaxe de l'étoile et en déduire sa distance au

système solaire. Son évaluation fut de 10,3 années-lumière, très proche de la mesure de 11,4 années-lumière faite aujourd'hui, presque 200 ans plus tard, avec des instruments bien plus performants.

De même le mouvement propre de 61 Cygni est aujourd'hui connu avec une grande précision. Cette étoile double se déplace dans le ciel de la valeur d'un diamètre lunaire, soit ½ degré d'angle, en 350 ans.

Bien que très observée, aucune planète n'a été jusqu'ici confirmée dans le voisinage de cette étoile double. Dommage, car une planète dans ce système aurait deux Soleils dans son ciel et un mouvement fort différent de la Terre !

Conclusion

Dans le ciel de Belle-Ile, nous pouvons contempler des étoiles qui sont, au-delà du Soleil, parmi les plus proches de la Terre.

Sirius est une étoile géante, très proche de nous, bien plus massive et plus chaude que le Soleil, d'où son éclat exceptionnel. Elle possède une étoile compagnon, résidu d'une ancienne étoile qui a explosé, dont il ne reste que le cœur, une naine blanche extraordinairement dense.

Procyon est, comme Sirius, une étoile double dont le compagnon est une naine blanche. L'étoile principale a consommé ses ressources en hydrogène et a entamé son évolution vers une étoile géante rouge. Elle se dilate et perd en température. C'est ce qui arrivera au Soleil dans 4 à 5 milliards d'années.

Tau Ceti, Epsilon Eridani et 61 Cygni sont trois étoiles situées à environ 11 milliards d'années-lumière. Toutes trois sont des étoiles naines orange, des étoiles dont la masse et la température sont sensiblement inférieures à celles du Soleil. Elles survivront très longtemps à la disparition du Soleil. Epsilon Eridani et Tau Ceti possèdent au moins une planète confirmée orbitant autour d'elles. Toutefois seule Tau Ceti possède un système planétaire ressemblant au système solaire, avec deux planètes orbitant dans sa zone habitable.