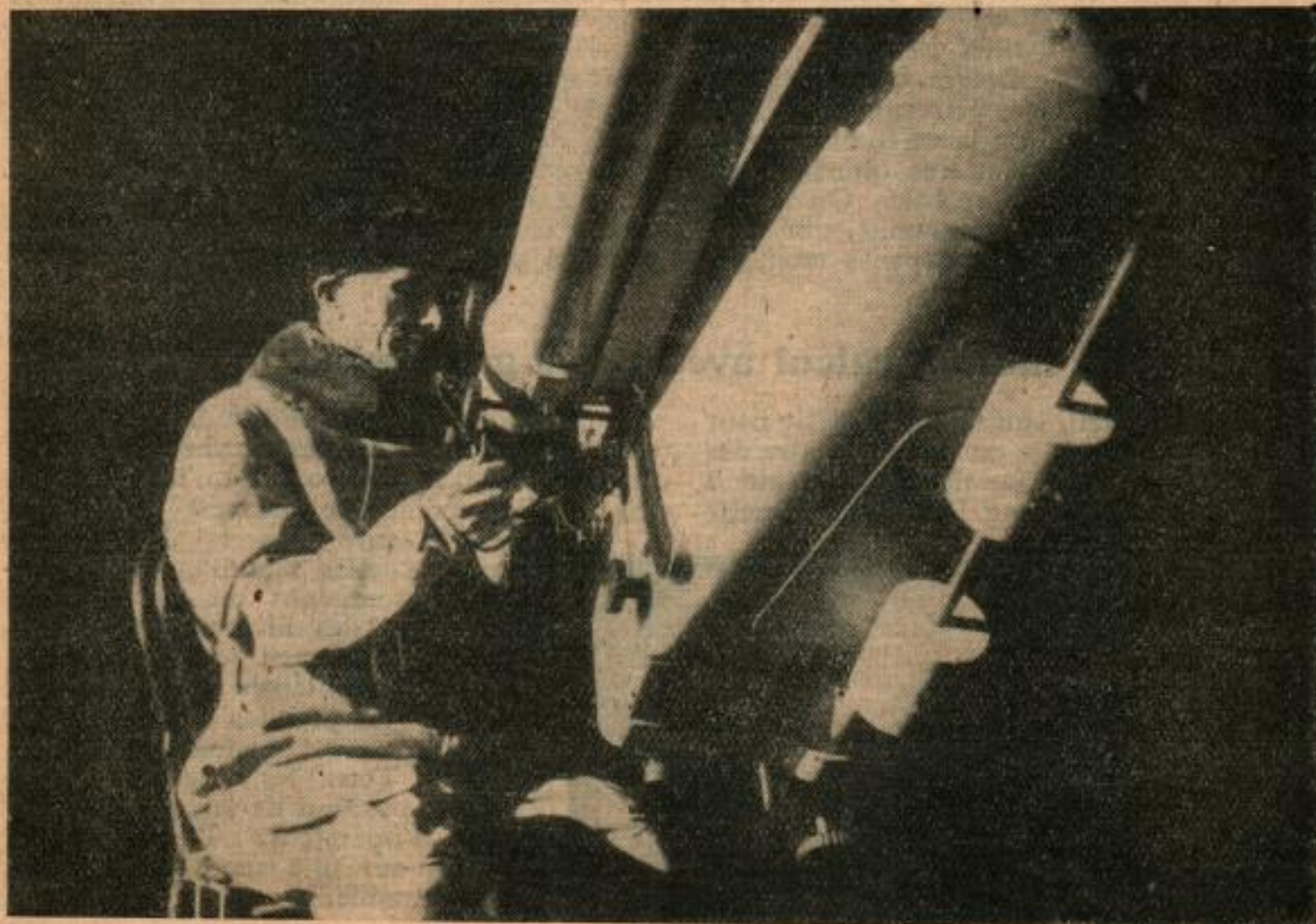


CENTRALES ATOMIQUES DU CIEL



Des réactions chimiques comparables à la création d'énergie atomique se produisent dans des étoiles comme celles de la constellation d'Orion. Ci-dessous un astronome de l'Observatoire du Mont Wilson fait des observations avec un télescope photographique de 25 cm d'ouverture.





C'est avec un télescope installé chez lui que le Dr. Edison Pettit découvrit par hasard la nouvelle étoile Nova Puppis.

par Robert Richardson et Anthony Wausnock

VOUS avez entendu parler des usines d'énergie atomique construites par le gouvernement américain à Oak Ridge, dans le Tennessee, à Pasco, dans l'état de Washington et à Los Alamos, dans le New Mexico.

Mais avez-vous jamais entendu parler des usines d'énergie atomique du ciel ? D'Y du Cygne, de Bételgeuse, de Sirius B ou de Nova Puppis ?

Longtemps avant la création de la bombe atomique, les astronomes supposaient que les étoiles tiraient leur inépuisable réserve de radiations de l'énergie concentrée dans les atomes. Depuis plus d'un quart de siècle, ils considèrent les étoiles, non comme de simples points lumineux, mais comme de formidables laboratoires où se produisent des réactions atomiques extraordinaires.

Autrefois, le travail des astronomes n'était pas toujours pris très au sérieux. Les gens se demandaient souvent avec quelque apparence de raison : « Pourquoi construire un té-

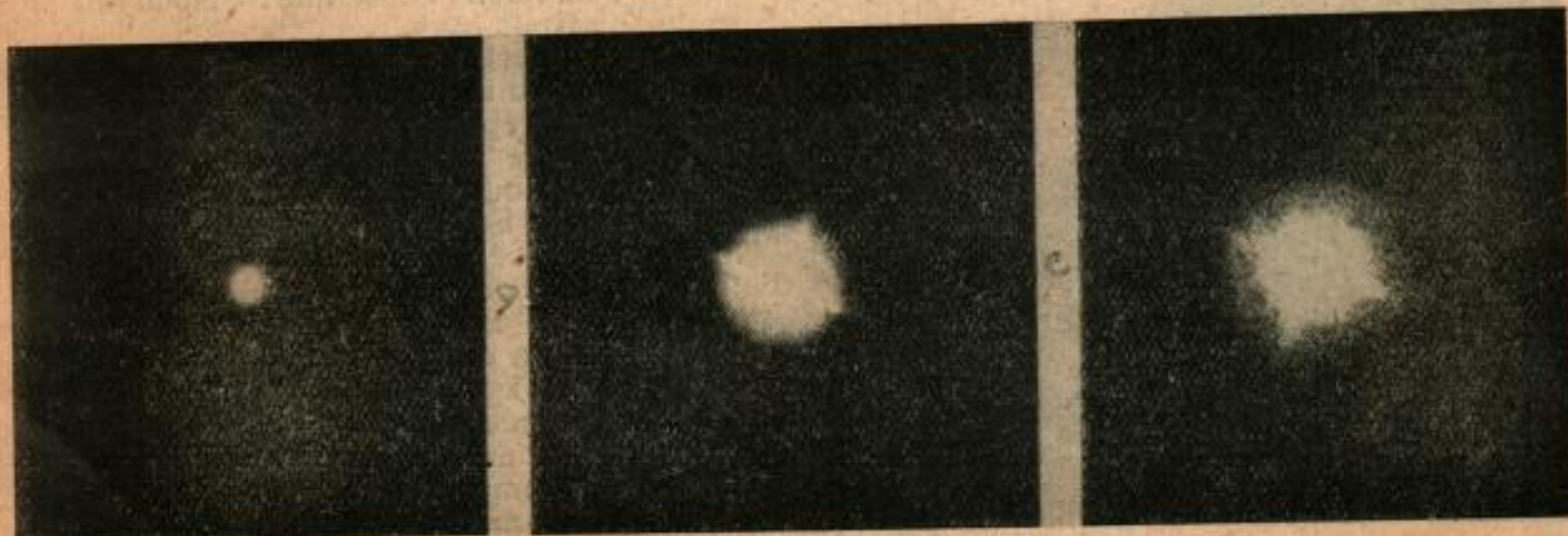
lescope de 5 mètres pour regarder des étoiles si lointaines que leur lumière met des milliers d'années à nous atteindre » ? Et pourtant, avant 1939, on aurait pu poser une question analogue aux physiciens : « Pourquoi dépenser des millions à construire un cyclotron pour transformer en hélium des quantités microscopiques d'hydrogène ou de lithium » ?

Aujourd'hui personne ne met plus en doute l'importance vitale des grands laboratoires de recherches atomiques. Malheureusement, l'atome indiscipliné ne consent à accomplir ses plus remarquables performances qu'à des températures de millions de degrés et à des pressions de millions d'atmosphères. Nous ne pouvons espérer reproduire artificiellement ces températures et ces pressions énormes. Où pourrions-nous donc les trouver ?

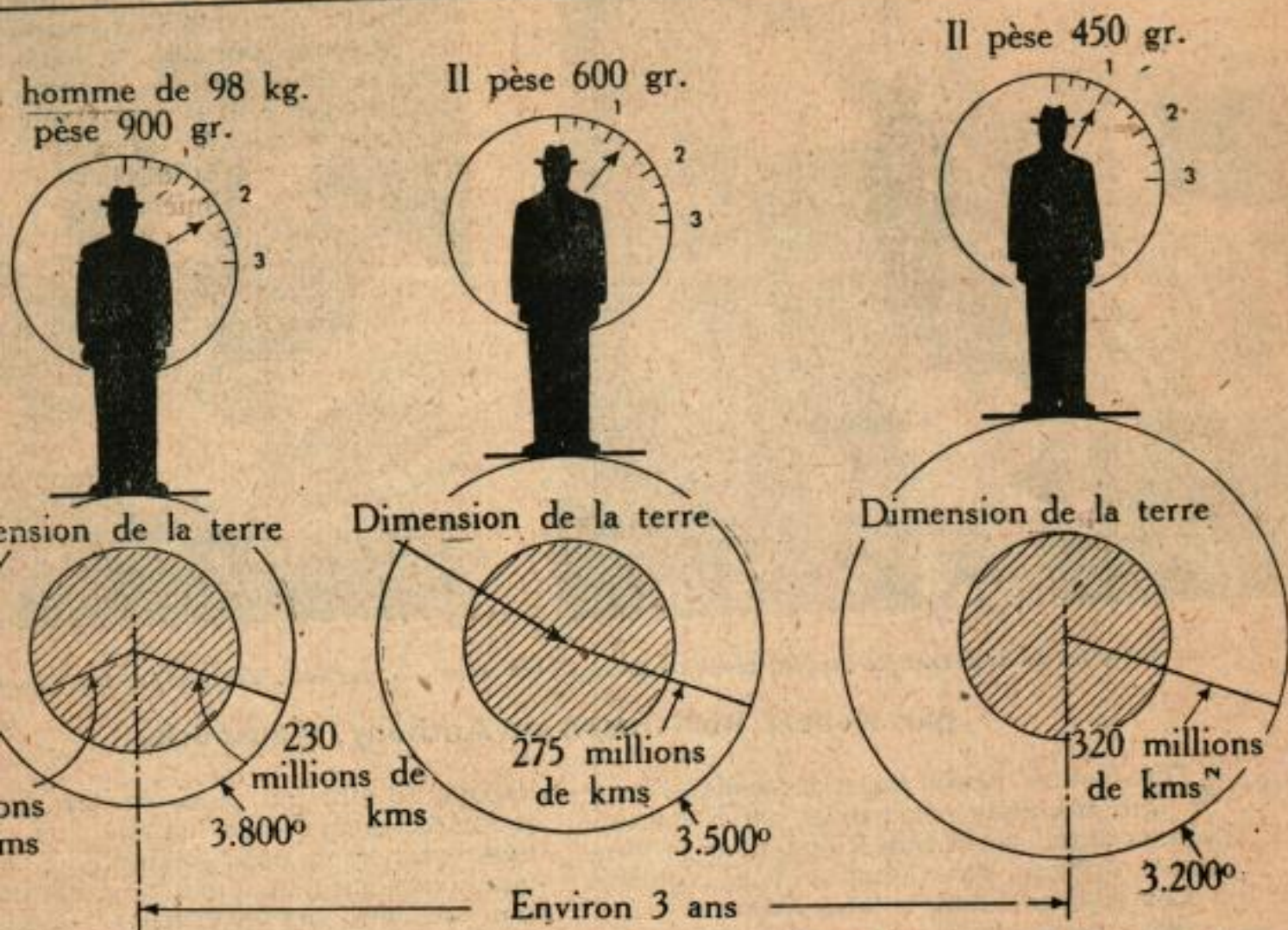
Dans les étoiles. Elles peuvent nous servir de laboratoires célestes et d'usines d'énergie atomique pour l'avenir.

Considérons le soleil, lequel n'est qu'une

Etapes de la croissance d'une étoile Nova pendant un mois. D'un éclat initial sensiblement égal à celui du soleil, elle croît jusqu'à 300.000 fois sa luminosité.



FORCE DE LA PESANTEUR SUR L'ÉTOILE ROUGE BETELGEUSE



La pesanteur à la surface de la Bételgeuse, est si faible qu'un homme de 98 kg. n'y pèserait que 900 grammes quand elle est à son plus petit diamètre et tomberait à 450 grammes lorsqu'elle est complètement dilatée. En réalité, Bételgeuse n'a pas de surface; sa matière est si ténue qu'on l'a appelée un "vide incandescent".

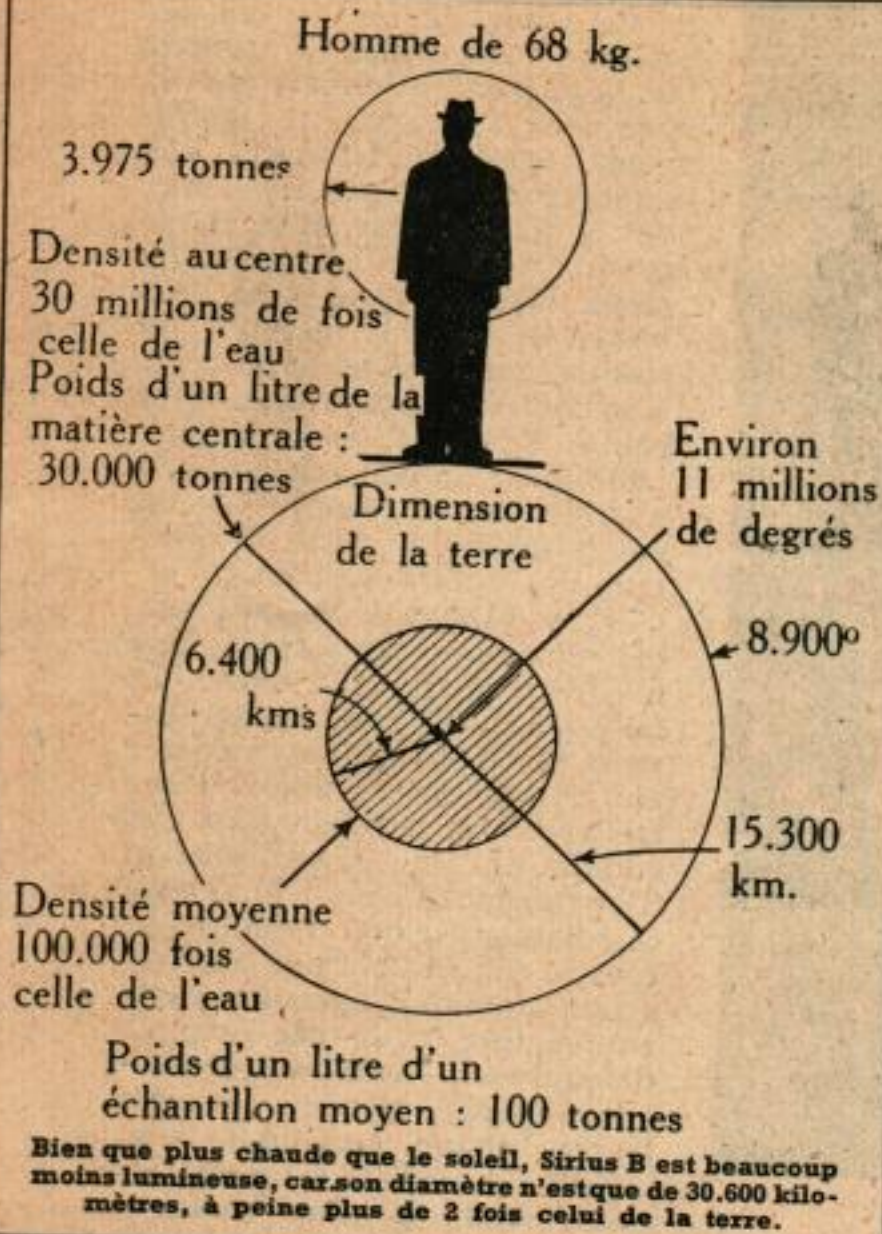
urgent. Cet astronome développe le cliché d'un télescope photographique de 25 cm. pour voir s'il sera nécessaire de prendre un autre cliché avant le jour.



étoile du modèle courant, d'un éclat moyen; Si nous avions à payer les radiations solaires à raison de 10 francs le kilowatt-heure la note pour une seule journée s'élèverait à 400.000 milliards de francs. Comment le soleil peut-il continuellement émettre une si invraisemblable quantité d'énergie sans diminution appréciable? En 1900, les astronomes ne pouvaient sincèrement répondre à cette question autre chose que: « Nous ne savons pas ».

Mais en 1905, un physicien du nom d'Albert Einstein, âgé à cette époque de 26 ans, publia un article à peu près moitié moins long que celui-ci. Dans ces quelques lignes, il établissait l'équivalence de la masse et de l'énergie et donnait une formule simple pour calculer l'énergie obtenue par la destruction, par exemple, d'un kg. de matière. La quantité obtenue dépassait les rêves les plus extravagants des savants. Ils comprirent tout de suite que, si la matière elle-même pouvait

SIRIUS B EST UN POIDS LOURD



d'une façon ou d'une autre être transformée en radiations, on aurait trouvé la source de l'énergie solaire.

Pendant longtemps, le procédé par lequel le soleil effectuait cette transformation nous échappa. Ce n'est que vers 1939 que nous commençâmes à en savoir suffisamment sur le comportement de la matière à des températures de millions de degrés pour comprendre quelle était la réaction atomique particulière qui se produisait sur le soleil. En procédant

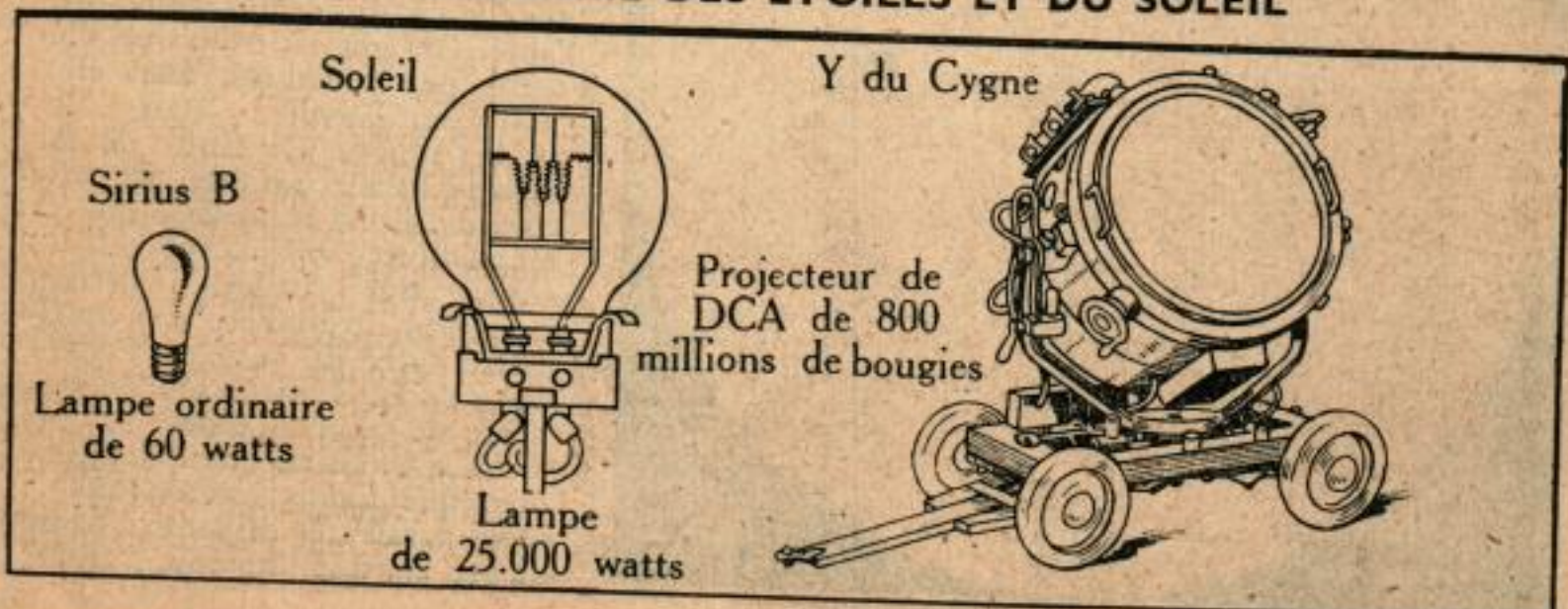
par élimination, on constata qu'une seule satisfaisait toutes les conditions. Elle consiste en une série de réactions dans lesquelles l'hydrogène se combinant avec le carbone et avec l'azote, se transforme en hélium, avec libération d'énergie. On peut considérer l'hydrogène comme un « combustible » qui, avec l'aide du carbone et de l'azote « brûle » en produisant de la lumière et de la chaleur et finalement laisse l'hélium comme « cendre ».

Le soleil nous paraît éblouissant dans le ciel, mais comme nous l'avons dit, ce n'est en réalité qu'une étoile d'un éclat moyen. Dans la constellation du Cygne, dans l'hémisphère nord, il y a une étoile appelée Y du Cygne qui, comparée au soleil, ferait paraître celui-ci obscur. Elle est trop éloignée pour être vue sans télescope, mais sa luminosité dépasse 32.000 fois celle du soleil. Si la terre tournait autour d'Y du Cygne, elle devrait parcourir une orbite cinq fois plus grande que celle de Pluton, la planète la plus lointaine, pour que nous recevions à peu près la chaleur et la lumière que nous recevons du soleil.

Y du Cygne émet de l'énergie avec une prodigalité si extraordinaire qu'elle convertit l'hydrogène en hélium mille fois plus vite que le soleil. L'âge de l'univers, déterminé d'après la teneur en uranium des météorites et d'après d'autres données, est d'environ 2000 millions d'années. Il est difficile d'imaginer comment Y du Cygne pourrait avoir disposé dès l'origine d'une quantité d'hydrogène lui permettant de briller de son éclat actuel pendant plus de 100 millions d'années. Aussi l'on suppose que les étoiles excessivement brillantes sont relativement jeunes. Elles paraissent dissiper sans retenue leur précieuse réserve d'hydrogène et si elles continuent à le faire à la même cadence, elles sont appelées à disparaître d'ici 70 millions d'années.

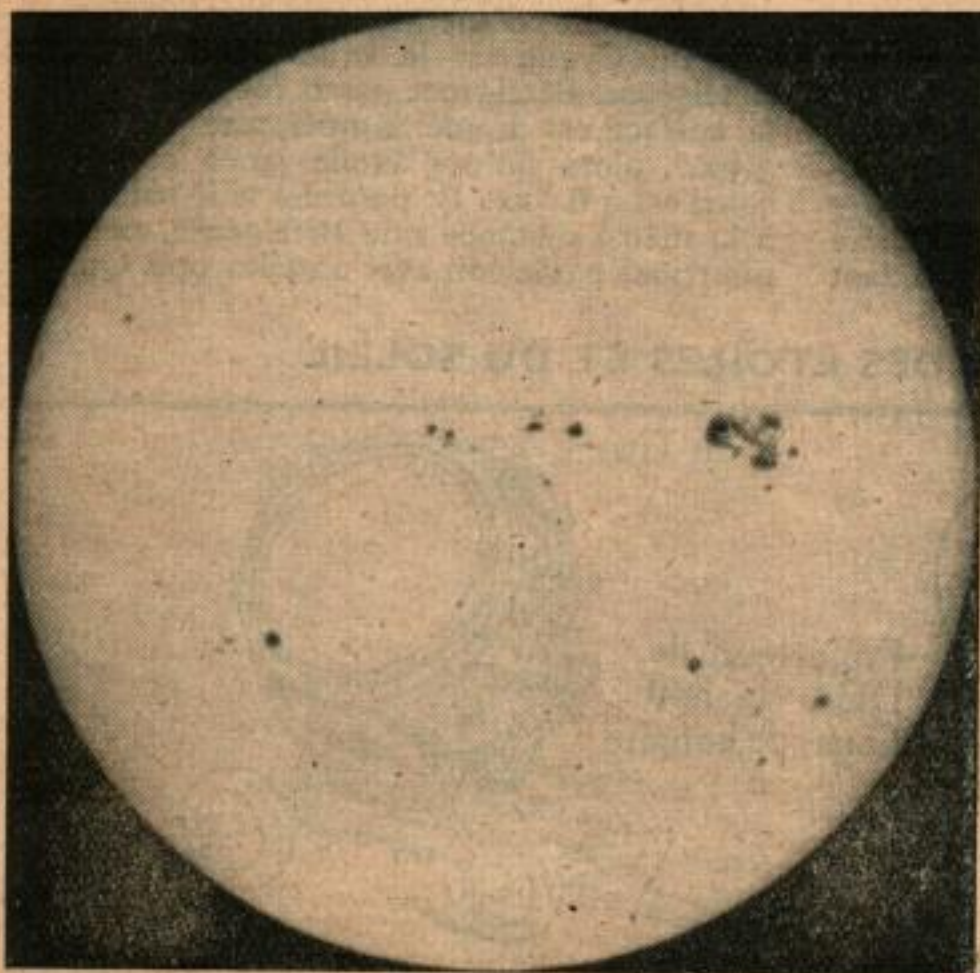
Une usine d'énergie atomique différente d'Y du Cygne est la brillante étoile rouge Bételgeuse. Bételgeuse paraît rouge, parce que la surface est à une température d'environ 3.300°, alors qu'une étoile jaune comme le soleil est à 6.000°. Et pourtant si le soleil était à la même distance que Bételgeuse, nous ne pourrions pas le voir avec un télescope. Qu'est-

ÉCLAT COMPARÉ DES ÉTOILES ET DU SOLEIL





Photographie d'un dessin des météores de novembre 1868. Ci-dessous, le soleil, qui semble une source inépuisable d'énergie atomique n'est cependant qu'une étoile d'un éclat relativement modéré.



ce donc qui fait paraître Bételgeuse si brillante dans le ciel ?

On trouva la réponse en décembre 1920 quand le diamètre de Bételgeuse fut mesuré pour la première fois avec un instrument appelé interféromètre. Des mesures plus récentes ont montré que le diamètre moyen de Bételgeuse est de 400 fois celui du soleil. Nous disons « diamètre moyen », car les mesures ont montré que Bételgeuse se dilate et se contracte comme un énorme ballon. Bételgeuse est si considérable que l'on pourrait placer le soleil en son centre et que la terre aurait encore la place d'y décrire son orbite actuelle.

Par un procédé de « sondage mathématique » on a trouvé que la température intérieure de Bételgeuse est assez basse, environ 6.700.000 degrés comparée aux 25 millions de degrés d'une étoile comme le soleil. Dans ces conditions, la transformation d'hydrogène en hélium est si lente que Bételgeuse doit produire son énergie en partant d'une autre réaction atomique, opérant à basse température, celle par exemple qui intéresse le deutérium (hydrogène lourd) et des éléments légers, lithium, beryllium, bore.

Sirius A est l'étoile du ciel qui nous paraît la plus brillante, elle étincelle dans les nuits d'hiver comme un diamant bleu-té. Mais elle intéresse les astronomes principalement à cause de son minuscule compagnon, Sirius B, si faible qu'il faut des conditions exceptionnelles pour qu'on puisse l'apercevoir avec un puissant télescope. La plupart du temps Sirius B est noyé dans l'éclat éblouissant de Sirius A.

Sirius A ne diffère pas sensiblement des autres étoiles. Mais Sirius B a une masse à peu près égale à celle du soleil bien qu'elle soit beaucoup moins brillante. On connaît beaucoup d'étoiles peu brillantes, mais elles sont pratiquement toutes des étoiles rouges. Or Sirius B est blanche. Pour paraître de cette couleur, il est nécessaire que sa température soit élevée, et les étoiles très chaudes émettent beaucoup de lumière par centimètre carré de surface. Cependant, l'éclat de Sirius B n'est que $1/400$ de celui du soleil.

Nous avons vu que Bételgeuse bien que moins chaude que le soleil paraît très brillante à cause de son énorme dimension. Sirius

B, plus chaude que le soleil, brille peu parce qu'elle est très petite, 30.600 kilomètres de diamètre, à peine plus de deux fois celui de la terre.

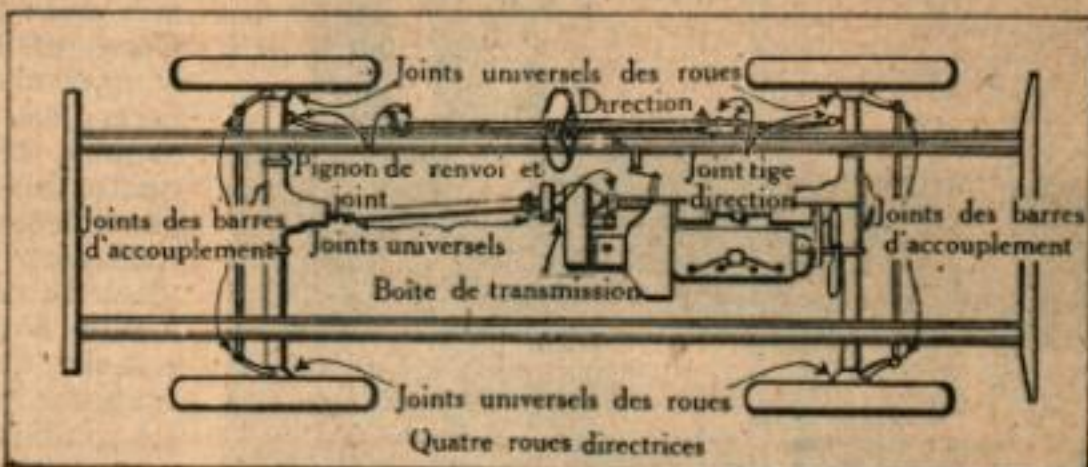
Et pourtant dans cette étoile naine se trouve tassée autant de matière qu'il y en a dans le soleil tout entier. Il en résulte que sa densité est incroyablement élevée — 100.000 fois plus élevée que celle de l'eau en moyenne. — Un litre d'eau pèse 1 kg. Par conséquent 1 litre rempli avec un échantillon de matière de Sirius B pèserait 100.000 kg. Et ceci n'est que la densité moyenne. Au centre de l'étoile, la densité s'élève vraisemblablement à 30 millions, et notre bouteille pleine de cette matière pèserait 30.000 tonnes.

La pesanteur à la surface de cette étoile doit être terrifiante. Un homme de 68 kg. y pèserait 3.975 tonnes. Naturellement ses muscles ne pourraient supporter un tel poids. Il serait immédiatement écrasé par la masse de son propre corps. Pour atteindre de telles densités, il faut que les atomes soient broyés de façon à n'occuper qu'une partie de l'espace qu'ils remplissent normalement. Imaginons une boîte contenant en vrac 100 jouets, par exemple. En les rangeant avec soin, nous pourrions y faire entrer peut-être 200 articles. Mais en les réduisant en poudre, nous pourrions peut-être en loger des milliers dans la même boîte, qui pèserait alors beaucoup plus lourd que quand elle n'en contient que 100.

Un autre type de laboratoire céleste est la Nova — une étoile nouvelle qui devient tout à coup des milliers de fois plus brillante qu'elle ne l'était normalement. — Nova Puppis, qui apparut en novembre 1942, est un très bon exemple de ces étoiles. Pendant trois jours, elle fut classée parmi les 10 étoiles les plus brillantes du ciel, puis elle faiblit rapidement et, en quelques semaines, fut à peine visible à l'œil nu. Maintenant on ne peut la voir qu'au télescope.

Les supernovæ sont encore plus inquiétantes; on en a photographié dans des nébuleuses situées à des millions d'années-lumière. Une de ces étoiles atteignit l'éclat de 600 millions de soleils — 100 fois plus que l'ensemble de toutes les étoiles qui composaient la nébuleuse. La supernovæ la plus lumineuse qu'on connaisse n'apparaît sur nos plaques que comme

Une jeep à 4 roues directrices tourne sur 4 mètres



Des jeeps modifiées sont encore plus faciles à manœuvrer que les modèles de l'armée. Sur celle-ci, les quatre roues ont été rendues directrices en installant à l'avant et à l'arrière des essieux munis d'articulations directrices. Les roues arrière pouvant tourner de côté, la jeep peut tourner dans un cercle d'environ 4 mètres.

un infime point de lumière. Et pourtant, c'est l'exemple le plus caractéristique de centrale atomique du ciel.