

L'ÉNIGME DE LA COULEUR DE SIRIUS

DES TEXTES ANCIENS MIS AU JOUR SUGGÈRENT UN CHANGEMENT DE COULEUR DE L'ÉTOILE SIRIUS. PLUSIEURS SCÉNARIOS TENTENT D'EXPLIQUER LE PHÉNOMÈNE.

Il peut sembler improbable qu'un astre lumineux du ciel ait résisté aux moyens d'investigation modernes et puisse receler encore un quelconque « mystère ». C'est pourtant le cas de Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel. Une controverse célèbre persiste sur une caractéristique fondamentale de l'étoile, sa couleur, et cela depuis plus de... deux mille ans !

Dans plusieurs traités anciens d'astronomie, remontant aux environs du début de l'ère chrétienne, Sirius est décrite comme une étoile rouge alors que, de nos jours, elle brille d'un bel éclat blanc-bleu. Une évolution aussi rapide de la couleur d'une étoile, qui est en fait une mesure de sa température de surface, est en contradiction flagrante avec toutes les théories actuelles de l'évolution stellaire. Selon ces théories, une étoile change de couleur, parfois plusieurs fois au cours de sa vie, mais elle met pour cela au moins plusieurs millions d'années.

Sommes-nous en face d'une mauvaise interprétation de textes anciens ou d'une véritable lacune de nos théories ? Une série de travaux récents viennent de faire ressortir de l'oubli cette « énigme » astronomique en se fondant sur des développements récents sur l'évolution des étoiles et la nature du milieu interstellaire. Sirius, de par sa brillance exceptionnelle, a été un objet d'attentions particulières pour de nombreuses civilisations, depuis celle des prêtres égyptiens du IV^e millénaire av. J.-C. qui avaient réglé leur calendrier sur la réapparition de l'étoile à l'ouest du Soleil coïncidant avec les fertiles crues du Nil, jusqu'à la mythologie plus récente des tribus Dogon de l'actuel Mali⁽¹⁾.

Peu de traces nous sont restées des observations les plus anciennes, mais un des premiers textes faisant état d'une couleur rouge de Sirius est peut-être le plus renommé. Il s'agit du traité du célèbre astronome grec Ptolémée (150 ap. J.-C.) qui, traduit par les astronomes arabes, nous est parvenu sous le nom d'Almageste. Dans ce texte, Ptolémée établit une liste des six principales étoiles rouges (« hypokirros ») : Aldébaran, Arcturus, Antarès, Bételgeuse, Pollux et... Sirius⁽²⁾. Les cinq premières sont les étoiles rouges les plus brillantes du ciel, mais Sirius ?

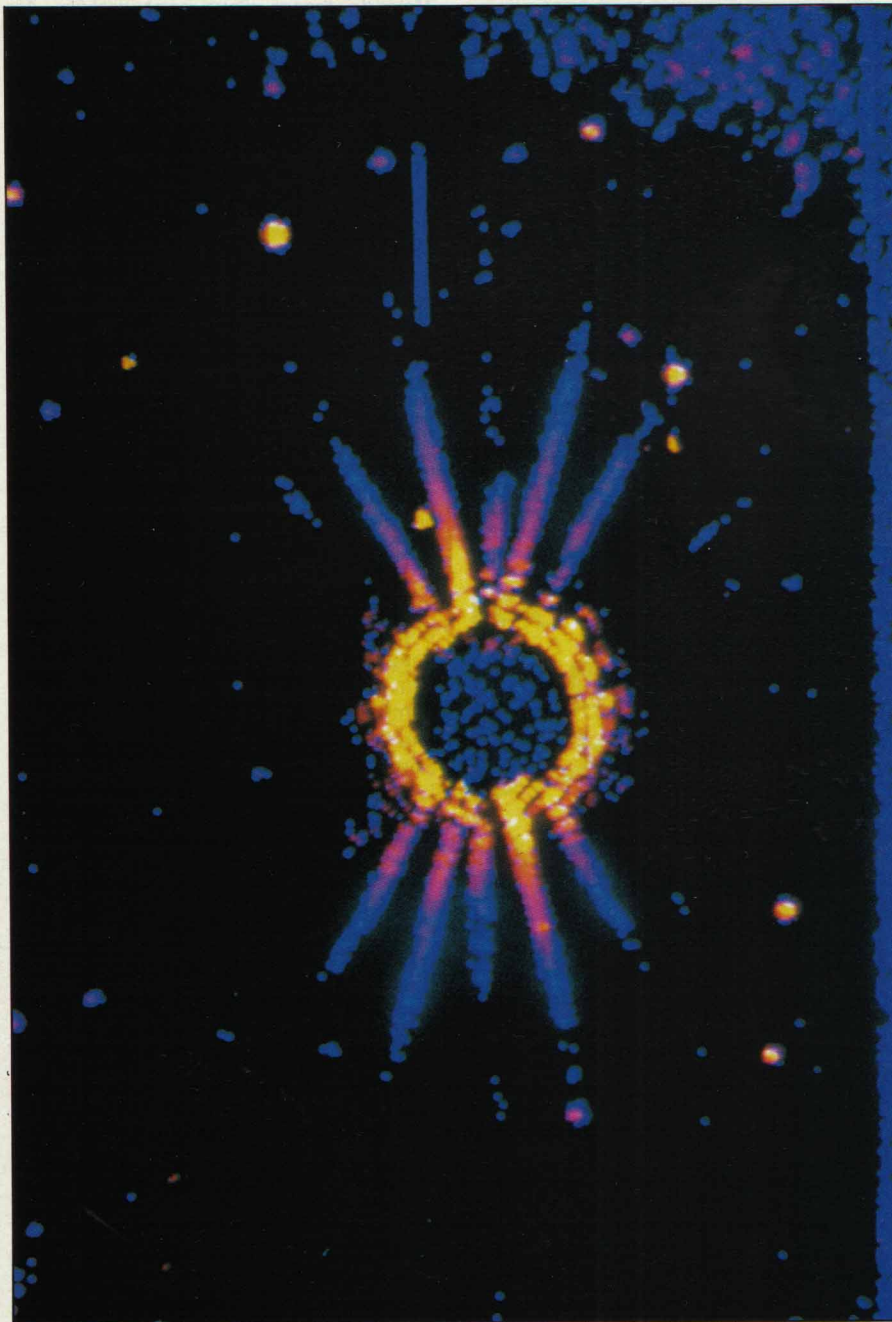
Des textes antérieurs d'auteurs latins tel que Sénèque (70 av. J.-C.), Horace ou Cicéron désignent également Sirius sous des termes comme « rubra » ou « rutilo »^(2,3). Depuis plusieurs siècles, la polémique fait rage autour de l'interprétation de ces textes. Certains y ont vu le compte rendu d'observations d'une étoile proche de l'horizon et donc rougie de la même façon que le Soleil à son coucher. D'autres ont souligné l'ambiguïté des termes désignant la couleur et les possibilités d'erreurs de transcription d'une version à l'autre^(3,4). Dans ce contexte, la découverte de sources indépendantes paraît essentielle.

W. Schlosser et W. Bergmann, de l'université de Bochum, en Allemagne, viennent d'attirer l'attention sur un manuscrit médiéval conservé à la bibliothèque de Bamberg et contenant des fragments du *De cursu stellarum ratio* attribué à l'évêque Grégoire de Tours (538-593 ap. J.-C.)⁽⁵⁾. Dans ce texte, totalement indépendant des sources classiques et bien sûr arabes, une étoile est mentionnée comme « rubeola » ou « robeola », couleur « rouille ». Selon Schlosser et Bergmann il s'agit bien de Sirius, même si l'identification reste controversée⁽⁶⁾.

Nous avons nous-mêmes eu l'occasion, lors d'un séjour en Chine, de recher-

<p>曰狼狼角變色多盜賊</p>	<p>欽定四庫全書</p>	<p>並不欲搖動搖動則九州分散人民失業其東有大星</p>
<p>正義狼一星參東南狼為野將</p>	<p>史記卷二十七</p>	<p>信命亦不通於中國憂金火守之亂起也</p>
<p>主侵掠占非其處則人相食色</p>	<p>五</p>	

Figure 1. Un changement de couleur de l'étoile Sirius sur une période inférieure à 2 000 ans est suggéré sur la base de plusieurs traités anciens gréco-latins comme l'Almageste de Ptolémée (150 ap. J.-C.). Une évolution aussi rapide était en contradiction avec la théorie de l'évolution stellaire et restait controversée. La découverte de nouveaux textes indépendants est venu relancer la polémique. Le texte reproduit ici est tiré d'un ouvrage astronomique chinois du 1^{er} siècle av. J.-C. Le passage en caractères gras (lu verticalement de haut en bas et de gauche à droite) se traduit par : « A l'Est — se trouve — (une) grande — étoile — (le) Loup (Tianlang, nom chinois pour Sirius) — La pointe — (du) Loup — change — (de) couleur — nombreux — (sont les) voleurs — (et) bandits ». L'existence de ces textes concordants issus de cultures indépendantes a suscité plusieurs travaux pour tenter d'expliquer le phénomène. (Cliché auteurs)



- (1) M. Griaule et G. Dieterlen, *Journal Soc. Africanistes*, 20, 273, 1950.
- (2) K. Brecher, in *Astronomy of the ancients*, K. Brecher et M. Feirtag (eds), MIT Press, Cambridge, 1979.
- (3) D. Malin et P. Murdin, *Colour of the stars*, Cambridge University Press, 1984.
- (4) R.H. van Gent, *Nature*, 312, 302, 1984.
- (5) W. Schlosser et W. Bergmann, *Nature*, 318, 45, 1985.
- (6) S. McCluskey, *Nature*, 325, 87, 1987 ; R.H. van Gent, *Nature*, 325, 88, 1987 ; W. Schlosser et W. Bergmann, *Nature*, 325, 89, 1987.
- (7) J.-M. Bonnet-Bidaud et C. Gry, *Astronomy & Astrophysics*, sous presse, 1992 ; C. Gry et J.M. Bonnet-Bidaud, *Nature*, 347, 625, 1990.
- (8) T.B. Tang, *Nature*, 319, 532, 1986.
- (9) F. Bruhweiler, Kondo Yoji et E. Sion, *Nature*, 324, 235, 1986.

cher les passages concernant Sirius dans les chroniques chinoises anciennes, notamment dans l'un des principaux textes de référence, *Les Mémoires historiques* (Shiji) de l'historien-astronome Sima Qian (145-87 av. J.-C.)⁽⁷⁾. Ce vaste traité, reconstitué après l'incendie de tous les livres ordonné par le premier empereur chinois, Qin Shihuangdi, représente une compilation de l'ensemble des connaissances scientifiques et historiques chinoises couvrant les époques antérieures, et est loin d'avoir été totalement analysé. Dans le chapitre 27, « Chroniques des officiers célestes » (Tianguanshu), Sirius est à plusieurs reprises décrite comme une étoile blanche, en accord avec sa couleur actuelle, ce qui semble

Figure 2. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer un éventuel changement de couleur temporaire de Sirius parmi lesquelles l'existence possible d'un troisième corps formant avec Sirius A-B un système triple. Sur les clichés astronomiques existants, les environs immédiats de Sirius sont totalement noyés dans la lumière diffusée par l'étoile la plus brillante du ciel. Pour pallier ce défaut, des images, telles que celle représentée ici, ont été obtenues à l'aide d'un masque occultant la lumière de Sirius (au centre). Sur ce cliché, la lumière résiduelle a été soustraite introduisant des artefacts autour du masque. Parmi les étoiles nettement visibles, deux ont la luminosité requise pour être le compagnon possible de Sirius. Cette hypothèse reste à prouver par une mesure précise de la distance de ces étoiles. (Cliché auteurs.)

contredire les textes grecs et latins contemporains⁽⁸⁾. Mais nous avons découvert un autre passage, resté jusqu'ici inaperçu où, cas unique, une référence explicite est faite à un changement de couleur (fig. 1). Même si aucune date ne peut être déterminée, la coïncidence paraît suffisamment troublante.

La mise au jour récente de ces nouveaux textes indépendants, qui suggèrent un changement de couleur de Sirius, a conduit plusieurs équipes à réexaminer les explications astrophysiques possibles.

UN CHANGEMENT DE COULEUR QUI NE PEUT S'EXPLIQUER PAR L'ÉVOLUTION STELLAIRE

Selon les théories de l'évolution stellaire, une étoile change de couleur, ou ce qui est équivalent, de température de surface, au cours de sa vie. Ainsi, le Soleil a actuellement une température stable et donc une couleur stable, jaune, depuis environ quatre milliards d'années. Mais dans cinq ou six milliards d'années, ses couches les plus externes se dilateront et, en se refroidissant, vireront au rouge : le Soleil deviendra une « géante rouge ». Quelques centaines de millions d'années plus tard, ces couches seront expulsées, dévoilant un cœur de matière extrêmement dense, avec une température qui peut atteindre un million de degrés, lui conférant une lumière « blanche ». Devenu « naine blanche », le Soleil aura atteint le dernier stade de l'évolution stellaire et se refroidira lentement.

Le cas de Sirius est plus particulier, car c'est en réalité une étoile double. Autour de Sirius A, que nous voyons, gravite un compagnon, Sirius B, dont la découverte en 1862 fit grand bruit. Ce fut la première naine blanche découverte dans l'Univers. Ce compagnon au départ plus massif et plus brillant a, pendant des millions d'années, dominé le système AB et, lorsqu'il est passé au stade de géante rouge, Sirius AB est bien apparu comme une étoile rouge. Mais l'humanité n'était pas encore là pour en rendre compte... car selon les théories classiques en effet, la transition géante rouge-naine blanche requiert au moins un million d'années ! Il est peu probable que cette évolution ait pu être accélérée car Sirius B, la naine blanche tout juste formée, aurait alors une température beaucoup plus élevée que celle de 30 000 K observée aujourd'hui.

F. Bruhweiler, de l'université catholique de Washington, aux Etats-Unis, et ses collègues ont examiné une autre voie possible⁽⁹⁾. Ils se sont fondés sur des résultats théoriques récents qui montrent que des réactions de fusion de l'hydrogène peuvent se rallumer à la

surface d'une naine blanche si des éléments comme le carbone ou l'azote parviennent à se mélanger à l'hydrogène. Selon ces chercheurs, Sirius B aurait pu ainsi « temporairement » apparaître comme une « géante rouge » pendant quelque 250 ans, même s'il apparaît difficile de stabiliser les réactions de fusion pour les empêcher de dégénérer en explosion.

Nous avons fait une suggestion totalement différente en proposant de rechercher la cause non pas au sein du système double Sirius A-B, mais à l'extérieur⁽⁷⁾. Un troisième corps pourrait-il transformer la couleur de Sirius ?

L'hypothèse la plus simple est bien sûr l'interposition d'un nuage interstellaire qui rougirait la lumière de l'étoile comme le fait l'atmosphère terrestre (nous avons retrouvé trace de cette idée chez l'astronome anglais John Herschel qui, en 1839, supputait l'existence de nuages super-atmosphériques !).

Nous connaissons aujourd'hui beaucoup mieux l'espace interstellaire et notamment depuis 1940 l'existence de « micro-nuages » ou « globules » découverts par l'astronome américain B.J. Bok. Ces globules de Bok sont des nuages sombres de petite dimension et sont donc très difficiles à déceler, sauf

lorsqu'ils se projettent devant des nébuleuses. Nous avons pu calculer qu'un globule d'une dimension d'environ 0,06 année-lumière pour une masse de 0,01 M_☉ (masse solaire) suffirait à rougir la lumière de Sirius sans l'atténuer de façon dramatique⁽⁷⁾. Sirius se déplaçant par rapport au Soleil de près d'un degré en 2 000 ans, le passage derrière le nuage aurait pu durer quelques centaines d'années. L'éventualité d'un tel nuage intercalé entre le Soleil et Sirius est certes faible mais non négligeable.

Y-A-T-IL EU INTERVENTION D'UN TROISIÈME CORPS ?

Une deuxième hypothèse un peu plus « exotique » peut également être considérée. Un nuage de matière formant une enveloppe temporaire pourrait être arraché des couches externes de Sirius A par une petite étoile, troisième corps dont l'orbite très excentrique le ferait passer périodiquement très près du couple Sirius A-B. De tels systèmes multiples existent en abondance, le meilleur exemple étant l'étoile la plus proche du Soleil, Alpha-Centauri. Il est donc apparu intéressant de rechercher une éventuelle « troisième » étoile formant avec Sirius A-B un système triple.

Très peu d'informations existent sur les environs immédiats de Sirius, car sur les clichés astronomiques existants ceux-ci sont totalement noyés dans la lumière intense diffusée par l'étoile la plus brillante du ciel. A l'aide d'un dispositif coronographique simple qui permet de masquer la lumière de Sirius, des images ont été obtenues des étoiles les plus brillantes dans un rayon de quelques minutes d'arc autour de Sirius, à l'Observatoire européen austral (fig. 2). Deux d'entre elles ont été identifiées comme des compagnons possibles de Sirius avec une masse probable inférieure à 0,2 M_☉. De leur distance actuelle à Sirius, il est possible de calculer des orbites selon lesquelles ce compagnon reviendrait périodiquement faire irruption au sein du couple Sirius A-B. Ces orbites excentriques paraissent dynamiquement stables⁽⁷⁾.

Il est sans doute trop tôt pour choisir mais parmi les hypothèses proposées pour expliquer le changement de couleur de Sirius, plusieurs restent donc plausibles et certaines pourront être testées dans un avenir proche. La multitude de ces travaux illustre bien la fascination que continue d'exercer l'étoile la plus brillante du ciel.

JEAN-MARC BONNET-BIDAUD ET CÉCILE GRY

SUPPRIMEZ LES INCONNUES

Mathematica



RITME
INFORMATIQUE



1

Le standard du calcul numérique, formel et du graphisme 2D et 3D.

Disponible sur plus de 50 plateformes (MAC, DOS, Windows 3, SUN, HP, IBM RS6000, CONVEX, MIPS...).

NOUVELLE
VERSION
2.0

Distributeur agréé de Wolfram Research.

Support technique et Hot Line gratuits.

Démonstration sur site et en nos locaux.

Créateur du

"Club des Utilisateurs Français de *Mathematica*."

agréé par Wolfram Research.

"*Mathematica News*"

bulletin du Club édité par Ritme.

Des formations adaptées à tous les niveaux.

RITME INFORMATIQUE
86, Grande Rue 92310 Sèvres
Tél. : (1) 45 34 74 74

"l'équation idéale"

