

Le "faux disque" des étoiles

Autor(en): **Daisomont, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1954)**

Heft 44

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900454>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Le „faux disque“ des étoiles

Par Mr. l'Abbé M. DAISOMONT, Ostende

On enseigne à l'amateur astronome que les étoiles sont pratiquement des points lumineux géométriques, à cause de leur énorme distance. De plus, en optique géométrique élémentaire on démontre que les rayons parallèles à l'axe optique d'une lentille convergente ou d'un miroir parabolique, se réunissent en un point (stigma) au foyer de l'objectif.

Quand ce même amateur met l'œil à l'oculaire d'un excellent instrument pour observer une étoile lointaine avec un grossissement suffisant, il est tout étonné de voir un petit disque lumineux entouré de plusieurs anneaux alternativement obscurs et clairs, diminuant rapidement en intensité lumineuse. Le petit disque n'est pourtant pas l'image réelle de l'étoile observée: c'est un «faux disque», ou disque d'Airy (Fig. 1).

La contradiction entre les théories élémentaires de l'optique et les données réelles d'observation a pour base unique le fait que *la lumière n'est pas une entité géométrique abstraite, mais bien un phénomène matériel ondulatoire et quantifié, de nature électromagnétique.*



Fig. 1

Dès que l'on parle de phénomène ondulatoire, on peut concevoir l'interférence des ondes (Fig. 2). En effet, si nous représentons une onde par une courbe sinusoïdale A et une autre par une même courbe B, on conçoit que dans certaines circonstances, les vibrations peuvent se superposer en un point X. On obtiendra l'intensité résultante en ce point, en ajoutant algébriquement les intensités de chaque onde. On voit donc que si la différence de marche est d'une demi onde $\frac{\lambda}{2}$ il y a repos au point X si A et B ont même amplitude.

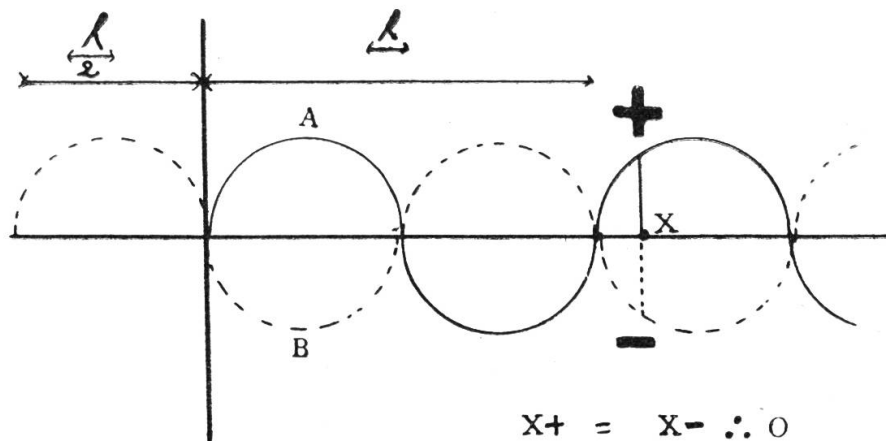


Fig. 2

Or, une surface d'onde lumineuse émet en tous ses points des ondes lumineuses secondaires d'après le principe d'Huyghens-Fresnel: «*Tout point de l'espace éclairé par une source ponctuelle se comporte comme une source secondaire qui rayonne comme la source primaire, avec la même période, dans toutes les directions. La vibration lumineuse en un point résulte de l'interférence des vibrations issues de tous les éléments utiles d'une surface d'onde quelconque située entre ce point et la source.*» (No. 7, p. 201.)

Ce phénomène est la cause de la diffraction de la lumière. Prenons un exemple et une explication *simples* (Fig. 3).

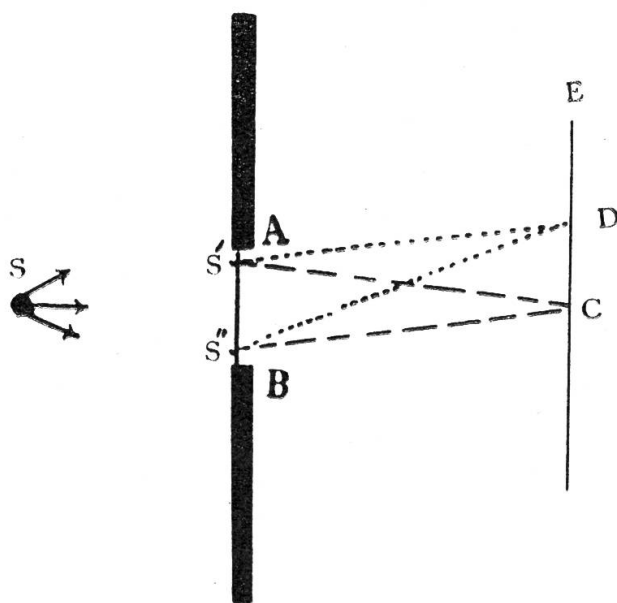


Fig. 3

Soit une source lumineuse ponctuelle éloignée S donnant une portion d'onde plane dans l'ouverture AB. Sur l'écran E, en C, la différence de marche entre les rayons provenant des sources secondaires S' et S'' est nulle: *donc lumière*. En un point D de l'écran, la différence de marche entre S'D et S''D est de $\frac{\lambda}{2}$: *donc obscurité*.

Pour une ouverture circulaire de diamètre AB on pourra donc, dans certaines circonstances, observer en E, une tache lumineuse entourée de cercles alternativement obscurs et clairs: c'est l'observation faite par l'amateur, mentionnée plus haut.

La théorie mathématique a été traitée il y a plus d'un siècle par le savant et fécond professeur Airy, astronome royal pendant 46 ans, dans son étude: «*Diffraction of an object-glass with circular aperture*», publiée dans les «*Transactions of the Cambridge Society*». C'est pour cette raison que le faux disque donné par les étoiles et causé par la diffraction de la lumière par l'ouverture circulaire de l'objectif astronomique est encore appelé souvent «*disque d'Airy*».

L'étude mathématique complète du phénomène est très ardue. Des auteurs dont la compétence ne se discute pas nous disent: «*Unfortunately it is also a problem of considerable difficulty, since it requires a double integration over the surface similar to that mentioned in Sec. 15.5 for a rectangular aperture. The problem was first solved by Airy in 1835, and the solution is obtained in terms of certain well known series known as Bessel's functions.*» (No. 6, p. 293.)

Nous-même nous avons dû nous adresser aux spécialistes dans la branche, et nous prendrons pour guide les calculs du regretté G. Bruhat, assassiné dans un camp de concentration allemand pour avoir protégé ses élèves. En se basant sur les tables donnant toute faite la solution de certains calculs de Bessel, cet auteur donne comme résultat de l'étude mathématique:

Rayon *angulaire* r du faux disque, en radians:

$$\frac{3832}{\pi} \times \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

Si l'on prend pour λ valeur de 0.56μ et en exprimant le résultat en secondes d'arc on a:

$$\frac{1.22 \times 0.56 \times 206265}{D\mu} = \boxed{\frac{14}{D \text{ cm}}} \quad (1)$$

Rayon *linéaire* R du faux disque = $F \cdot \text{tg} r$; r étant très petit:

$$R = F \cdot r = \frac{3832}{\pi} \times \frac{\lambda}{D} \times F = \boxed{0.6832 \frac{F}{D}} \quad (2)$$

Or, on sait que la valeur $\frac{F}{D}$ est le rapport d'ouverture du système.

On remarque:

1. Le rayon *angulaire* du faux disque est inversement proportionnel au diamètre de l'objectif.

2. Le rayon *linéaire* est d'autant plus grand que le rapport F/D est plus grand, et ne dépend pas directement du diamètre de l'objectif. Ainsi, toutes lunettes ouvertes à $F : 12$ (règle du pied au pouce) ont un faux disque de $R = 8.2 \mu$.

Tout amateur peut calculer pour son instrument les valeurs de r et de R , d'après les formules qui viennent d'être données.

Deux applications importantes s'imposent:

1. Le *pouvoir séparateur* d'un objectif parfait sera celui pour lequel l'œil humain peut juger comme séparés deux points lumineux voisins. On admet que cela est réalisé sûrement quand le bord d'une tache de diffraction passe par le centre de l'autre tache. Ceci

suppose une perfection absolue des instruments et dépend de tant de conditions disparates qu'il ne s'agit pas d'une constante physique de l'instrument. On est d'ailleurs parfois moins sévère et on n'exige pas un écartement entre faux disque de la valeur r : un peu moins permet de constater la «séparation» de deux points. Ainsi Dawes donnait comme résultat de ses nombreuses observations, la formule (No. 8, p. 7) :

$$\frac{4.56}{D}$$

dans laquelle D est donné en pouces anglais, ce qui revient à :

$$\frac{11.58}{D \text{ cm}}$$

Mais en pratique (No. 3, p. 25) on admet souvent :

$$\boxed{\frac{12}{D \text{ cm}}} \quad (3)$$

D'après cette dernière formule un objectif de $D = 8 \text{ cm}$ sépare $1''5$.

Toutefois il faut remarquer que cette «séparation» est tout juste suffisante, dans les meilleures circonstances, pour faire certaines mesures astronomiques. L'amateur ordinaire parle souvent de «séparation» s'il voit les deux points parfaitement distincts. Il faut alors que la distance entre les centres des faux disques soit égale à $2r$. Pour le calcul l'amateur se basera donc en première approximation, sur la formule : $28 / D \text{ cm}$. Cela donnera p. ex. pour la lunette de 8 cm : $3''5$ (Fig. 4).

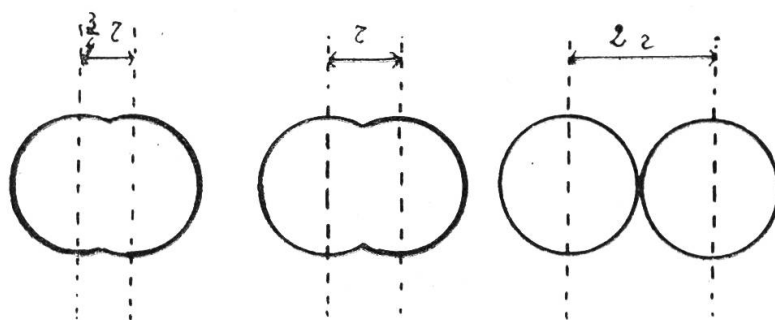


Fig. 4

2. Les valeurs données plus haut supposent un objectif exempt d'aberrations. Le chromatisme fait en sorte que les figures de diffraction sont irisées, à cause des différentes longueurs d'onde de la lumière du spectre. De plus, les aberrations géométriques ont une grande influence. Si pourtant l'aberration de sphéricité est si petite que le cercle de moindre aberration qu'elle cause n'est pas plus grand que le faux disque causé par la diffraction, le pouvoir séparateur ne souffrira pratiquement pas de diminution. Toutefois le

contraste dans les images focales diminue. Ainsi, en particulier, si la différence de marche des rayons arrivant au foyer n'est que de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde «on trouve que l'éclairement au centre n'est que de 80 % de l'éclairement qui correspond à un objectif parfaitement stigmatique, que le premier minimum est à la même place, que l'éclairement qui lui correspond, au lieu d'être nul, est de 5 % de l'éclairement maximum. Les modifications sont somme toute, peu importantes, et l'objectif peut être considéré comme équivalent à un objectif parfait. — Ainsi se trouve justifiée la règle connue sous le nom de règle de Lord Raleigh: la correction des aberrations de sphéricité doit autant que possible être faite de façon à réduire à $\frac{1}{4}$ d'onde l'aberration à la meilleure image.» (No. 2, p. 144.)

Bibliographie

Note: La plupart des manuels d'optique d'un certain niveau traitent de notre question. Nous nous bornons à citer quelques livres, sans que cette petite liste soit limitative, loin de là.

1. *Argentieri D.*: *Optica industriale*, Hoepli, Milano 1954.
2. *Boutry G. A.*: *Optique instrumentale*, Paris, Masson 1946 (Tout le Chapitre XVI — Dépend de 2).
3. *Bruhat G.*: *Optique*, Paris, Masson, 1942.
4. *Danjon A. et Couder A.*: *Lunettes et télescopes*, Paris 1935 (Remarques théoriques et pratiques parfaites, données par des astronomes).
5. *Dennis Taylor H.*: *The adjustment and testing of telescope objectives*, Newcastle on Tyne, 1946 (Livre écrit par un opticien de réputation mondiale).
6. *Jacobs D.*: *Fundamentals of optical engineering*, London, Mc Graw-Hill, 1943.
7. *Jenkins F. and White H.*: *Fundamental of optics*, London, Mc Graw-Hill, 1950 (Très bon manuel de niveau universitaire).
8. *Poux G. et Simon J.*: *Optique*, Paris, Baillière 1936 (Excellent manuel de niveau moyen).
9. *Webb T. W.*: *Celestial objects*, London, Longmans, Green & Co. 1904, 2 vol. (Livre assez ancien, mais véritable mine pour l'observateur).

Entdeckung zweier Supernovae (P. Wild)

Mit grosser Freude empfangen wir seinerzeit die Nachricht, dass unser Landsmann, Paul Wild, Assistent von Prof. F. Zwicky, California Institute of Technology, Pasadena, am 3. Mai und 30. Mai 1954 je eine Supernova 14. Grösse bzw. 12.5 Grösse in den Spiralnebeln NGC 5668 und NGC 4214 entdeckt hat. Die Auffindung erfolgte mit der 18 Zoll-Schmidt-Kamera des Palomar Observatoriums. Die beiden Supernovae befinden sich 32" südlich bzw. ca. 220" südsüdöstlich der Kerne der genannten Sternsysteme.

R. A. N.