

Détermination de la distance de quelques étoiles

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **42 (1906)**

Heft 155

PDF erstellt am: **13.09.2024**

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.

VI. Détermination de la distance de quelques étoiles.

Charles Dufour a publié plusieurs travaux sur « les conséquences qui résultent pour la succession des ondes, du déplacement d'un corps sonore ou d'un corps lumineux. »

« On sait que la différence qu'il y a entre un son grave et un son aigu provient de ce que, pour ce dernier, les vibrations qui arrivent à l'oreille pendant l'unité de temps sont plus nombreuses. Ainsi, depuis 1859, en France, le *la* est la note qui correspond à 870 vibrations par seconde, par conséquent l'*ut* correspond à 522 vibrations, le *fa* à 696, etc. Supposons, par exemple, un corps sonore éloigné de 1000 m., et parcourant en se rapprochant 100 m. par seconde. Si pendant sa course le corps donne uniformément la note *fa*, les sons qu'il aura émis à l'instant du départ arriveront seulement 3 secondes plus tard à l'oreille de l'observateur ; tandis qu'il n'y aura aucun retard pour la perception de ceux qui seront émis au moment de l'arrivée. Donc, l'observateur aura perçu en 7 secondes les ondes émises pendant 10 secondes ; c'est dire que son oreille, au lieu de recevoir 696 vibrations par seconde, en recevra 994 et appréciera par conséquent le son à peu près *si dièze*¹. »

D'une manière générale, si un corps se rapproche de l'observateur en produisant constamment le même son musical, l'observateur aura l'impression d'une note plus aiguë ; si le corps s'éloigne, il aura au contraire l'impression d'une note plus basse.

En étudiant ainsi dans leur rapport la vitesse d'un mobile et la vitesse du son, tant pour l'intérêt propre du

¹ *Mémoire sur une nouvelle méthode pour déterminer la distance de quelques étoiles*, B. S. V., vol. X, 1868.

phénomène que pour pousser jusqu'en ses dernières conséquences en acoustique un principe qu'il était plus difficile de vérifier en optique, Ch. Dufour obtint des résultats qui sont développés dans une étude détaillée¹. Il y fait cette remarque, entre autres, que lorsqu'on est atteint par une balle lancée à une vitesse supérieure à celle du son, on est frappé avant d'entendre le coup. Dans toute cette étude, il suppose au mobile une vitesse uniforme et un mouvement rectiligne. Considérant alors la route B C suivie par un mobile, et supposant un observateur en dehors de cette route, en O, il se propose de déterminer par le calcul les phénomènes qui doivent se manifester à l'observateur O.

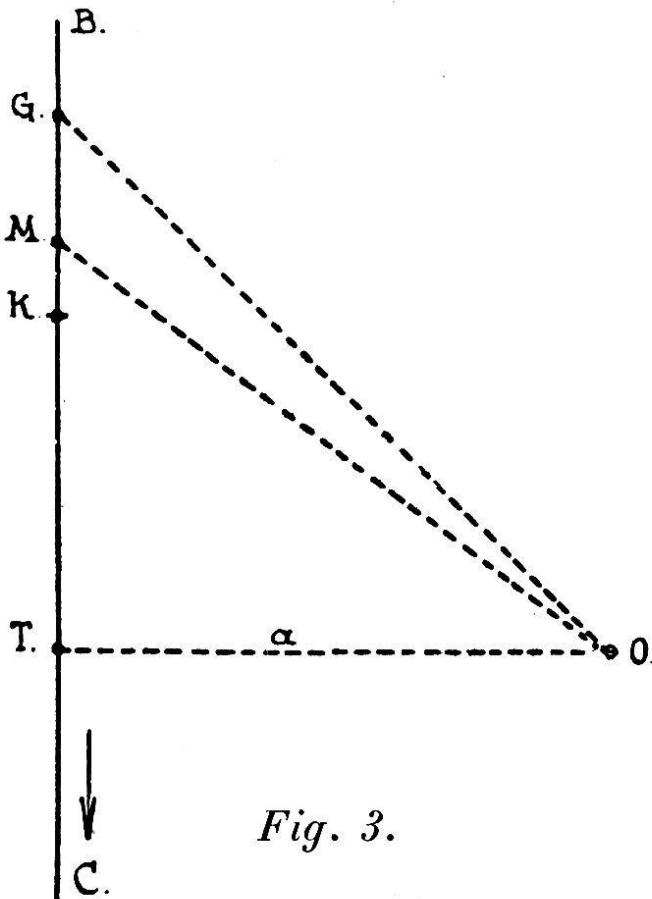


Fig. 3.

D'abord, si le temps mis par le mobile pour parcourir le segment G M, situé à une certaine distance de O, reste inférieur à la différence des temps nécessaires au son pour parcourir les distances G O et M O, le son émis au point G arrive à l'observateur O après le son émis au point M.

Il en sera ainsi pour tous les points situés avant une certaine position du mobile, K. C'est en ce point K que le mobile se fera donc

entendre pour la première fois. Si l'on admet que la distance $OT = 50$ m., que le mobile ait une vitesse de 500

¹ A. G., 15 sept. 1890.

mètres par seconde et le son une vitesse de $333 \frac{1}{3}$, m. on trouve que K est à 44,726 m. de T, c'est-à-dire de la plus grande proximité de l'observateur. Les sons émis par le mobile avant qu'il ait atteint la position K n'arriveront à l'observateur que plus tard. Quant au son émis en K, il est facile de voir qu'il arrivera à l'observateur à un moment où le mobile aura déjà dépassé le point T. Dans notre exemple, il en sera éloigné de 55,274 m. « Or, une vitesse de 500 m. est à peu près ce que l'on obtient avec les armes actuelles. Donc, quand un homme entend le sifflement d'une balle, il ne court plus aucun danger, la balle a déjà passé dans son voisinage et s'éloigne rapidement. »

Si l'on considère maintenant les conséquences de ce phénomène pour la hauteur du son, l'impression reçue par O des premiers sons entendus, c'est-à-dire des sons émis à environ 40 m. de T, doit paraître 3,8 gammes plus élevée que la note produite par le mobile.

Si celui-ci donne d'une manière continue le *la*, l'observateur entendra donc à peu près le *sol bémol* de la quatrième gamme au-dessus. « Cela se rapproche du son extrêmement aigu que produisent les ailes de certains insectes. » Mais cette acuité diminue rapidement. Lorsque le corps sonore est à 30 m. de T, on trouve que la note émise arrive à l'oreille comme un *la dièze* de la deuxième gamme au-dessus de la note naturelle. Lorsqu'il est à 10 m. de T, on entend à peu près un *ré dièze*. En T, l'oreille entend le *la*. Dès lors, le corps s'éloigne ; les ondes arrivent à l'oreille pendant un temps plus long que celui pendant lequel elles ont été émises ; la note baisse. On entend, à mesure que le corps a parcouru des distances successives de 10 mètres, les notes *fa bémol*, *ré bémol*, *si*, *la dièze*, *la bémol*, etc. Si l'on suppose le même corps à l'infini, l'oreille entend la note *fa* de la gamme inférieure. « C'est le son asymptotique vers lequel, en s'abaissant graduellement, tendra l'effet d'un corps sonore qui

s'éloignerait dans les conditions que nous avons supposées plus haut. » On verrait encore, en continuant cette étude, qu'en même temps que les sons émis en quelque point de la ligne K C, l'observateur entend les sons émis par le corps avant d'arriver en K. Une oreille exercée saisirait certainement les deux notes. Le calcul montre que, par exemple, l'oreille entend le corps sonore, à la fois dans la direction B, à une distance de 206 m. 15, avec la note *si* de la gamme supérieure, et dans la direction C, à une distance de 56 m., avec la note *do*.

Il est clair maintenant que l'on peut étudier le rapport existant entre la vitesse d'un corps lumineux et la vitesse de la lumière, comme on a étudié le rapport existant entre la vitesse du corps sonore et la vitesse du son ¹.

Après le P. Sestini, et en se servant comme lui du principe Doppler-Fizeau, le P. Secchi avait cherché à déterminer la vitesse absolue des étoiles. Mais il s'aperçut bien vite que s'il est vrai qu'un luminaire se rapprochant ou s'éloignant d'un observateur doit lui paraître plus vio-

¹ C'est le résultat de cette étude que l'on désigne généralement sous le nom de *principe Doppler-Fizeau*. Le principe de Doppler (1842) constate la variation apparente de la période d'une source vibratoire en mouvement. Le principe de Fizeau (1848) mesure la variation de période d'une source lumineuse par la variation de réfrangibilité des ondes qu'elle émet. Dès lors, le mouvement d'une source lumineuse qui se traduisait, d'après Doppler, par les variations de sa couleur, se traduit aussi, d'après Fizeau, par le déplacement des raies de son spectre; la longueur d'onde apparente λ' étant liée à la longueur d'onde réelle par la formule :

$$\lambda' = \lambda \left(1 \pm \frac{v}{V} \right).$$

où V est la vitesse de la lumière, et v , la composante de la vitesse relative du corps en mouvement, le long du rayon qui va de l'observateur à ce corps — composante qui, pour les étoiles, porte le nom de *vitesse radiale*. En comparant le spectre d'une étoile à celui d'une source terrestre convenable, on chercha à mesurer le déplacement des raies de l'un par rapport aux raies de même origine de l'autre, ce qui eût permis de calculer $\frac{\lambda'}{\lambda}$ et par suite de résoudre l'égalité ci-dessus par rapport à v . La vitesse radiale de l'étoile une fois connue, il devait être facile de calculer sa vitesse absolue.

let ou plus rouge, il est plus aisé de constater ce mouvement par un déplacement des raies du spectre. Tandis qu'il fallait supposer au luminaire, pour que la différence de couleur devînt appréciable, une vitesse comparable à celle de la lumière, c'est-à-dire une vitesse prodigieuse, il lui suffisait, d'après les observations du P. Secchi, pour que l'on puisse constater un déplacement des raies de son spectre, d'une vitesse de 304 km.¹ Ce chiffre, comparé à la vitesse de certains corps célestes ne présente plus rien de prodigieux, et l'on pouvait espérer déterminer la vitesse absolue de quelques astres.

« Or, supposons une étoile double dont le satellite tourne dans un plan passant par la terre. Si, au moyen du principe Doppler-Fizeau, on parvient à déterminer la vitesse du satellite dans son orbite; on pourra, d'après la durée de la révolution, en conclure la longueur de l'orbite, puis son rayon, puis sa distance à notre soleil. Désignons par a le nombre de kilomètres que le satellite parcourt par seconde, par b la durée de sa révolution, exprimée en secondes, par m l'angle sous lequel on voit la distance du satellite à l'étoile principale, par d la distance en kilomètres de ce système à notre soleil. En faisant abstraction pour le moment de l'excentricité de l'orbite du satellite, la longueur de cette orbite sera exprimée par ab , son rayon sera $\frac{ab}{2\pi}$, et l'on aura :

$$d = \frac{ab}{2\pi \cdot \operatorname{tg} m} .$$

¹ Une telle vitesse — dix fois celle de la terre sur son orbite, — provoque un déplacement des raies du spectre égal à la largeur de la double raie D. Le P. Secchi ne pouvait guère en apprécier de plus petites avec ses instruments. Et après avoir essayé d'évaluer le déplacement des raies caractéristiques des spectres d'une foule d'étoiles du Grand-Chien, du Lion, du Petit-Chien, d'Orion, etc., il ne pouvait arriver qu'à cette seule conclusion, qu'aucune n'avait un mouvement cinq ou six fois plus rapide que celui de la terre dans son orbite (C. R. 2 mars 1868.)

» Mais, si l'on ne constate aucune différence dans les raies du spectre, suivant que le satellite s'approche ou s'éloigne de nous, on pourra en conclure que sa vitesse est inférieure à celle qui amènerait ce changement dans le spectre ; et que la distance du système lui-même est inférieure à celle qui amènerait ce déplacement des raies. Par conséquent, si l'on constate une différence, on en peut conclure la distance de l'étoile. Si l'on n'en constate point on peut en conclure une distance en-deçà de laquelle l'étoile se trouve certainement¹. »

Un des premiers résultats de l'application du principe des vitesses radiales fut le calcul du déplacement des raies des étoiles Algol et Mizar de la Grande-Ourse². Connaissant la vitesse de translation de Mizar (160 km.) et la durée de sa translation (104 jours), on peut calculer la circonférence parcourue, 1500 millions de km., et la distance de l'étoile à son satellite, 240 millions de km.³. Malheureusement, un de ces astres est obscur, de façon que leur distance apparente n'est pas connue. Toutefois, il est possible que d'une manière ou d'une autre cette

¹ A. G., 1890.

² Les progrès merveilleux accomplis en ces dernières années par l'analyse spectrale, et en particulier par la spectroscopie stellaire, ont facilité du même coup l'application du principe Doppler-Fizeau. Le changement périodique de signe, et la variation continue des vitesses radiales de certaines étoiles ont permis de leur attribuer un mouvement orbital, dont la période a pu être déterminée avec précision. Et l'on peut dire aujourd'hui que l'analyse spectrale fait connaître « non-seulement la lumière spéciale et l'atmosphère de certaines étoiles, mais encore le nombre, la période et la quantité de mouvement relative des astres secondaires qui gravitent autour d'elles. » Mais, en même temps que l'observation du déplacement des raies devenait toujours plus précise, on s'aperçut que des causes étrangères au mouvement de l'étoile, telles qu'une variation de pression dans les masses gazeuses, des perturbations magnétiques ou thermométriques, etc. pouvaient produire ce phénomène. Et tout l'effort des expérimentateurs tend maintenant à discerner par l'examen de *spectres témoins*, par exemple (Deslandres), ce qui, dans le déplacement des raies, est dû uniquement au mouvement de l'étoile.

³ *Revue mensuelle d'astronomie*. Paris, 1890.

difficulté soit levée. Alors, il sera possible de calculer la distance de ce système binaire à notre soleil.

La méthode des parallaxes indiquant une distance au-delà de laquelle l'étoile se trouve certainement il était « intéressant d'arriver, par des considérations d'un autre ordre, à déterminer une distance au-delà de laquelle elle ne se trouve certainement pas ¹. »

VII. Photométrie du soleil et de quelques étoiles.

Excellent observateur, Charles Dufour avait constaté que les observations photométriques manquaient généralement de précision. « Toutes les méthodes, disait-il, donnent des résultats plus ou moins approximatifs, surtout quand les luminaires que l'on considère sont d'un éclat très inégal ou d'une couleur différente. On le voit bien quand on compare les chiffres donnés dans les différents ouvrages d'astronomie pour la lumière relative des étoiles. »

Il s'appliqua donc à évaluer la lumière du soleil et celle des étoiles². « Ici, toute comparaison directe est impossible. Il faut prendre des intermédiaires. Voici ceux que j'ai trouvés les plus avantageux :

la pleine lune ;

un bec de gaz, tel que ceux qu'on allume sur les quais de Morges ;

les étoiles, spécialement celles de première grandeur. »

On avait attribué à la lumière du soleil une intensité 300 000, puis 500 000, puis 800 000 fois plus grande que celle de la lune. L'expérience suivante l'engagea à admettre le premier de ces nombres :

« Quand j'habitais Orbe, j'utilisais souvent un microscope solaire, qui me donnait des images très claires et très

¹ C. R. juin 1868.

² *Comparaison entre la lumière du soleil et celle de quelques étoiles.*
A. G., 1899.