

# La lumière et l'éther au XIX<sup>e</sup> siècle

James Lequeux     

Dans le cadre de la théorie corpusculaire d'Isaac Newton, on s'attendait à ce que la déviation de la lumière par un prisme dépende de la vitesse de la lumière incidente. Suivant la méthode proposée par John Michell en 1784, avec un prisme achromatique, François Arago (g. 1) tenta en 1805-1806 puis en 1810 de mettre en évidence des différences éventuelles dans la vitesse de la lumière provenant de diverses étoiles, ou créées par le mouvement de la Terre sur son orbite pour une même étoile observée à différentes époques de l'année. Mais Arago ne vit aucun effet. Cela plongea longtemps les physiciens contemporains dans la perplexité. Pour sauver la théorie newtonienne, Pierre-Simon Laplace prétendit que les sources lumineuses émettaient des particules avec toute gamme de vitesses, mais que l'œil humain n'était sensible qu'à des particules ayant une vitesse bien déterminée.

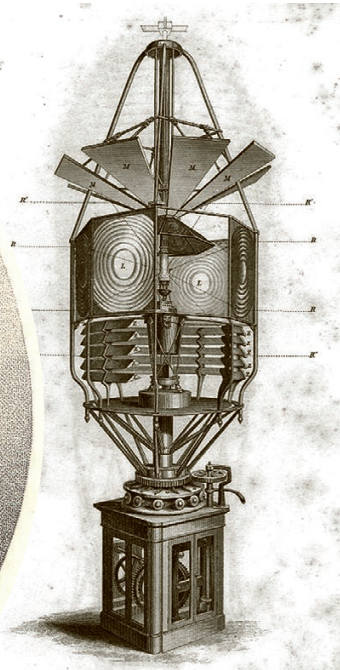
D'autres, comme Arago, commencèrent à mettre sérieusement en doute cette théorie. En 1815, après l'avoir en quelque sorte « découvert », Arago invita l'Observatoire de Paris Augustin Fresnel à travailler ensemble de façon intermittente pendant quatre ans. En 1818, Arago demanda à Fresnel s'il pouvait expliquer le résultat négatif de son expérience dans le cadre de cette théorie. Fresnel produisit une explication assez alambiquée, publiée comme une lettre à Arago dans les *Annales de Chimie et de Physique*, dont il était l'un des deux rédacteurs en chef [1]. Elle fait intervenir l'éther, qui

était inutile dans la théorie corpusculaire (encore que Newton ne s'en soit pas dispensé), mais qui paraissait nécessaire à la propagation de la lumière dans la théorie ondulatoire.

l'éther matérialisait, si l'on peut dire, un référentiel absolu de la mécanique newtonienne. Si le prisme était immobile par rapport à l'éther, la lumière arrivant avec la vitesse  $v$  se propagerait à l'intérieur avec la vitesse  $v/n$ , étant l'indice de réfraction. Mais si le prisme se déplaçait par rapport à la source lumineuse avec la vitesse  $u$  parallèlement à la lumière, et si la vitesse de la lumière s'ajoutait algébriquement à celle du prisme, la vitesse à l'intérieur du prisme devrait être  $v + u$ .

Dans l'idée de Fresnel, ceci correspondrait à un entraînement de l'éther à la vitesse  $u$  dans le prisme. Mais on ne peut alors prendre compte du résultat d'Arago. Pour parvenir, Fresnel dut admettre que la lumière ne se propage à l'intérieur du prisme qu'avec la vitesse  $v \sqrt{1 - (1/n^2)u^2}$  : autrement dit, l'éther ne serait entraîné dans le prisme qu'à la vitesse  $u/n$ .

C'est ce que Fresnel appelle l'entraînement partiel de l'éther. Le raisonnement



« extraordinaire et difficile à admettre ». Quant aux contemporains, leurs doutes portent plutôt sur le résultat d'une expérience aussi difficile. Cependant Michelson et Morley la referont en 1886, confirmant avec une meilleure précision le résultat de Fizeau [3]. Pieter

de Fresnel aurait été bien oublié subjectif ; on place devant l'objectif deux Zeeman la reprendra également en 1914 Hippolyte Fizeau (g. 3) n'y avait fait fentes. La lumière issue de chacune avec une précision encore accrue, et des allusion dans un article [2] décrivant ses fentes parcourt un tube de 1,5 m de différentes couleurs. En n, propres travaux.

La figure 4 montre le principe de la autre lunette munie d'un miroir. Cette son collaborateur Nihal Karan Sethi remarquable expérience qu'il a réalisée lunette renvoie la lumière qui lui par-réaliseront en 1922 l'expérience avec l'air en 1851. La lumière arrivant du Soleil vient d'un des tubes dans l'autre tube, en mouvement, détectant marginalement via un héliostat est concentrée par une lentille cylindrique sur une fente située en l'air qu'avec le sens indiqué de circulation de l'eau les effets s'ajoutent. Les Quant à Fizeau, il va consacrer beaucoup au foyer d'une lunette, qui en produit deux faisceaux lumineux ainsi renvoyés efforts à essayer de mesurer l'entraînement donc un faisceau parallèle devant son passent dans les deux fentes, retombent de la lumière par des corps en



dans la lunette et interfèrent à son foyer mouvement. Après l'air et l'eau, il considère On observe avec l'oculaire les franges d'interférence ainsi formées. impossible de refaire son expérience avec

Faisant circuler l'eau en série dans les cylindres de verre lancés à grande tubes avec une vitesse de 7 mètres par seconde, si bien qu'il décide d'utiliser le seconde, Fizeau observe un déplacement mouvement orbital de la Terre. Sa des franges de  $0,23 \pm 0,04$  frange. La méthode est basée sur le fait que le plan calcul d'entraînement partiel de la lumière de polarisation d'une lumière polarisée par l'eau adapté de Fresnel prévoyait qui traverse une lame transparente 0,20 frange, au lieu de 0,40 frange s'il inclinée tourne d'un angle qui dépend avait entraînement total, Fizeau conclut de l'indice de réfraction du milieu de que Fresnel avait raison, ou du moins cette lame. Fizeau estime que si la lame que sa formule était exacte. Remplaçant se déplace, la vitesse de la lumière à l'eau par l'air, animé cette fois d'un intérieur du verre devrait être légèrement vitesse de 25 mètres par seconde, Fizeau différent, ce qui affecterait la ne voit aucun déplacement appréciable rotation du plan de polarisation. En or la formule de Fresnel prévoit un déplacement 1859, il illumine donc la lame (ou plutôt cement non mesurable de 0,00023 frange) par la lumière du Soleil renvoyée par un héliostat et essaie de total. Ici encore, cette formule est correcte voir si la rotation du plan de polarisation

Cependant Fizeau a des doutes sur varie avec la direction du mouvement de l'interprétation, car il trouve, à justela Terre, donc avec l'heure et la saison. titre, le raisonnement de Fresnel croit initialement observer un effet,

