

Louis Hippolyte Fizeau
1819-1896

Physicien et astronome, Louis Hippolyte Fizeau est célèbre pour avoir mis au point la première expérience terrestre permettant de déterminer la vitesse de la lumière.

Hippolyte Fizeau

Le physicien et astronome français Armand Louis Hippolyte Fizeau est né à Paris le 23 septembre 1819 et est mort le 18 septembre 1896.

Il étudie au Collège Stanislas à Paris et y fait la connaissance de Léon Foucault. En septembre 1839, un événement a un impact important sur la vie des deux amis. Ils assistent à un cours libre donné par Louis-Jacques M. Arago (1787-1851). Celui-ci fait la démonstration de son procédé. Il expose une plaque dans une caméra orientée vers la fenêtre. Au bout de 30 minutes, il retire la plaque et à l'aide de divers produits chimiques, il développe l'image produite. Les deux amis sont séduits par cette technique dont ils perçoivent cependant les limites. Il est difficile de l'utiliser pour photographier des personnes qui devraient rester immobiles durant trente minutes.

Issu d'une famille comptant plusieurs médecins de génération en génération, Fizeau entre à l'École de médecine de Paris en 1840. Souffrant de violentes migraines, il interrompt cependant ses études et, après avoir recouvert la santé, il se tourne vers la physique. Il assiste à des conférences de François Arago (1786-1853) à l'Académie des sciences et s'inscrit à un cours d'optique donné par Henri Victor Regnault (1810-1878) au Collège de France. Pour enrichir sa formation en mathématiques et en physique, il étudie les notes de cours prises par son frère étudiant à Polytechnique.

En 1845, Arago demande à Fizeau et à Foucault d'étudier la possibilité de prendre une photo du Soleil en appliquant le procédé de Daguerre. Les deux amis ont réussi cette mission et obtenu une photo sur laquelle on pouvait clairement voir les taches du Soleil.

Sans connaître les travaux de Christian Doppler¹, Fizeau prédit, en 1848, que les déplacements des lignes dans les spectres stellaires pourraient être utilisés pour mesurer la vitesse relative des corps célestes et de l'observateur terrestre.

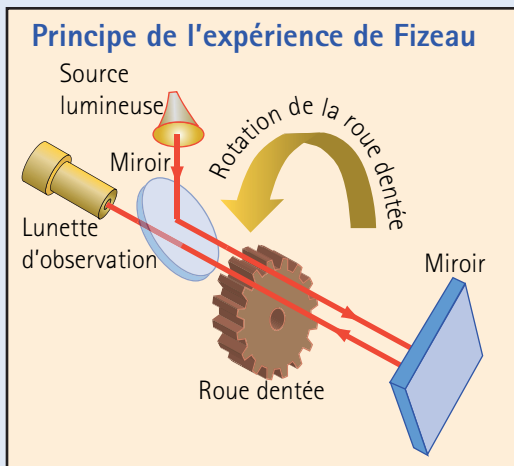
Emballé par le succès des deux amis dans le projet de photographie du Soleil, Arago propose à Fizeau et à Foucault de tenter de mesurer la vitesse de la lumière par une expérience qui pourrait être réalisée sur Terre². Après avoir travaillé conjointement quelques temps, ils se sont séparés pour poursuivre leurs recherches et ont tous deux relevé le défi en développant des expériences différentes.

Vitesse de la lumière

Avant Galilée, on croyait que la lumière se propageait instantanément dans l'air. Galilée croyait que la vitesse de la lumière

1. Doppler a publié *Sur la lumière colorée des étoiles doubles et de quelques autres astres du ciel* en 1842.

2. En 1676, le danois Ole Christensen Rømer (1644-1710), étudiant les satellites de Jupiter avait conclu, sans donner de valeur à la vitesse de la lumière, indique qu'il faut 22 minutes à la lumière pour parcourir une distance égale au diamètre de l'orbite de la Terre.



re était finie, mais ses expériences sur le sujet n'ont pas donné de résultats satisfaisants, les instruments de mesure du temps n'étant pas suffisamment précis.

Fizeau réalise son expérience sur la vitesse de la lumière entre le domicile de ses parents situé à Suresnes et Montmartre. La distance entre les deux, mesurée par triangulation, est de 8 633 m. Une source lumineuse produit un faisceau de lumière qui se réfléchit sur un miroir semi-transparent incliné à 45°. Elle passe alors par une des échancrures d'une roue dentée de 720 dents. Elle est dirigée jusqu'à un dispositif doté d'un miroir sur la butte Montmartre. La lumière est réfléchie, passe à nouveau à travers la roue dentée, par une des échancrures, traverse le miroir semi-transparent, et est observée par Fizeau au moyen d'une lunette.

Lorsque la roue tourne très lentement, la lumière apparaît et disparaît en alternance dans la lunette d'observation, les dents de la roue faisant obstacle au passage du faisceau lumineux. En accélérant la rotation de la roue, l'alternance entre les périodes lumineuses et obscures s'accélère, et le clignotement disparaît pour ne laisser qu'une tache lumineuse continue, la rémanence de la lumière sur la rétine ne permettant plus de distinguer les phases où la lumière ne passe plus.

En accélérant encore la roue, le temps que la lumière met pour parcourir la distance aller-retour de Suresnes à Mont-

martre (soit un peu plus de 17 km) correspond à la durée exacte de passage dans le faisceau lumineux d'une échancrure de la roue à la dent qui la suit. Ainsi, la lumière qui traverse la roue à l'aller par une échancrure est bloquée à son retour par la dent suivante et le faisceau ne parvient plus à l'observateur. Fizeau détermine que la roue fait alors 12,6 tours par seconde ou $\omega = 2\pi \times 12,6$ rad/s.

La vitesse c de la lumière est

$$c = \frac{2 \times 8\,633}{t} \text{ d'où } t = \frac{2 \times 8\,633}{c}.$$

Il détermine alors le temps t de la façon suivante : la roue est formée de 720 dents et 720 échancrures. L'angle au centre d'un secteur circulaire d'une de ces parties est donc

$$\theta = \frac{2\pi}{1\,440} \text{ rad}$$

Le temps requis pour parcourir un angle de cette grandeur par la roue qui tourne à la vitesse $\omega = 2\pi \times 12,6$ rad/s est

$$\begin{aligned} t &= \frac{\theta}{\omega} = \frac{2\pi/1\,440 \text{ rad}}{2\pi \times 12,6 \text{ rad/s}} \\ &= \frac{1}{1\,440 \times 12,6} \text{ s.} \end{aligned}$$

En égalant ces deux expressions du temps t , on a

$$t = \frac{1}{1\,440 \times 12,6} \text{ s} = \frac{2 \times 8\,633 \text{ m}}{c} \text{ s}$$

d'où

$$\begin{aligned} c &= 2 \times 8\,633 \times 1\,440 \times 12,6 \\ &= 3,13 \times 10^8 \text{ m/s} \\ &= 3,13 \times 10^5 \text{ km/s.} \end{aligned}$$

En fait, Fizeau a répété l'expérience 28 fois et calculé la moyenne des valeurs obtenues.

La difficulté principale de l'expérience est de mesurer le plus précisément possible la vitesse de rotation de la roue dentée. Cette mesure était effectuée grâce à des compteurs installés sur les engrenages d'entraînement de la roue.