

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

La vitesse de la lumière

Objectifs

- ☐ Lumière blanche, lumière colorée. Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies. Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.
- ☐ Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud.
- ☐ Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.
- ☐ Exploiter un spectre de raies.

Classe

2nde

Durée

1,5 h

Document 1: Les premiers essais

Le physicien et astronome italien Galilée (1564-1642) pense que la propagation de la lumière n'est pas instantanée^a. Il est le premier à tenter de mesurer la valeur de la vitesse de propagation de la lumière, assisté de deux aides, placés chacun au sommet d'une colline et équipés d'une lanterne.

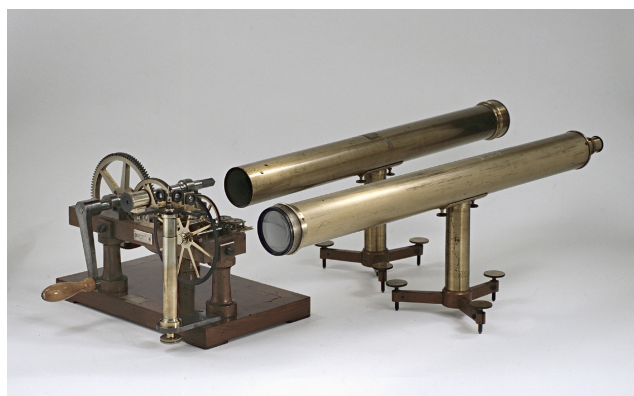
Avec ce dispositif, Galilée ne réussit pas à obtenir des résultats car les allumages des lanternes semblent instantanés.

^aAdapté de Hachette 2019, p 225



Document 2: Les premières mesures

En 1849, Hippolyte Fizeau (1819-1896) réalisa à Paris la première mesure de la vitesse de la lumière dans l'air. À l'aide d'un dispositif de son invention (voir ci-dessous), il mesura la durée du trajet aller-retour de la lumière entre Montmartre et le Mont Valérien à Suresnes, distants de 8633 m. Il trouva 55 μ s.



> Plan de situation avec les monuments actuels

- Schématiser les expériences de Galilée et de Fizeau, et indiquer la grandeur physique que cherchent à mesurer ces physiciens pour pouvoir calculer la vitesse de la lumière.

Solution:

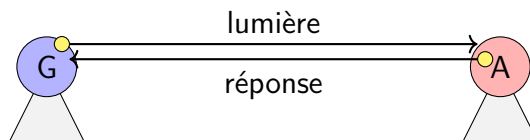


Schéma de l'expérience de Galilée — Mesure du **temps de réponse**

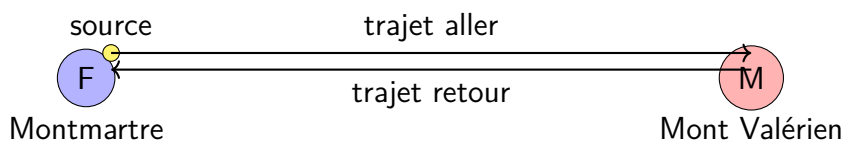


Schéma de l'expérience de Fizeau — Mesure de la **durée du trajet aller-retour**

2. Calculer la vitesse de propagation de la lumière obtenue par Fizeau.

Solution:

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{d}{\Delta t} \\
 &= \frac{2 \times 8633 \text{ m}}{55 \mu\text{s}} \\
 &= \frac{2 \times 8633 \text{ m}}{55 \times 10^{-6} \text{ s}} \\
 \boxed{v &= 3,1 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}
 \end{aligned}$$

3. La valeur exacte de la vitesse de propagation de la lumière est $299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Dans l'air, cette valeur est très peu modifiée.

(a) Calculer la durée qu'aurait mesurée Galilée lors de son expérience.

Solution:

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{d}{\Delta t} \iff v \times \Delta t = \frac{d}{\cancel{\Delta t}} \times \cancel{\Delta t} \\
 &\iff v \times \Delta t = d \\
 &\iff \frac{v \times \Delta t}{v} = \frac{d}{v} \\
 &\iff \Delta t = \frac{d}{v} \\
 &\iff \Delta t = \frac{2 \times 1800 \text{ m}}{299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\
 &\iff \boxed{\Delta t = 1,2 \times 10^{-5} \text{ s} = 1,2 \times 10^1 \mu\text{s}}
 \end{aligned}$$

- (b) Expliquer pourquoi la mesure était impossible à son époque.

Solution: Le temps de réaction humain est beaucoup plus grand que la durée du trajet de la lumière donc il était impossible de mesurer cette durée par la méthode de Galilée.

- (c) Comparer la valeur obtenue par Fizeau et celle de référence. On calculera l'écart relatif.

Solution: Les valeurs sont très proches:

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{|v_{exp} - v_{th}|}{v_{th}} \\ &= \frac{|3,1 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} - 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}|}{299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} \\ \epsilon &= 3,4 \times 10^{-2} = 3,4\%\end{aligned}$$

4. Quelle est la valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans l'air ? L'écrire en notation scientifique, arrondie avec trois chiffres significatifs.

Solution: Dans l'air, la vitesse se propage à une vitesse proche de celle du vide donc $v_{air} = 3,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.