

Activité N°31bis démarche documentaire: « Vitesse de la lumière »

Objectif : Comment mesure-t-on la vitesse de la lumière ?

DOC 1 Observations astronomiques de Roemer

En 1676, l'astronome danois Roemer étudie pourquoi les éclipses de Io, un satellite de Jupiter, présentent parfois des décalages de 10 minutes par rapport aux prévisions. Pour lui, c'est la preuve que la propagation de la lumière n'est pas instantanée : elle prend ce retard à cause de la distance supplémentaire qu'elle doit parcourir quand la Terre est à l'opposé du Soleil. À partir de ces observations, il estime la vitesse de la lumière à $212\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

DOC 2 Expérience de Galilée

Galilée est le premier à imaginer une expérience pour estimer la vitesse de la lumière : il a l'idée de mesurer un temps de trajet aller-retour entre lui et un de ses élèves, placé sur une colline à 1 800 m de distance, en déclenchant manuellement un sablier.

Galilée répéta en vain l'expérience, sans pouvoir mesurer une durée significative.

DOC 3 Roue dentée de Fizeau

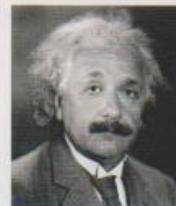
En 1849, Hippolyte Fizeau installa un dispositif ingénieux au mont Valérien à Suresnes, non loin de Paris. Celui-ci envoyait un rayon lumineux à Montmartre, à 8 633 m de distance, où se trouvait un miroir. Depuis Suresnes, Fizeau observait ainsi le rayon réfléchi provenant de Montmartre.

Pour estimer la durée du trajet aller-retour de la lumière, il ajouta, devant le faisceau lumineux, une roue dentée (avec 720 dents et 720 creux de tailles identiques), et la fit tourner de plus en plus vite. De temps à autre, une dent venait alors occulter le rayon réfléchi. Pour une certaine valeur de rotation de la roue, soit $12,6 \text{ tour} \cdot \text{s}^{-1}$, le rayon réfléchi « disparaît » complètement : le temps mis par une dent pour remplacer un creux est alors égal au temps de trajet aller-retour de la lumière.



DOC 4 Fin de la course à la précision !

- En 1920, Albert Michelson améliore l'expérience dite du miroir tournant, qui consiste à déterminer le temps de trajet de la lumière entre un miroir fixe et un miroir qui tourne à grande vitesse. Pour cela, il installe un jeu de miroirs réfléchissants à 35,4 km de distance, entre le mont Wilson et le mont San Antonio. Il obtient la valeur remarquable de $299\,796 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \pm 4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.



- En 1905, Albert Einstein postule que la lumière se propage à vitesse constante dans le vide, et ce, quel que soit le référentiel. Dans les décennies qui suivent, alors que les techniques de mesure de cette vitesse se perfectionnent, la précision du mètre-étalon devient peu à peu insuffisante...

- En 1983, on décide donc de ne plus définir la vitesse de la lumière par rapport au mètre, mais de faire l'inverse ! La vitesse de la lumière est alors fixée à $c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Je réussis si...

Je sais donner la valeur de la vitesse de la lumière.

Questions :

- Quelle est la difficulté à laquelle ont été confrontés les différents scientifiques lors de la mesure de la vitesse de la lumière ?
 - Sur quel paramètre ont-ils joué pour améliorer la précision sur la mesure ?
- Déterminer la vitesse de la lumière à partir de l'expérience de Fizeau
- Comparer qualitativement la valeur mesurée par Michelson à la valeur de référence fixée de nos jours.
- A l'aide d'internet, placer sur un axe chronologique, les différentes étapes historiques de la mesure de la vitesse de la lumière.