

CALCUL DE LA VITESSE DE LA LUMIERE PAR L'OBSERVATION DE JUPITER

1. Historique

Pendant très longtemps, on pensait que la lumière se déplaçait instantanément, que sa vitesse était non mesurable car infinie. Ce fut un sujet d'opposition entre Galilée et Descartes au XVI^{ème} siècle. Ce dernier pensait que la vitesse de la lumière était infinie. Galilée fit une expérience bien connue: Il demanda à un de ses apprentis de se placer à une distance de 3 kilomètres de lui. Le but était d'effectuer un échange de signaux lumineux selon une règle bien précise: Galilée émettrait un signal en sa direction, et son apprenti devait répondre par un autre signal dès qu'il l'apercevait. Galilée aboutit à la seule conclusion que la lumière devait se déplacer très rapidement car à peine avait-il envoyé son signal que son assistant lui répondit. Le temps d'aller et retour du signal lumineux peut être ainsi en théorie apprécié.

Ces expériences ne donnèrent pas de résultats tangibles, les temps mesurés restant les mêmes quand les distances entre les hommes variaient. On sait maintenant que les mesures de temps étaient totalement inadaptées aux faibles valeurs de temps à mesurer. Nous savons aujourd'hui que la vitesse de la lumière est de 299792.5 km/s (+/- 0.5). Une distance de six kilomètres correspond donc à une durée de 20 millièmes de seconde!

L'astronome danois Ole Römer (1644-1710) effectua la première détermination de la vitesse de la lumière en 1676 par une méthode astronomique. Sur la figure ci-contre on voit à droite l'orbite de Io, satellite jovien. Bien noter que Io disparaît à notre vue quand il entre dans le cône d'ombre de Jupiter (immersion) et réapparaît (émersion) en sortant de l'ombre. A partir de la durée de l'éclipse Römer déterminait la période de révolution du satellite autour de Jupiter. Il constata que cette période (voisine de 42,5 H) variait en fonction de la position de la terre quand on effectuait la mesure.

Ce résultat était en contradiction avec les lois de Kepler qui stipulaient que la période de révolution du satellite était constante. Römer comprit alors qu'il fallait tenir compte du temps de parcours de la lumière pour aller de Io à la terre. Nous allons étudier sa technique plus en détail dans le chapitre suivant.

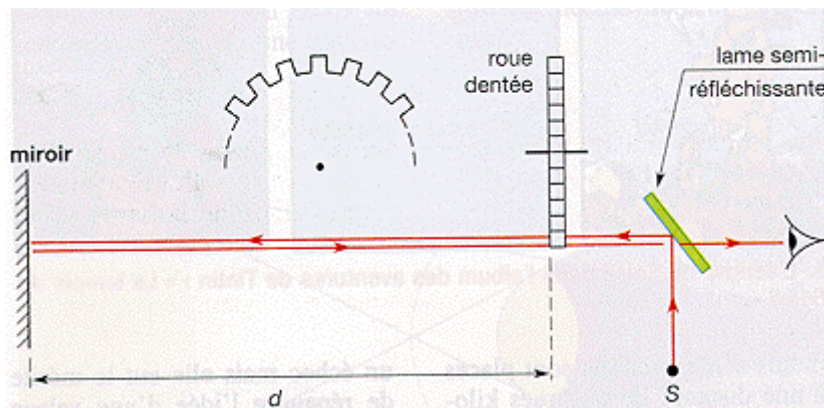
James Bradley est un astronome anglais qui découvrit une aberration de mesure de la position des étoiles qui conduisit à une nouvelle estimation de la vitesse de la lumière.

Du fait que la Terre tourne pendant une observation, une étoile vue à travers une lunette d'une certaine longueur se trouve légèrement décalée au moment de l'observation par l'oeil.

Bradley obtint une valeur de $C = 308\,300$ km/s.

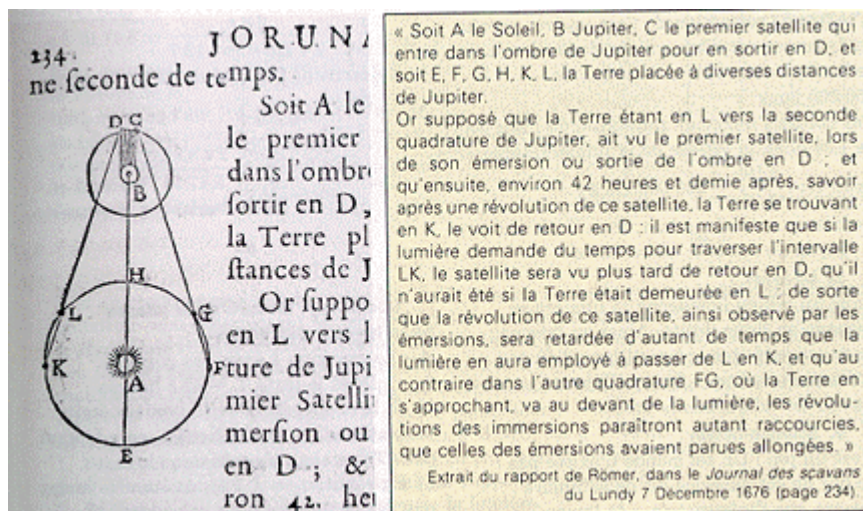
Enfin Hippolyte Fizeau (1819-1896) réalise en 1849 la première mesure terrestre de la vitesse de la lumière. Pour cela il fabrique un ingénieux système comportant une roue dentée et deux miroirs, dont un semi-réfléchissant.

Sur la figure ci-dessous on devine le principe : la roue est mise en rotation , une source de lumière est réfléchi par le premier miroir , franchit une échancrure de la roue , se réfléchit sur le second miroir et parvient à l'observateur après un parcours correspondant à $(2d)$ à la vitesse (c) qui est l'inconnue.



Fizeau fait son expérience entre Montmartre et le Mont Valérien à Suresnes distants de 8633 m. Il obtiendra une valeur de 299 794 km/s.

2. La méthode de Römer



Prenons pour origine des dates $t = 0$ l'instant où la terre se trouve en L et où on observe l'immersion de Io, à quelle date devrait-on observer l'immersion suivante, la terre se trouvant en K (elle a bougé) si la vitesse de la lumière était instantanée? Bien évidemment le temps qu'a mis Io pour faire une révolution, soit 42,5 H.

En réalité le temps de révolution était augmenté du temps t' mis par la lumière pour parcourir la distance LK. (distance franchie par la terre autour du soleil en 42,5 h). Le rayon de l'orbite R de la terre autour du soleil permet de Calculer LK et par la même de calculer facilement la vitesse de la lumière LK/t' .

A l'époque Römer trouva $c = 2120000$ km/s au lieu de 300000 km/s soit une erreur de 29% ce qui était déjà très bon , compte tenu de l'imprécision à l'époque sur le rayon R.