

Une réplique de l'expérience de Fizeau sur l'« entrainement de l'éther » par l'eau en mouvement

Thierry Lahaye⁽¹⁾, Pierre Labastie⁽²⁾ et Renaud Mathevet⁽³⁾

(1) LCF, UMR 8501, CNRS-Institut d'Optique-Université Paris Sud 11, Palaiseau, France.

(2) LCAR, IRSAMC, UMR 5589, CNRS-Université de Toulouse, Toulouse, France.

(3) LNCMI, UPR 3228, CNRS-INSA-UJF-UPS, Grenoble and Toulouse, France.

Abrégé:

Nous avons réalisé une réplique de l'expérience historique de Fizeau de 1851 avec des moyens expérimentaux modernes : laser, webcam, pompe, analyse numérique... (T. Lahaye *et al.*, Am. J. Phys. **80**, 6 (2012)).

Cette expérience qui, dans les termes de l'époque, mettait en évidence l'entrainement partiel de l'éther par l'eau en mouvement, a été considérée par Einstein lui-même comme l'une de celles l'ayant le plus influencé dans le développement de la relativité restreinte, l'autre étant l'aberration stellaire.

Loi de composition des vitesses et déphasage correspondant:

$$\text{relativiste} \begin{cases} v_+ = \frac{c/n + v}{1 + (v/n)/c^2} = \frac{c/n + v}{1 + v/(nc)} \\ \Delta\varphi_{\text{rel.}} = 2\pi \frac{v 4\ell}{c \lambda} (n^2 - 1) \end{cases}$$

$$\text{Galiléenne} \begin{cases} v_+ = c/n + v \\ \Delta\varphi_{\text{non-rel.}} = 2\pi \frac{v 4\ell}{c \lambda} n^2 \end{cases}$$

Schémas des expériences mises en œuvre :

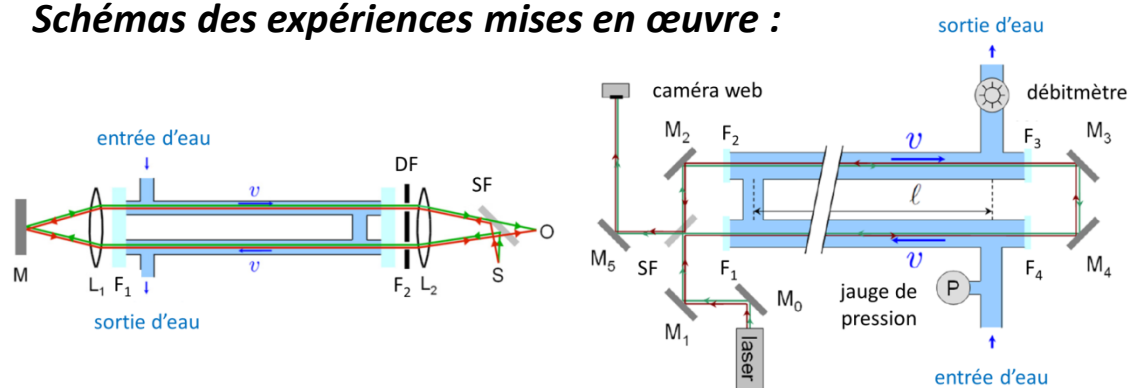


Figure 1 : Schémas de l'expérience de Fizeau (à gauche) et de notre réalisation essentiellement basée sur le principe de celle de Michelson et Morley (1886). S: source; O: observateur; M_i : miroirs; F_i : fenêtrés; L_i : lentilles; SF: séparateur de faisceau; DF: double fente.

Franges d'interférence et exploitation des données :

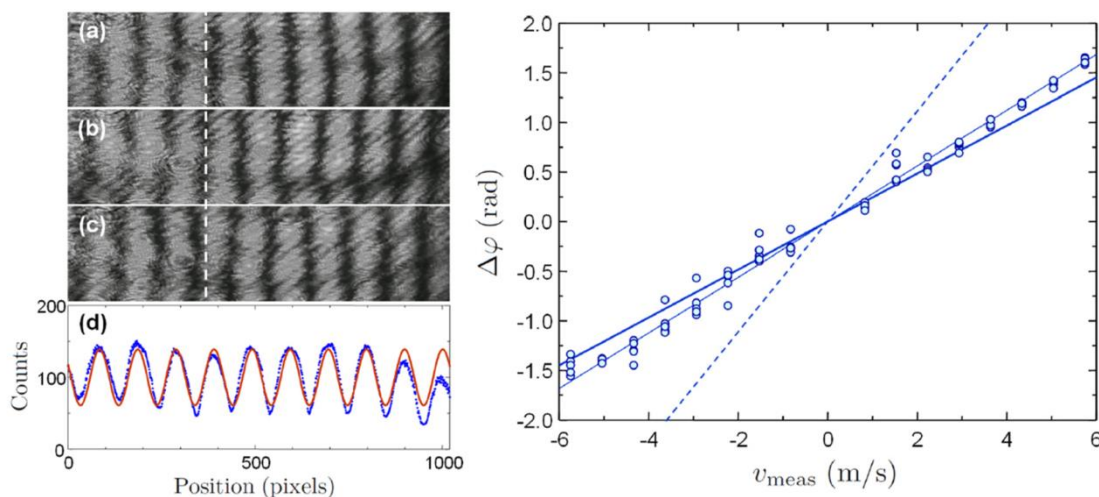


Figure 2 :

Gauche: franges d'interférences obtenues dans l'eau avec un laser vert ($\lambda=532\text{nm}$) pour: (a) $v=-5.7\text{ m/s}$, (b) $v=0.8\text{ m/s}$, et (c) $v=5.7\text{ m/s}$.

La ligne blanche pointillée montre la position de la frange centrale pour $v=0$. (d) Analyse de la figure (c). Les points représentent l'intensité intégrée sur une colonne verticale et la ligne rouge l'ajustement sinusoïdal.

Droite : interprétation des données (cercles), ajustement linéaire (ligne fine), loi de composition des vitesses relativiste (ligne épaisse) ou Galiléenne (tirets).

Franges en lumière blanche :

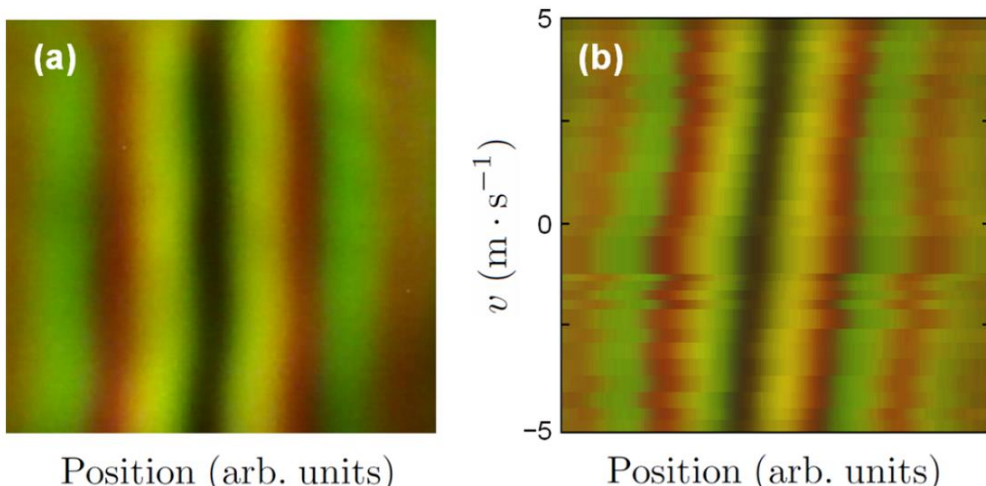


Figure 3 :

Gauche: exemple de franges obtenues en lumière blanche (la couleur verdâtre est due à l'absorption par les fenêtrés et l'eau). Elles sont naturellement dépourvues de tavelures.

Droite: image composite reconstituée à partir de 22 images obtenues pour des vitesses différentes. On peut clairement suivre le déplacement de la frange centrale quand la vitesse de l'eau varie.