

Expérience sur les battements de lumière

Autor(en): **Mercier, Robert / Roulet, Claude A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **90 (1964)**

Heft 19: **Association amicale des anciens élèves de l'École polytechnique de l'Université de Lausanne, Congrès mondial, Lausanne, 18-22 septembre 1964**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66998>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

en agrandissements futurs, il sera nécessaire d'atteindre finalement un coefficient d'utilisation voisin de 2. Il serait en effet peu souhaitable que la réalisation du premier objectif à moyen terme voie déjà la dispersion de l'École, qui sera de toute façon son lot à long terme, pour lequel de nouvelles surfaces devraient être acquises par l'Etat. Liée aux surfaces disponibles est l'affaire des parcs à voitures. En réglementant rigoureusement le droit d'utilisation des voitures, ce sera cependant un minimum de 500 véhicules qu'il faudra accueillir en 1974. Les surfaces nécessaires devront être trouvées en dehors de la propriété des Cèdres, et ce n'est pas le moindre des problèmes.

En conclusion de cette courte analyse, qui n'a pas abordé la réforme de l'enseignement ni la question des programmes (en étude pour l'ensemble de l'École), nous constatons que notre développement repose sur une coordination de l'action des autorités cantonales et communales sur la base d'une politique à longue échéance et cela dans un contexte supposant une aide de la Confédération. Une belle tâche, en vérité, qui demande un engagement et une volonté très fermes et qui implique une modification de l'organisation des rapports entre l'Etat et l'École.

Lausanne, le 29 juin 1964.

EXPÉRIENCE SUR LES BATTEMENTS DE LUMIÈRE

par Robert MERCIER et Claude A. ROULET, Laboratoire de physique technique de l'EPUL

La théorie complète de la diffraction d'une onde plane lumineuse par des ondes planes ultrasonores se propageant dans un diélectrique transparent (1, 2) prévoit, en plus d'un effet semblable à celui des réseaux optiques, c'est-à-dire une diffraction, une modification de la fréquence de l'onde lumineuse. Les faisceaux diffractés d'ordre n ($n = 0, \pm 1, \pm 2$, etc.) contiennent uniquement des photons de pulsation :

$$\omega = \omega_0 + n\Omega \quad (1)$$

ω_0 étant la pulsation de la lumière incidente, et Ω la pulsation des ultra-sons.

Le but de l'expérience est d'observer les interactions entre les photons de l'ordre $+1$, de pulsation $\omega_0 + \Omega$ et ceux de l'ordre -1 de pulsation $\omega_0 - \Omega$.

La théorie classique de l'interférence de deux ondes électromagnétiques planes de pulsations $\omega_0 + \Omega$ et $\omega_0 - \Omega$ issues de deux points-sources S_+ et S_- distants de D , d'intensités égales à I et dont le coefficient de cohérence de phase vaut $\gamma_{+-}^0 = |\gamma_{+-}^0| e^{i\delta}$ donne sur un écran placé à distance R des sources (fig. 1) une distribution de l'intensité en fonction de l'abscisse x et du temps t qui est la suivante :

(2)

$$I(x, t) = \frac{2I}{R^2} \left[1 + |\gamma_{+-}^0| \cos \left(2\Omega t + \delta + \frac{Dx\omega}{Rc} + 2R\frac{\Omega}{c} \right) \right]$$

où c est la vitesse de l'onde électromagnétique.

Cette répartition est celle d'une figure d'interférences produite par deux sources de fréquences identiques (figure de Young) mais qui, à cause de la différence des fréquences, se déplace transversalement avec une vitesse

$$v = \frac{dx}{dt} = -\frac{2R}{D} \frac{\Omega}{\omega} c \quad (3)$$

La période spatiale de ces franges, ou interfrange vaut :

$$\Delta x = \frac{R}{D} \lambda \quad (4)$$

où λ est la longueur d'onde de la lumière incidente, supposée monochrome.

La visibilité V de ces franges, définie par :

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (5)$$

vaut, d'après cette théorie classique, $|\gamma_{+-}^0|$ c'est-à-dire que la visibilité des franges mobiles est exactement la même que celle des franges de Young.

On devrait donc observer avec un photomultiplicateur muni d'une fente et disposé à distance R des sources et à l'abscisse $x = 0$ par exemple, une fluctuation périodique de l'intensité, de période :

$$\frac{\Delta x}{v} = \frac{\pi}{\Omega} \quad (6)$$

soit de pulsation 2Ω , et la visibilité serait égale au module du coefficient de cohérence de phase des deux sources.

D'autre part, le formalisme quantique de Dirac (3) semble interdire toute interaction entre photons différents, ce qui entraînerait une visibilité nulle des franges.

L'expérience consiste donc à vérifier l'existence et à mesurer la visibilité des franges mobiles et de la comparer à la visibilité de franges de Young observées dans des conditions semblables (supprimer uniquement la différence de fréquence).

Debye, Sack et Coulon ont déjà observé ces franges mobiles par une méthode stroboscopique, à l'aide d'une cellule de Kerr (4).

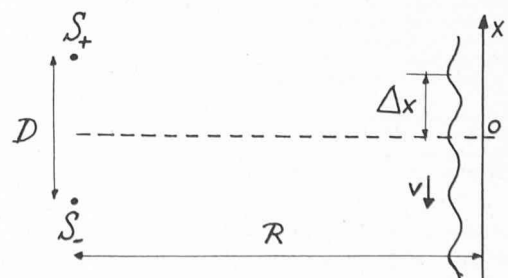


Fig. 1.

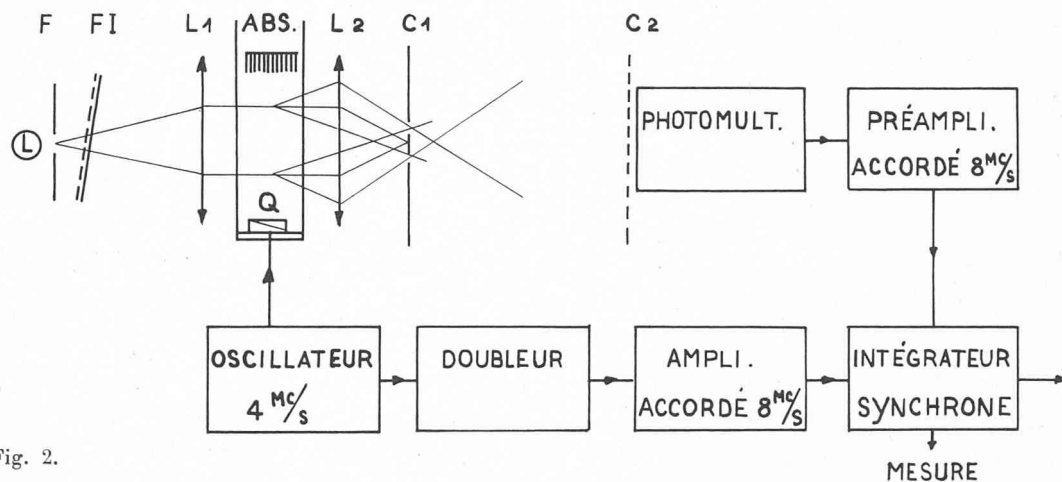


Fig. 2.

Nous avons préféré une méthode plus directe, dont le schéma se trouve à la figure 2.

La raie violette (4358 Å) d'une lampe à vapeur de mercure L , sélectionnée par un filtre interférentiel FI , passe par une fente F . Le faisceau lumineux, rendu parallèle par la lentille L_1 , traverse la cuve optique pleine d'alcool au fond de laquelle se trouve le quartz Q excité à sa fréquence de résonance, 4 MHz, par un oscillateur idoïne. Un absorbant est placé au-dessus du quartz pour avoir un faisceau ultrasonore progressif. Un objectif anastigmat L_2 de 12 dioptries focalise les différentes images diffractées de la fente F dans son plan focal, où se trouve un écran C_1 qui porte deux fentes de 20 microns de large et écartées de $D = 180$ microns, de façon à sélectionner les ordres $+1$ et -1 . Les intensités de ces deux sources S_+ et S_- sont égales si l'onde plane lumineuse entre perpendiculairement au réseau ultrasonore.

Le détecteur de battements est un photomultiplicateur Philips 53 AVP (PM) muni non pas d'une fente, mais d'un réseau C_2 de fentes parallèles et équidistantes de $\Delta x = 1,5$ mm, situé à une distance des sources $R = 620$ mm. On multiplie ainsi par le nombre de fentes (env. 10) l'énergie de la lumière fluctuante reçue par le photomultiplicateur. Ce dernier délivre ainsi un courant alternatif à 8 MHz proportionnel à l'intensité lumineuse.

Ce courant alternatif passe ensuite dans un préamplificateur accordé, puis dans un intégrateur synchrone thermique (5) rendu nécessaire par le faible rapport signal sur bruit (env. 1 %). La tension de référence pour l'intégrateur est obtenue en doublant la fréquence d'excitation du quartz, et la phase du signal se règle en déplaçant suivant l'axe x le réseau de fentes C_2 devant le photomultiplicateur.

La tension continue de sortie de l'intégrateur, qui est proportionnelle à la partie du signal avec bruit qui est en phase avec la tension de référence est mesurée avec un microvoltmètre continu ou un galvanomètre. En faisant varier la phase de 0° à 360° , c'est-à-dire en

déplaçant C_2 de 1,5 mm, on obtient $I_{\max} - I_{\min}$ par la différence des t tensions maximum et minimum. La mesure du courant continu fourni par le photomultiplicateur donne I_{moy} , et la visibilité des franges mobiles se calcule par :

$$V_1 = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{2 \cdot I_{\text{moy}}} \quad (7)$$

Nous avons actuellement une valeur de V_1 de l'ordre de 50 %. Cette valeur ne doit être considérée que comme un ordre de grandeur, car l'installation doit subir encore quelques améliorations destinées à augmenter la précision des mesures.

La visibilité des franges de Young est mesurée directement sur la figure immobile que l'on peut obtenir en remplaçant l'absorbant par un réflecteur de façon à obtenir des ultra-sons stationnaires. Cette visibilité vaut dans notre cas $10\% \pm 2\%$.

Il semblerait donc que la visibilité des franges mobiles soit plus grande que celle des franges de Young, mais ce fait reste à vérifier avec plus de précision. Nous pouvons en tous cas affirmer que les visibilités sont du même ordre de grandeur.

BIBLIOGRAPHIE

1. L. BRILLOUIN : Diffraction de la lumière par les ultrasons. *Act. Scient. et Ind.* Hermann, Paris, 1933.
2. EXTERMANN et WANNER : HPA 8 337 (1935) ; HPA 9 520 (1936).
3. P. A. M. DIRAC : *Principles of Quantum Mechanics*, p. 7 à 10. Oxford, 1958.
4. DEBYE, SACK et COULON : C.R. Acad. Sc. 198 922 (1934).
5. J.-P. BOREL et P. CORNAZ : ZAMP XI 89 (1960).