



EXERCICES

- Observation de la figure de diffraction à fréquence d'ultrason constante pour deux longueurs d'onde lumineuse différentes.
- Observation de la figure de diffraction pour différentes fréquences d'ultrason comprises entre 1 et 12 MHz.
- Définitions de la longueur d'onde sonore et de la vitesse du son.

OBJECTIF

Détermination de la vitesse d'ondes ultrasonores dans les liquides

RESUME

Les variations de densité périodiques d'une onde ultrasonore stationnaire traversant un liquide sont utilisées comme réseau optique pour la diffraction d'un rayon de lumière monochromatique parallèle qui se propage verticalement par rapport à l'onde ultrasonore. En se basant sur la longueur connue de l'onde lumineuse, la figure de diffraction permet de calculer la longueur de l'onde sonore qui traverse le liquide et d'utiliser cette dernière pour calculer la vitesse sonore.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Générateur d'ultrasons cw avec sonde	1002576
1	Éprouvette, complète	1002578
1	Diode laser pour l'effet Lucas-Biquard, rouge	1002577
1	Diode laser pour l'effet Lucas-Biquard, vert	1002579
1	Double mètre à ruban de poche	1002603
1	Gel de branchement pour ultrasons	1008575

GENERALITES

La diffraction de la lumière par les ultrasons dans un liquide a été prévue dès 1922 par Brillouin et mise expérimentalement en évidence en 1932 par Debye et Sears et par Lucas et Biquard. Elle repose sur la variation périodique de l'indice de réfraction dans le liquide provoquée par une onde ultrasonore. Sur une onde lumineuse passant simultanément à la verticale, cette disposition fait l'effet d'un réseau de phase qui se déplace à la vitesse du son. La constante du réseau correspond à la longueur d'onde des ultrasons et dépend par conséquent de la fréquence de ces derniers et de la vitesse sonore du fluide traversé par la lumière. Le mouvement du réseau de phase est négligeable s'il est observé sur un écran très éloigné.

Au cours de l'expérience, un transducteur module des ultrasons à des fréquences comprises entre 1 et 12 MHz dans le fluide d'essai. Un faisceau lumineux monochromatique parallèle traverse le liquide dans le sens horizontal en même temps qu'il est diffracté par le réseau de phase. La figure de diffraction contient plusieurs maxima de diffraction situés à intervalles réguliers les uns des autres.

Pour l'angle α_k du maximum de diffraction du k -ème ordre, on a

$$(1) \quad \tan \alpha_k = k \cdot \frac{\lambda_L}{\lambda_S}$$

λ_L : Longueur de l'onde lumineuse, λ_S : Longueur de l'onde sonore

La longueur de l'onde sonore λ_S peut donc être définie à partir des intervalles entre les maxima de diffraction. Par ailleurs, suivant

$$(2) \quad c = f \cdot \lambda_S$$

on peut calculer, la vitesse sonore c du fluide traversé, étant donné que les fréquences f des ondes sonores sont elles aussi connues.

EVALUATION

On mesure la distance s entre le transducteur d'ultrasons et la figure de diffraction ainsi que l'écart x_{2k} entre le $-k$ -ème et le $+k$ -ème maximum de diffraction. Les deux valeurs sont intégrées dans le calcul de l'angle α_k pour le maximum de diffraction de k -ème ordre.

$$\tan \alpha_k = \frac{x_{2k}}{2 \cdot s}$$

L'équation à une inconnue de la longueur de l'onde sonore λ_S est ainsi

$$\lambda_S = \frac{2 \cdot k \cdot s}{x_{2k}} \cdot \lambda_L$$

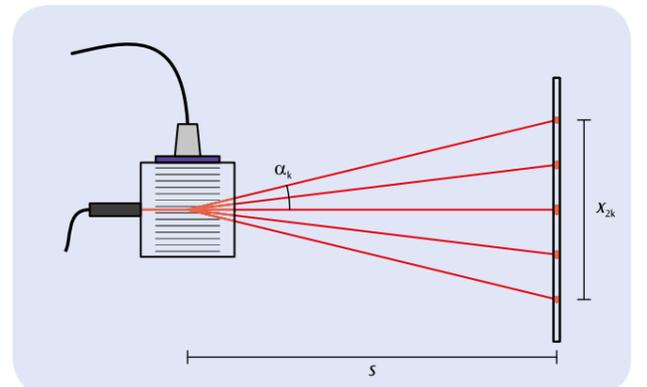


Fig. 1 Représentation schématique de la diffraction de la lumière sur un réseau de phase produit par des ultrasons traversant un liquide (effet de Lucas-Biquard)

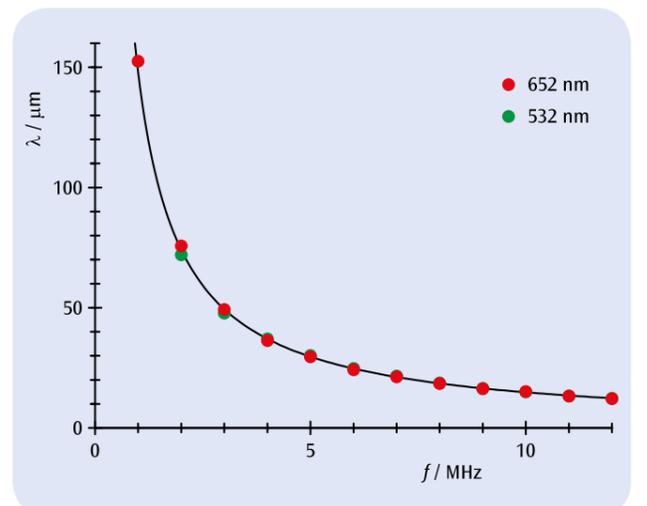


Fig. 2 Longueur de l'onde sonore λ_S dans l'eau en fonction de la fréquence f