

# Manip 1 : Diffraction Acousto-Optique

Référence : Polycopié de TP – Série 2 – Diffraction

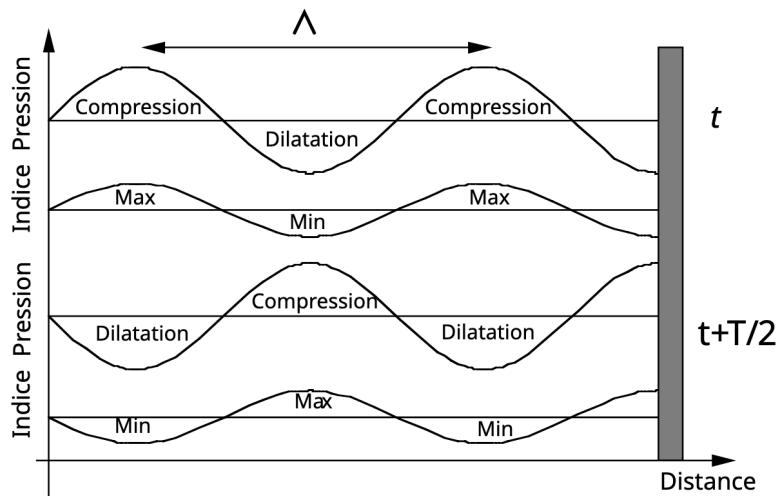


FIGURE 7 – Onde stationnaire à deux instants successifs.

Cette expérience utilise un matériau piézoélectrique (monocristal de quartz) excité par un oscillateur HF. Il provoque des ondes stationnaires ultra-sonores dans le liquide.

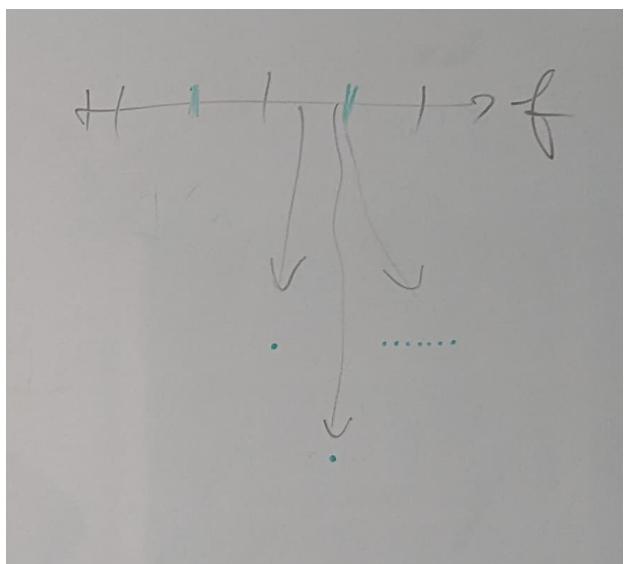
Ce générateur permet de travailler avec la gamme de basse fréquence (1,5-4,5 MHz) ou de haute fréquence (4-10 MHz)

## Protocole :

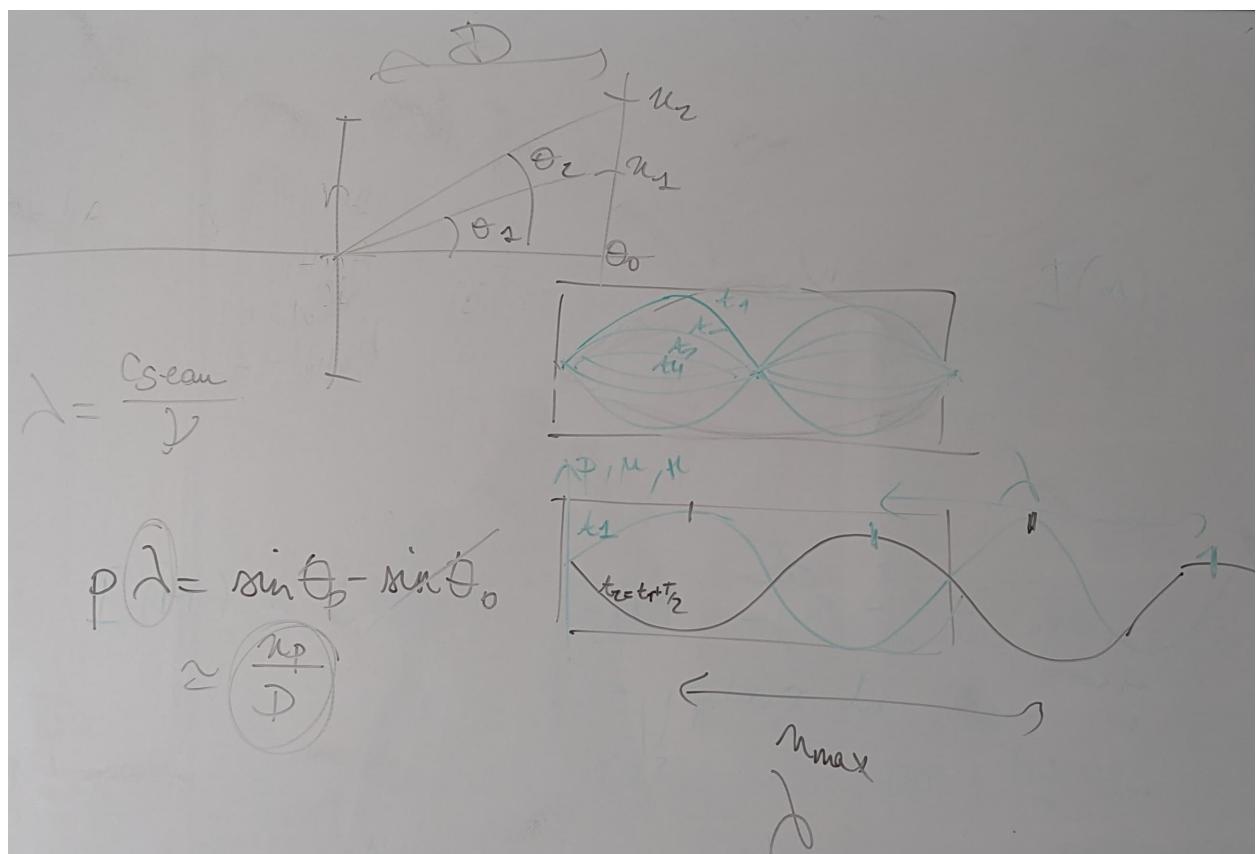
- Utiliser une source d'alimentation haute tension (380V) relié (à l'arrière) à un générateur de fréquence et celle-ci doit être reliée à la cuve.
- On utilise l'eau permutée

permutée = dé-ionisée des ions majoritaires  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$  mais il reste quand même des ions minoritaires donc pas pure à 100% mais moins cher que l'eau distillée)

- La cuve est formée d'un piézo qui produit des ondes acoustiques dans l'eau.
- On utilise un faisceau laser (HeNe) et on change la fréquence de la haute tension jusqu'à obtenir des figures de diffraction sur l'écran (à >2m de la cuve)
- On peut pas mesurer la fréquence de la haute tension directement par l'oscilloscope car il est limité à 300V alors que là on est à haute tension (380V). On utilise alors l'effet antenne. Soit on branche BNC-banane à l'oscillo et le câble banane touche le câble d'alimentation haute tension. Soit on fait passer le câble alimentation à l'intérieur d'une bobine Leybold et on branche l'oscilloscope aux bornes de la bobine (comme un voltmètre) et puisque l'induction est linéaire donc on aura la même fréquence (pas la même amplitude mais on s'en fou).
- Normalement la cuve a 2 fréquences de résonance (1 à basse  $f$  et l'autre à haute  $f$ ). Le curseur à gauche pour grands changements. (A droite peut-être changements fins ..)



- La vitesse et la pression de l'onde acoustique dans l'eau varient sinusoïdalement et donc il y aura une onde de densité et donc une onde d'indice optique. Normalement entre 2 ventres (ou noeuds) c'est  $\lambda/2$  mais là entre 2 maximum d'indice c'est  $\lambda$ . Car on regarde pas une onde stationnaire (superpositions d'ondes à  $t$  différents) mais juste une onde à  $t$  précis.
- A  $t$  on a une onde (dessinée en vert dans la Figure d'après) avec 2 max distants de  $\lambda$ . Puis à  $t + T/2$  on a une autre onde (noire) décalée de  $T/2$  avec 2 max distants de  $\lambda$ . Puis à  $t + T$  on aura la même onde départ .. donc on a une pupille de diffraction qui oscille mais c'est la même pupille. Cela ne forme pas un brouillard car décaler la pupille sur cet axe mais garder même forme et distance ne change pas la diffraction.



- Par la formule :  $p\lambda = \sin\theta_p - \sin\theta_0$  et si l'onde incidente est à  $\theta_0 = 0$  et si on met l'écran loin donc  $\sin\theta_p \approx \theta_p = \frac{x_p}{D}$  et on a :  $p\lambda = \frac{x_p}{D}$
- On mesure l'interfrange à l'écran (pour plusieurs ordres et diviser par leur nombre  $p$ ) et on déduit  $\lambda$  de l'onde acoustique.
- Par  $\lambda = \frac{c_{eau}}{f}$  et  $f$  mesurée par l'oscillo, on trouve la vitesse d'onde acoustique dans l'eau. On trouve une valeur aux alentours de 1500m/s
- On peut mesurer  $T$  de l'eau par un thermocouple et calculer la vitesse théorique (en fonction de la  $T$ ) et comme ça on calcule Zscore.

**Attention :** On aura des points gros très serrés par le laser seul (sans lentilles) pour les 2 fréquences (surtout que la basse  $f$  donne interfranges plus petites car plus  $\lambda$  petite plus la figure est large). Donc on peut utiliser 2 lentilles (sur le support laser) une de très petite focale et l'autre conjugue l'image (de  $F'_1$ ) à l'écran. Donc varier la position de  $L_2$  pour avoir une image nette sur l'écran. Puis on place la pupille peu importe sur le trajet.

Comme ça on aura des interfranges plus claires et aussi des points plus net donc on mesure mieux l'interfrange.

- Une onde lumineuse interagit avec les ultrasons comme avec un réseau de phase, ce qui modifie le front d'onde de l'onde plane initiale. Sa vitesse de propagation étant très supérieure à celle du son, le réseau est figé durant l'interaction. Le pas du réseau est la distance entre deux maxima d'indice de réfraction, et on voit sur qu'elle vaut  $\lambda$ , la longueur d'onde du réseau acoustique.
- Contrairement aux quartz très sélectifs utilisés en électronique, ce quartz rayonne de l'énergie donc sa bande passante est très étendue, en particulier parce qu'il est plongé dans l'eau. C'est pour cela qu'il n'y a pas une fréquence nette de résonance.
- On peut observer plusieurs ordres de diffraction avec ce réseau de phase sinusoïdal alors qu'un réseau d'amplitude sinusoïdal n'aurait donné que les ordres -1, 0 et +1. De même, si la formule des réseaux donnant la position des maxima est également valide pour un réseau de phase, il n'est pas vrai que le maximum d'intensité est sur l'ordre 0 !
- **Pk on utilise l'eau et pas l'air (normalement l'air comprime plus donc n peut changer fortement) ?** Peut être car onde ultrasonore donc air réagit pas rapidement. Aussi car pour l'eau on peut imposer une CL au bord de la cuve (et créer OStat) mais avec air ça sera une OProg.

