

# MP 11 : Onde dans les liquides

Léa Bessonart

May 3, 2022

## Introduction

Le but de ce montage est de montrer qu'il peut se propager deux types d'onde dans un liquide. Dans un premier temps les ondes sonores ont besoin d'un milieu matériel comme l'eau pour se propager. Dans ce cas, on suppose le liquide compressible et les ondes sonores se propagent en comprimant le liquide. D'autre par, lorsque l'on s'intéresse au onde de surface, on ne considère plus le liquide comme compressible mais on considère plutôt que les ondes créées en surface sont engendrées par la gravité. On parle d'onde de gravito-capillaire.

## 1 Onde de compression

Propagation d'une onde sonore dans un fluide.

But : envoyer une onde sonore dans un liquide avec des émetteurs et récepteurs.

- on envoie un sinus
- on déplace le récepteur de sorte à compter le nombre de longueur d'onde que l'on passe. On compte  $n$  longueurs d'onde.
- Ainsi  $\lambda = \frac{\text{distance parcouru par récepteurs}}{n}$
- et  $\Delta\lambda = \frac{\Delta d}{n}$
- or  $c \frac{1}{f} = \lambda$  donc régression linéaire de  $\lambda$  en fonction de  $\frac{1}{f}$ .

## 2 Onde gravito-capillaires

### 2.1 Relation de dispersion

JOLIDON VERT

but : tracer la relation de dispersion avec la cuve à onde et en déduire  $g$  et  $\gamma$  le coefficient de tension de surface

il faut vérifier si on est en régime eau profonde c'est à dire si  $\tanh kh \simeq 1$ , avec  $h$  profondeur de l'eau, soit si  $kh \gg 1$ . dans ce cas la relation de dispersion qui traduit le caractère dispersif de la propagation des ondes de surface

$$\omega^2 = gk(1 + k^2 l_c^2) \quad \text{avec} \quad l_c = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho g}} = \text{longueur caractéristique : longueur capillaire}$$

On peut aussi remonter à la célérité ( $c \simeq \sqrt{gk} l_c$ )

- penser à laver la cuve à l'éthanol car les impuretés influent sur les valeurs finales.
- penser à prendre en compte le grossissement de la cuve. Pour cela, placer un objet dans la cuve de dimension connue et mesurer la longueur sur l'image.
- pour la mesure de  $\lambda$ , prendre un maximum de frange possible.
- changer la fréquence du stroboscope puis changer la fréquence de GBF et non l'inverse.
- tracer  $\omega^2/k$  en fonction de  $k^2$

valeur tabulée à 22°C:  $\gamma = 72,45 \text{ mN/m}$ . Un écart à cette valeur peut être expliqué par la présence d'impureté dans l'eau.

## 2.2 phénomène de diffraction

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

- ajouter une fente
- on peut mesurer l'angle  $\theta$ , formé par les deux premières annulations.  $\theta = 2 \arctan \frac{\text{oppos}}{\text{hypoténuse}}$
- on remonte à  $a$  la taille de la fente.

## 2.3 phénomène d'interférence

retrouver  $a$  la distance entre les deux points. Ici on met deux points excitatrice et non pas deux fentes. On forme deux fronts d'onde sphériques qui interfèrent.

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

avec  $D$  = distance écran/fente et  $i$  = interférence

on cherche à tracer  $\lambda * D$  en fonction de  $i$  pour avoir une pente  $a$ . Il faut la comparer à la valeur réelle mesurée (6mm)

## Conclusion

Nous avons donc étudié les deux types d'onde possibles dans les fluides à savoir un régime de compression et un régime gravito-capillaire. Nous avons même vu que l'on peut grâce à des ondes de surface observer des phénomènes ondulatoires comme la diffraction et les interférences.

On pourrait dans un prochain temps faire la même étude mais cette fois-ci avec des ondes lumineuses dans l'air.

## Questions

- Expérience ondes acoustiques : comment améliorer la précision des mesures ? Est-ce que la rotation du transducteur influence la mesure ? → Le transducteur n'est pas un point mais un plan donc ça peut élargir le signal.
- Autre chose à laquelle il faut faire attention ? → On bouge le transducteur par rapport à la règle.

- Comment améliorer la mesure sur l'oscillo ? → Mesurer la différence de phase émetteur/récepteur, zoomer sur la fenêtre temporelle, se mettre en mode d'affichage XY.
- Est-ce que la valeur de célérité attendue est théorique ? → Valeur tabulée ! De quoi elle peut dépendre ? → De la température.
- Cuve à ondes : qu'est-ce qui est gênant pour la mesure ? C'est quoi la zone à gauche, proche de la barre excitatrice ? → Si la barre n'est pas droite, les franges sont élargies. De plus, les réflexions depuis l'arrière de la cuve peuvent interférer avec les ondes émises.
- Pourquoi est-ce que le front d'onde est incurvé au bord de la barre ? Qu'est-ce qui crée l'onde ? → C'est la vibration de la barre qui crée l'onde, aux bords l'onde est incurvée à cause de la diffraction.
- Est-ce qu'on doit montrer l'image de la barre sur l'écran au jury ? → On doit la montrer seulement quand on mesure une distance par rapport à celle-ci : Pour la diffraction, pas besoin c'est la distance "trou-écran" qui est importante. On pourrait aussi faire de l'interférence avec la barre + deux trous soit dit en passant
- Il y avait une impureté dans la cuve. Elle ne bougeait pas. Tu peux l'expliquer ? Est-ce que l'impureté bouge forcément si il y a une onde ? → Ondes "gentilles" : pas de déplacement de matière. Si ondes en eau peu profonde ça se complique et l'impureté se déplace. Donc ici, eau profonde, elle ne se déplace pas.
- Réexpliquer l'incertitude sur  $\lambda$  ? → On prend plusieurs longueurs d'onde.
- Est-ce que l'incertitude sur la fréquence des ondes est significative ? → Préciser à l'oral que ce n'est pas l'incertitude prépondérante.
- Diffraction : revenir sur l'incertitude. Est-ce qu'il vaut mieux sur-estimer ou sous-estimer l'incertitude ? → La sur-estimer :  $0.00051 \rightarrow 0.0006$  ! Compense l'arrondi sur la valeur mesurée.

## Remarques

- Diffraction : le centre de la figure est flou sans la fente donc on ne voit peut-être pas l'ordre 1. La lame ne touche peut-être pas bien le fond et il y a des fuites qui perturbent la figure (mais comme on regarde des ondes de surface loin du fond l'effet n'est pas très important). D'autres réflexions au bord de la cuve qui floutent la figure et modifient la figure de diffraction (les annulations deviennent horizontales). Aussi, faire en sorte que la fente soit un peu plus petite que la longueur d'onde.
- Il y a 3 manips quantitatives et 1 qualitative, c'est bien : on peut traiter la diffraction en admettons le modèle tel que présenté dans la présentation.
- Ne pas perdre trop de temps sur la forme du front d'onde, dire qu'on regarde seulement dans la zone où l'onde est plane.

## Manip surprise

Estimer  $g$ .

Matériel : Dynamomètre, fil, masses, pinces, potence, mètre, chrono.

- Mesurer la période de petites oscillations pour différentes valeurs de longueur du fil puis régression linéaire  $\omega^2 = f(l)$ , pente  $g$ .
- Lire les graduations sur le dynamomètre pour la valeur de la force.
- Si on avait eu un ressort : période des oscillations du ressort pour connaître sa constante de raideur puis régression linéaire sur la variation de la longueur du ressort en fonction de la masse accrochée.

Faire attention à mesurer la longueur jusqu'au centre de gravité de la masse !

Dire que la masse du fil doit être négligeable devant celle de la masse (sinon le centre de masse du pendule n'est plus celui de la masse).