

Séance du 13 mars 2012 :
Réflexion des ultrasons

Matériel utilisé : GBF, oscilloscope, émetteur et récepteur séparés, rapporteur imprimé en A4, tubes en papiers, support plan servant de surface réfléchissante.

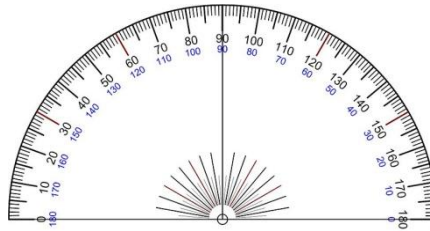
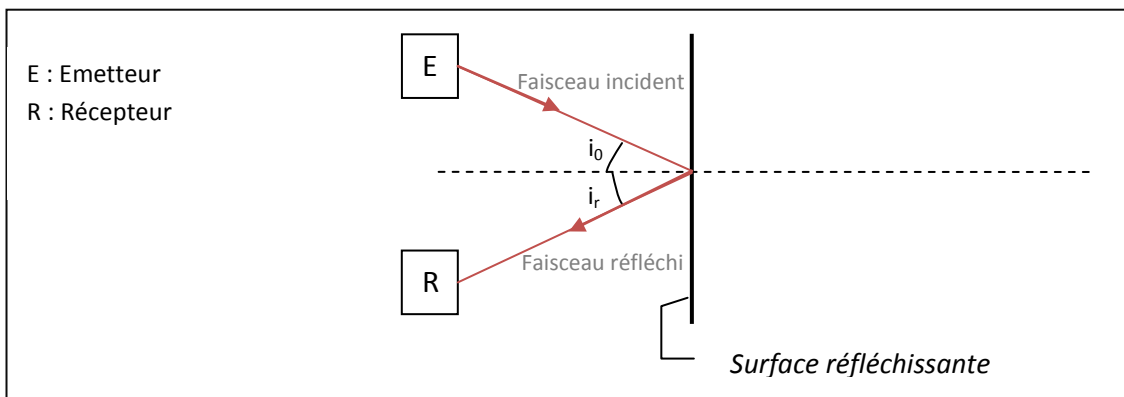


Schéma de l'expérience :

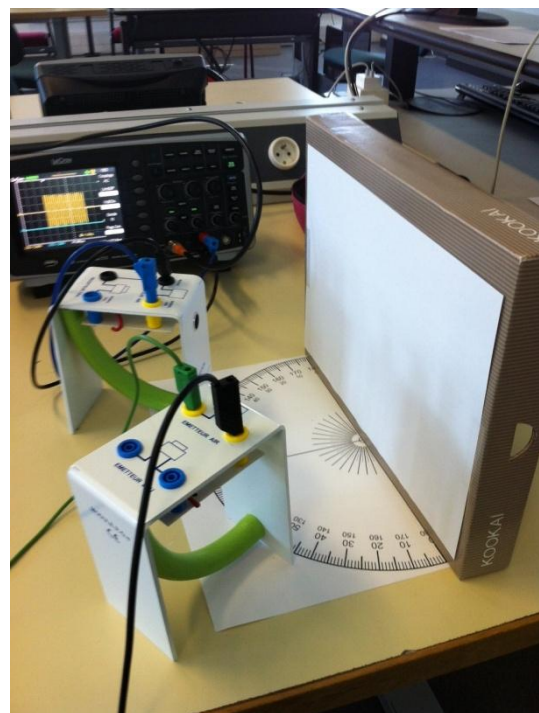


Branchements réalisés :

Le GBF est aussi réglé sur le mode burst : salve à une fréquence de 10 Hz, le signal d'amplitude 10V et de fréquence 40 kHz.

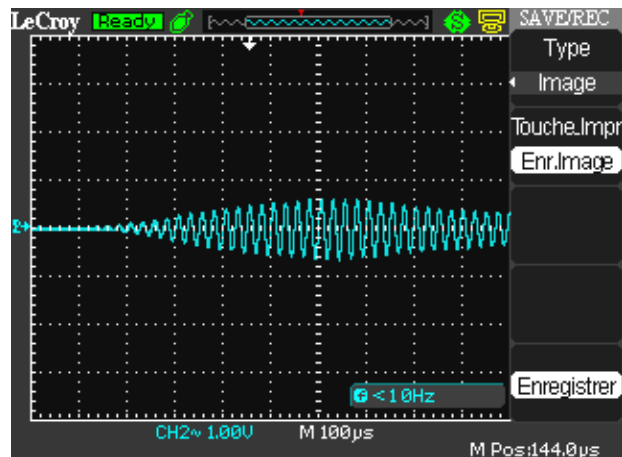
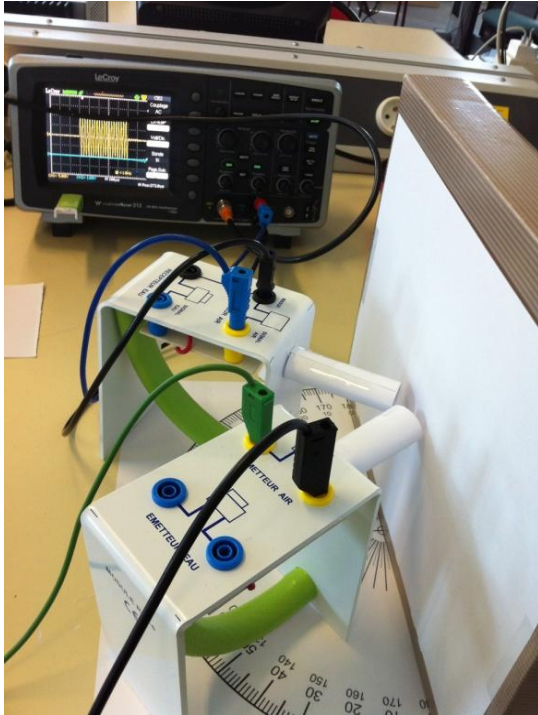
Premières observations :

L'émetteur et le récepteur sont placés à 10 cm de l'interface environ. On s'aperçoit qu'aucun signal n'est détecté quelque soit la direction de l'angle du récepteur. La divergence du faisceau à la sortie de l'émetteur fait qu'aucun signal ne parvient au récepteur après réflexion. Pour y remédier, on décide d'installer des tubes en papier pour conduire le faisceau jusqu'à l'interface puis jusqu' au récepteur. Avec ces tubes, la source devient quasi-ponctuelle et on limite la divergence du faisceau. Grâce à cette installation, on observe désormais un signal, mais toujours trop faible pour pouvoir en mesurer l'amplitude correctement. En enlevant le signal émis par le GBF de l'écran de l'oscilloscope, on parvient à visualiser correctement l'amplitude maximum montrant le maximum de résonance. Mesurer au niveau du maximum de l'amplitude devrait permettre d'obtenir des résultats plus valides.



Remarque : Le moindre mouvement du matériel change les mesures ce qui les rend très délicates.

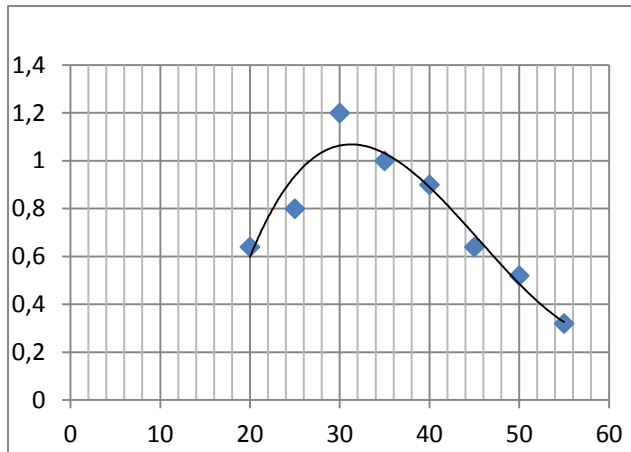
Première loi de Snell-Descartes :



On fixe l'angle i_0 à -30 deg par rapport à la normale à l'interface. On fait varier i_r . Pour chaque valeur de i_r , on mesure l'amplitude crête-à-crête du signal reçue au niveau du maximum de résonance (bosse). En répertoriant ces valeurs dans un tableau, on devrait montrer l'existence d'un maximum d'amplitude pour $i_r = i_0$.

Tableau récapitulatif des mesures :

i_r (deg)	$S_{cc, récepteur}$ (V)
20	0,64
25	0,8
30	1,2
35	1
40	0,9
45	0,64
50	0,52
55	0,32



Modélisation par une fonction polynomiale des mesures obtenues.

En abscisse : l'angle i_r

En ordonnée : l'amplitude $S_{cc, \text{récepteur}}$ du signal réfléchi

Analyse des résultats :

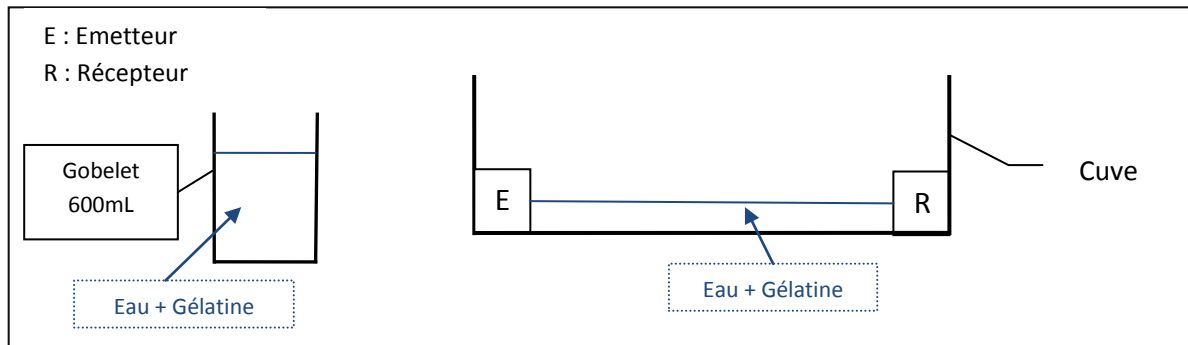
Le maximum est atteint pour $i_r = 30$ deg. C'était le résultat attendu. On peut donc dire que les ondes ultrasonores, comme la lumière, obéissent à la première loi de Descartes.

Séance du 16 mars 2012 :
Mesure d'impédances acoustiques

Matériel utilisé :

GBF, oscilloscope, règle graduée, émetteur et récepteur séparés (parties étanches), cuve, eau, gélatine en feuille, balance, verre gradué.

Schéma du montage :



Branchements réalisés :

Le générateur est réglé en mode burst : une salve à une fréquence de 10 Hz et un signal dans chaque salve d'une fréquence de 32 kHz (fréquence de résonance des sondes dans l'eau).

Premières observations :

La cuve est tout d'abord remplie d'eau pour « checker » la bonne réception du signal. L'émetteur et le récepteur sont placés à une distance fixe, la plus grande possible : $d=10.5\text{ cm}$. Cette distance permet de distinguer précisément à l'oscilloscope le départ de la réponse et de bien mesurer le retard entre le signal émis et le signal reçu. La cuve sera ensuite vidée pour démarrer les mesures avec la gélatine.

Mesures de l'impédance d'un milieu :

On mesure la masse du verre doseur vide grâce à la balance ; on relève : $m = 48\text{ g}$. Les mesures se dérouleront de la sorte : on fera fondre les feuilles de gélatine (par 5) d'abord dans l'eau froide puis dans 600 mL d'eau chaude, on versera le contenu du gobelet dans la cuve et on complètera avec 3 gobelets d'eau (600 mL). A chaque mesure, on pèse le gobelet de 600 mL contenant la gélatine. Le but de ces mesures est de calculer la masse volumique de gélatine introduite dans la cuve, pour ainsi pouvoir calculer l'impédance acoustique du milieu eau + gélatine contenu dans la cuve grâce à la formule : $Z = \rho.c$. Une mesure du retard permet de calculer la célérité des ondes dans le milieu.

1^{ère} mesure :

Il n'y a que de l'eau dans la cuve. Cette mesure sert à mesurer la célérité des ultrasons dans l'eau.

On mesure un retard de 75 μs , pour une distance de 10.5 cm. Donc la célérité est de **1400 m.s^{-1}** dans l'eau. C'est un très bon résultat comparé à ce que nous avons déjà pu mesurer précédemment.

2^{ème} mesure :

On place 5 feuilles dans 600 mL d'eau chaude + 1x600 mL d'eau.

Résultat de la pesée : $m_{\text{gélatine} + \text{gob}} = 622 \text{ g}$ donc **$m_{\text{gélatine}} = 574 \text{ g}$**

On entend par $m_{\text{gélatine}}$ la masse de la gélatine diluée dans 600mL sans la masse du gobelet.

On calcule alors la masse volumique du mélange gélatine+eau : $\rho = 956 \text{ g.L}^{-1}$. On trouve **$\rho = 0.956 \text{ g.cm}^{-3}$**

Comme les changements observés sont très faibles, on décide d'augmenter la concentration de gélatine.

On ajoute donc 5 autres feuilles dans 600 mL d'eau que l'on verse dans la cuve, où il ya avait encore le mélange précédent.

Résultat de la pesée : $m_{\text{gélatine} + \text{gob}} = 617 \text{ g}$ donc **$m_{\text{gélatine}} = 569 \text{ g}$**

On re-calcule alors la nouvelle masse volumique du mélange constitué de 10 feuilles de gélatine dans 1200 mL d'eau.

On trouve $\rho = 952.5 \text{ g.L}^{-1}$, c'est-à-dire : **$\rho = 0.9525 \text{ g.cm}^{-3}$** .

Comme le retard entre les deux signaux mesuré à l'oscilloscope est observable, on ajoute deux gobelets d'eau claire pour atteindre le niveau d'immersion nécessaire au bon fonctionnement de la maquette R/O.

On mesure un retard entre le signal émis et le signal reçu de 70 μs . On peut donc calculer la célérité des ondes ultrasonores dans le mélange eau + gélatine ; on calcule **$c = 1500 \text{ m.s}^{-1}$** .

L'augmentation nous incite à penser que lorsque la masse volumique d'un milieu augmente, la célérité augmente effectivement. Mais la mauvaise qualité des mesures et surtout le manque de modifications majeures lors de l'ajout de la gélatine nous incitent à arrêter la manipulation prématurément.

Wikipedia : masse volumique de la gélatine 0.68 g.cm^{-3} (comparé à celle de l'eau valant 1 g.cm^{-3}). On trouve dans notre manipulation une masse volumique de 0.95 g.cm^{-3} .