

M30 : Acoustique

Introduction :

Acoustique = sciences du son. La discipline a étendu son domaine à l'étude des ondes mécaniques au sein des gaz, des liquides et des solides, quelles que soient les fréquences, audibles ou non (infrasons, sons et ultrasons).

L'acoustique comprend de nombreuses ramifications comme l'électroacoustique (microphones, haut-parleurs), l'acoustique musicale, l'acoustique architecturale.

L'acoustique a des applications dans les domaines des sciences de la terre et de l'atmosphère, des sciences de l'ingénieur, des sciences de la vie et de la santé.

Dans un premier temps, étude de production de son avec le diapason, qui sert à accorder les instruments en musique. Ensuite, nous étudierons la propagation d'onde acoustiques (ultrasonores) dans l'air. Enfin, ondes acoustiques dans les métaux et notion d'impédance.

I) Production d'onde sonore : le diapason .

Objectif : Mesurer le facteur de qualité Q

Poly de Philou **M33 Partie II.2.**

Acquisition du son du diapason 440 Hz avec caisse de résonance, avec un microphone et Latispro. On préférera un temps d'acquisition long (15 s) pour une meilleure transformée de Fourier. On remarque la décroissance exponentielle de l'amplitude. Le but va être de déterminer le facteur de qualité Q.

On passe par la transformée de Fourier. On zoom sur le plus grand pic et on fit avec la formule suivante :

$$S = \frac{S_0}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{F}{440+a} - \frac{440+a}{F} \right)^2}}$$

Au début, on force les 3 paramètres (S_0 , Q et a), puis on peut les faire calculer par le logiciel petit à petit. On obtient un facteur de qualité. (J'avais Q de l'ordre de 2500, et un a de quelque dixième de Hertz).

On peut ensuite chercher à comparer ce facteur de qualité avec un autre, notamment en utilisant la formule utilisant le coefficient d'amortissement, comme présenté dans le poly M33.

II) Mesure de vitesse d'une onde acoustique dans l'air.

Objectif : Mesurer v_g et v_φ dans l'air, et montrer que l'air n'est pas dispersif (v_g et v_φ)

Mesure de la vitesse d'ultrasons. On mesure la vitesse de groupe par temps de vol, et la vitesse de phase par déphasage (Les deux mesures sont très bien présentées dans le poly du M30 : acoustique, parties **II.1.1** et **II.1.2**)

Pour la vitesse de groupe, il faut bien choisir l'endroit où l'on mesure nos temps (par exemple, on peut se placer là où l'amplitude du pulse est maximale). Les deux signaux n'étant pas parfaitement en phase même lorsque les deux récepteurs sont alignés, il faut veiller à les écarter d'une assez grande distance pour que ce soit négligeable.

Pour la vitesse de phase, mettre l'oscillo en mode XY permet de bien mieux observer les positions pour lesquelles les signaux sont en phase. Plus on obtient de coïncidences de phase successives, plus on est précis dans la mesure.

Il est assez facile de calculer les incertitudes (que des produits), un fichier excel a d'ailleurs été créé pour faire ces calculs (pas encore sur le site). On doit trouver que les deux valeurs sont les mêmes, l'air n'étant pas dispersif pour les ondes acoustiques. On peut comparer aux valeurs présentées dans le handbook, en faisant attention à la température de la salle.

On a ici le principe d'un télémètre.

III) Mesure de la vitesse dans un milieu. Impédance.

Objectif : Mesurer v dans un solide, et en déduire une impédance acoustique.

Correspond à la partie **II.2 du poly M30**. On fixe un tige métallique (du cuivre dans notre cas) de longueur L en son milieu. Bien expliquer comment la tige va vibrer (noeud au centre, ventres aux extrémités).

On place un microphone proche d'une extrémité, et on excite la barre en frottant de l'autre côté avec un papier imbibé d'alcool. Les mouvements doivent avoir une vitesse à peu près constante pendant le frottement, et il ne faut vraiment pas serrer fort (avec de l'entraînement on y arrive).

Le microphone doit être relié à un oscillo, qui déclenche l'acquisition quand le son produit par la barre est suffisamment fort. A partir de l'oscillo, on tire la fréquence du son émis par la barre. Connaissant f , et sachant que $\lambda=2L$ (le centre de la barre étant un noeud), on peut en déduire $v = \lambda f$.

A partir de la vitesse dans la barre de cuivre, on peut en déduire l'impédance :

$Z = \rho v$, avec ρ la masse volumique du milieu.

On peut comparer avec l'impédance donnée dans le Handbook, et comparer de même avec l'impédance de l'air pour expliquer la reflexion...

Remarques : Dans son rapport, le jury précise qu'il aime voir des mesures de vitesses dans d'autres milieux que l'air, d'où le choix de la 3ème partie, et que ce montage ne doit pas se résumer à une étude du diapason.

Autres manipulations possibles : Dans la partie I de ce montage il est possible d'étudier plutôt la directivité d'un émetteur à ultrason. On peut faire une application sur la mesure de distance avec effet Doppler présenté à la fin du Poly.