

Titre : MP30 – Acoustique

Présentée par : Alfred Kirsch

Rapport écrit par : Henri Bouvier

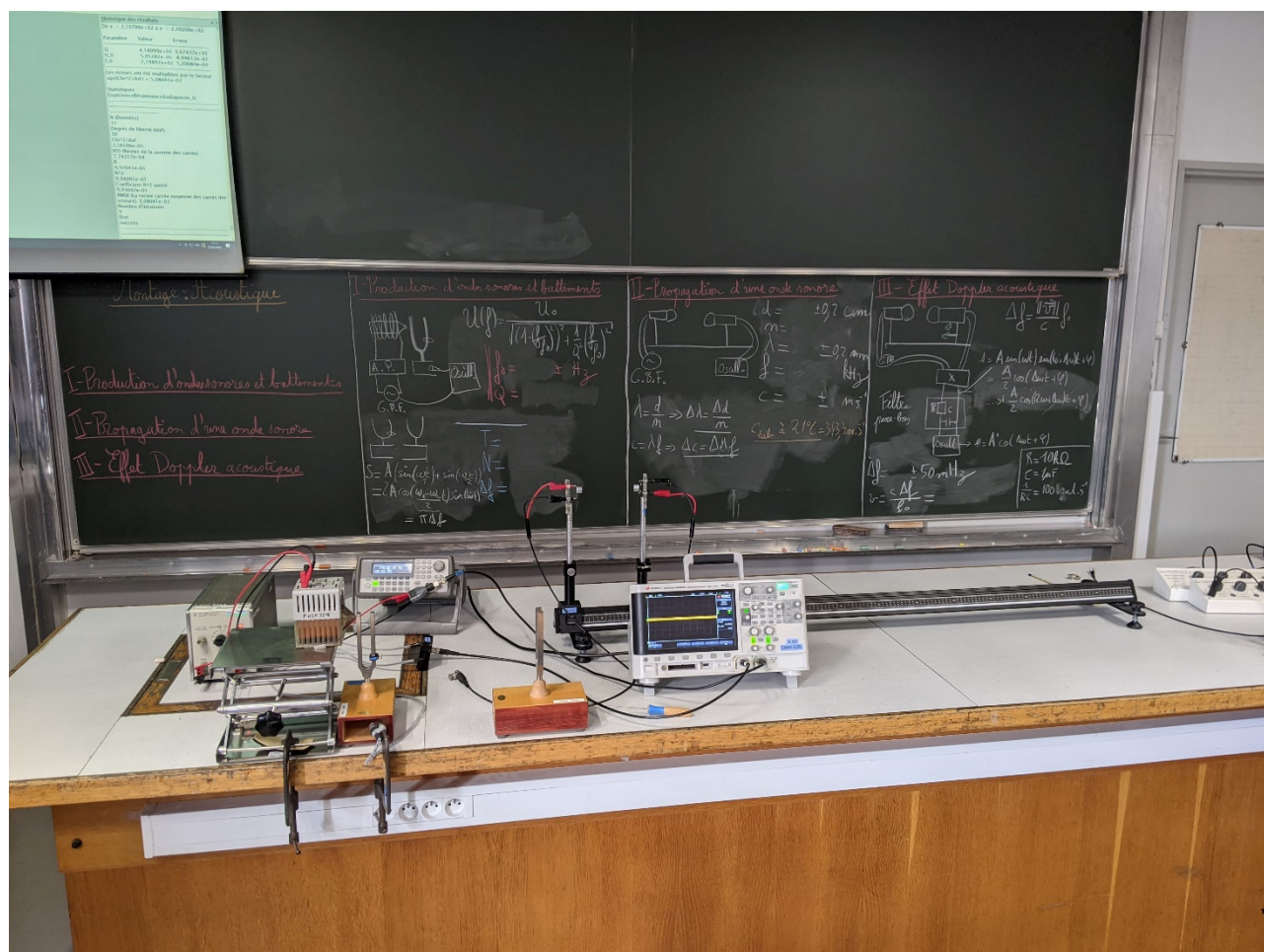
Correcteur : Erwan Allys, Julien Froustey

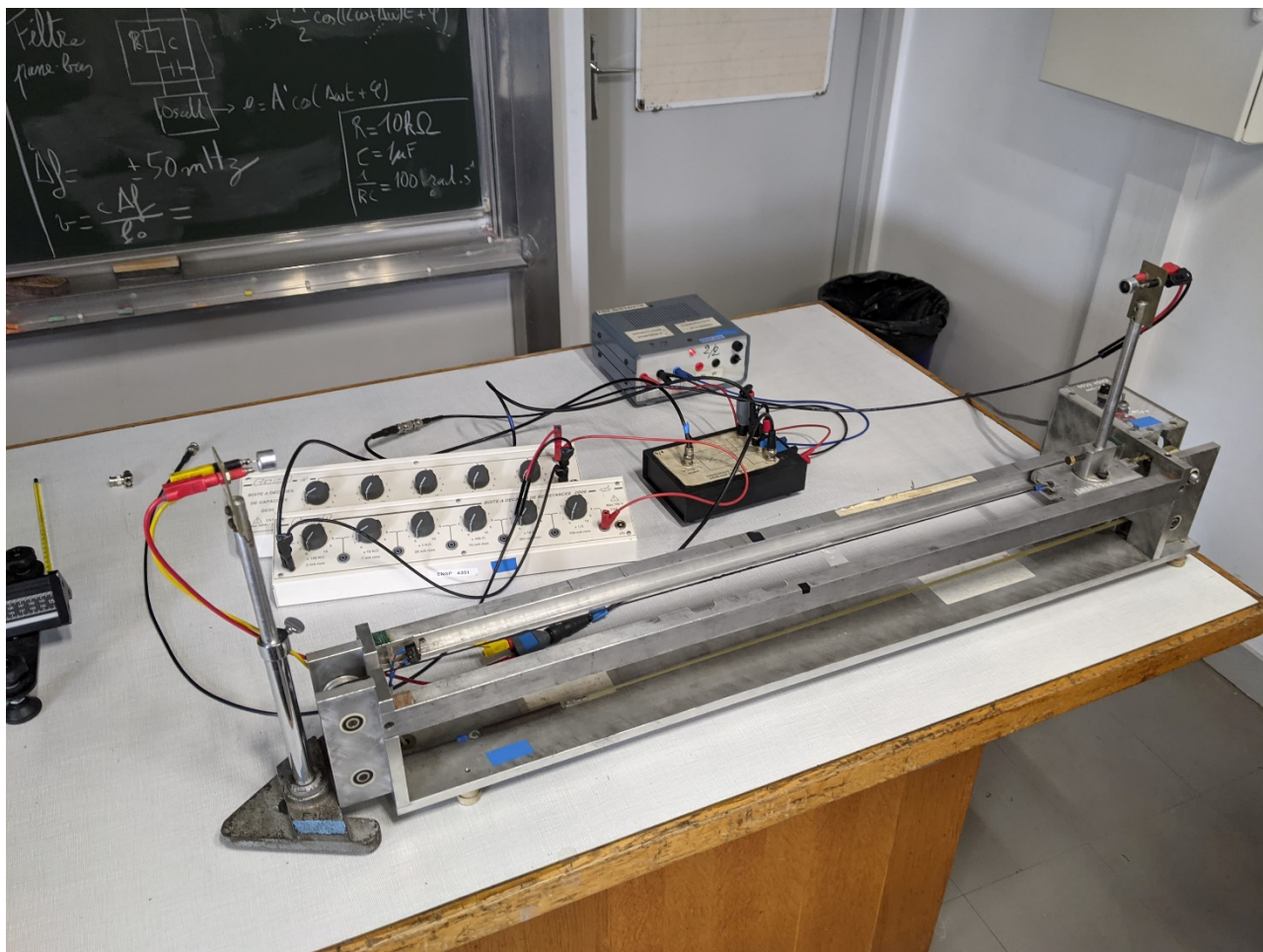
Date : 12/02/21

Bibliographie

Titre	Auteurs	Éditeur

Photo du tableau





Expérience 1 : Production d'ondes sonores. Battements.

Référence : Poly TP Ondes 1

Temps consacré : 12min

But de la manip : Montrer résonance piquée d'un diapason 440Hz (chargé d'une masselotte) et mesurer f_0 et le facteur de qualité. Partie 2 - utilisation d'un second diapason pour créer des battements et montrer la cohérence des ondes sonores.

Mesure présentée devant le jury : Mesure de la tension (pic-pic) aux bornes d'un microphone placé dans la caisse de résonance, pour une excitation proche de f_0 (219,4Hz ici). Insertion dans le Qtiplot préparé à l'avance et ajustement avec fonction de transfert. Détermination de f_0 et Q .

Ensuite, excitation manuelle d'un deuxième diapason à proximité du premier et observation des battements à l'oscilloscope. Mesure du temps pour n battements, détermination de la fréquence.

Expérience 2 : Propagation libre d'une onde sonore.

Référence : Poly TP Ondes 1

Temps consacré : 8min30s

But de la manip : Déterminer la célérité du son dans la salle ($T=21^{\circ}\text{C}$ prise au thermomètre pour comparer à la valeur tabulée).

Mesure présentée devant le jury : Observation des signaux à l'oscilloscope (en normal et XY) et déplacement sur n longueurs d'onde. Détermination de c et calculs d'incertitudes.

Expérience 3 : Effet Doppler acoustique.

Référence : Poly TP Ondes 2

Temps consacré : 7min

But de la manip : Mesure du décalage en fréquence d'un signal pour mouvement relatif émetteur/récepteur.

Mesure présentée devant le jury : Mesure prise avec banc coulissant à moteur. Détection synchrone (multiplieur) et Filtrage passe bas avec circuit RC pour obtenir uniquement le delta f . Calcul de la vitesse du banc et comparaison avec valeur mesurée avec règle + chronomètre. Calcul d'incertitudes et discussion.

Questions posées par l'enseignant (avec réponses)

(l'étudiant liste les questions posées, ainsi que les réponses données par l'enseignant. Si certaines réponses manquent, l'enseignant pourra compléter le document)

- C'est quoi une onde acoustique ? -> onde mécanique / longitudinale, surpression du milieu qui se déplace à une célérité qui dépend du milieu. **En termes de propagation de grandeurs couplées, il s'agit de la surpression et de la vitesse.**
- D'où vient la fonction de transfert $U(f)$? -> ? c.f. prochaines questions
- A quel type de filtre cela correspond-t-il ? Filtre passe bande
- Quel autre filtre peut-on avoir (ordre 2) ? passe bas, passe haut
- A quel déplacement mécanique/physique cette résonance correspond-elle ? mode symétrique des branches.
- Et si le champ était continu – que verrait-on ? mode antisymétrique / fixe avec 2 branches plus proches ou éloignées de l'aimant. **Donc cela semble plaider pour un modèle « passe-bande » plutôt que « passe-bas » (puisque le mode excité n'est pas le mode observé à**

basse fréquence). Néanmoins pour un tel facteur de qualité, la modélisation au voisinage de la résonance est équivalente quel que soit le type de filtre choisi.

- Comment fonctionne un microphone à électret ? OdG de potentiel mesurable ? ? et de l'ordre de 1-200mV
- Temps de réponse d'un diapason ? on peut estimer avec $Q/f_0 \sim 10s$ Important : $Q/f_0 = Q \cdot T_0$ est la durée du régime transitoire (Q est le nombre de pseudo-périodes avant le régime permanent).
- Interprétation de Q ? temps de vie du mode + largeur de U(f) « pureté du diapason »
- Pourquoi faire la mesure de f_0 sur diapason avec masselotte plutôt que sur le diapason « pur » ? pour comparer $f_0 + \Delta f$ à 440Hz dans expérience battements.
- Quel rôle joue/comment fonctionne la caisse de résonance ? adaptation d'impédance, plus grande surface pour créer des ondes sonores. PAS DE MODES dans la boîte. Dernière phrase à modérer : la longueur d'onde typique des modes acoustiques est bien plus grande que la taille de la boîte, qui ne peut donc pas agir comme une cavité résonante.
- Pourquoi les émetteurs/récepteurs piézoélectriques sont-ils utilisés à 40kHz ? résonance du quartz.
- Les émetteurs et les récepteurs sont-ils équivalents ? différence de potentiel \leftrightarrow déformation. [C'est l'effet piézoélectrique] Même réponse dans les deux sens.
- Comment c varie-t-elle avec T ? Quels autres paramètres ? proportionnel à \sqrt{T} mais à peu près 0.6m/s/degré autour de 25°C. Humidité aussi -> on n'a pas mesuré avec hygromètre. L'expression de la vitesse du son $c_s = 1/\sqrt{\rho \chi_s}$ montre que la dépendance avec l'humidité est très faible, car ρ et χ_s varient en sens inverses.
- Pour mesure de c – mieux d'utiliser signaux en phase, opposition de phase, ou XY ? opposition de phase (car intersections des signaux et de l'axe) > XY (difficulté de repérer une droite) > en phase
- Comment appelle-t-on le type de détection utilisé pour l'expérience Doppler ? détection synchrone.
- Peut-on comparer la vitesse du banc déterminer et une autre mesure ? vitesse mesurée au chronomètre de 7.9m/s cohérente (mais oubliée pendant montage)
- Quelles limites pour ce dispositif pour mesure Δf ? vitesse du son, limites de détection synchrone et filtrage RC, ? La « gamme » du détecteur est contrainte par la bande passante du filtre passe-bas.

Manipulation supplémentaire durant l'entretien

But de la manip : Déterminer impédance de sortie d'un GBF avec comme matériel : GBF, multimètre, RC, et oscilloscope.

Modèle de Thevenin, pont diviseur de tension. Varier R jusqu'à ce que $u = e/2$ et puis mesure précise avec ohmmètre.

Cf. poly « Mesures électriques », il s'agit d'une mesure à savoir faire par cœur !

Commentaires lors de la correction

(l'étudiant note les commentaires relatifs au contenu du montage : sujets abordés, enchaînement, réponses aux questions, etc. **Les enseignants** relisent, et rectifient si besoin)

Dans ce montage, Alfred a choisi des manipulations standards et efficaces. Il faut être particulièrement attentif à plusieurs points :

- La vitesse de propagation des ondes sonores dépend de la température : toujours **mesurer T** et comparer la vitesse obtenue avec une vitesse tabulée !
- Il faut connaître le mode de fonctionnement des divers dispositifs utilisés (microphone à effet électret, piézoélectrique)

Les manipulations proposées remplissent légèrement les 30min de présentation : on peut enrichir le discours avec des manipulations qualitatives autour du diapason (lien entre valeur de Q et régime libre, oscillations amorties en trempant les branches dans de l'eau...), ou en rajoutant une manipulation (par exemple la propagation guidée). Cela permet d'avoir un montage plus ambitieux, mais attention aux déconvenues expérimentales qui peuvent vite survenir avec le diapason (point éloigné de la courbe de préparation, ajustement capricieux...).

Pour le diapason, *une référence à consulter* : http://bupdoc.udppc.asso.fr/consultation/article-bup.php?ID_fiche=7420

Il faut au maximum chercher à comparer ses mesures à des valeurs tabulées ou mesurées autrement, à ce titre :

- Dommage de déterminer le f_0 d'un diapason lesté, alors qu'on s'attendrait à 440 Hz (valeur « tabulée ») pour un diapason libre ;
- Pour la manip sur l'effet Doppler, il faut comparer la vitesse obtenue à la vitesse mesurée directement.

Autres manipulations possibles :

- Propagation guidée des ultrasons [**Ondes I**,
 BUP http://bupdoc.udppc.asso.fr/consultation/article-bup.php?ID_fiche=4073]
- Résonateur de Helmholtz [**Résonance – Oscillateurs couplés, N83**]
- Mesure de la vitesse du son dans l'eau et un solide (attention, manipulation délicate en raison des nombreuses réflexions parasites du signal) [**N56**]
- Diffraction acousto-optique [**Ondes I**]

Pour le montage surprise, les manipulations « classiques » comme la mesure d'une impédance de sortie, la mesure d'un temps de montée d'un RC, la mesure de R à l'aide d'une courte/longue dérivation doivent être bien connues avant l'oral.