

Ch 03 - TP - Term S – Effet Doppler sur un son

I) Objectifs :

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.
- Analyse et critique des résultats.

II) Etude d'une onde sonore lorsque l'émetteur et le récepteur sont en déplacement relatif :

1) Etude qualitative

Brancher un micro sur le PC (prise micro de façade). Ouvrir le logiciel Audacity. Régler le GBF sur une fréquence de 1 kHz, sur signal créneau, sur amplitude max. Ce réglage étant pénible, on bascule la gamme sur MHz en attendant d'enregistrer.

Utiliser le logiciel Audacity pour enregistrer le son produit par un haut-parleur relié à un GBF pendant quelques secondes (4 à 8 s) avec un micro immobile.

Placer le niveau d'enregistrement du micro sur max :



Sélectionner une partie du signal et cliquer sur Analyse / Tracer le spectre

Placer la taille sur 4096 et Fonction sur Hanning window

Déterminer la fréquence du son enregistré. Correspond-il à ce qui est attendu ? Est-ce un son pur ?

2) Etude quantitative :

On veut faire un nouvel enregistrement en approchant et en éloignant le micro plusieurs fois par rapport au haut-parleur (≈ 8 s) (attention à ne pas percuter le haut-parleur). On débute par une immobilité de 1s avant de déplacer le micro. **Faire valider l'enregistrement par le professeur.**

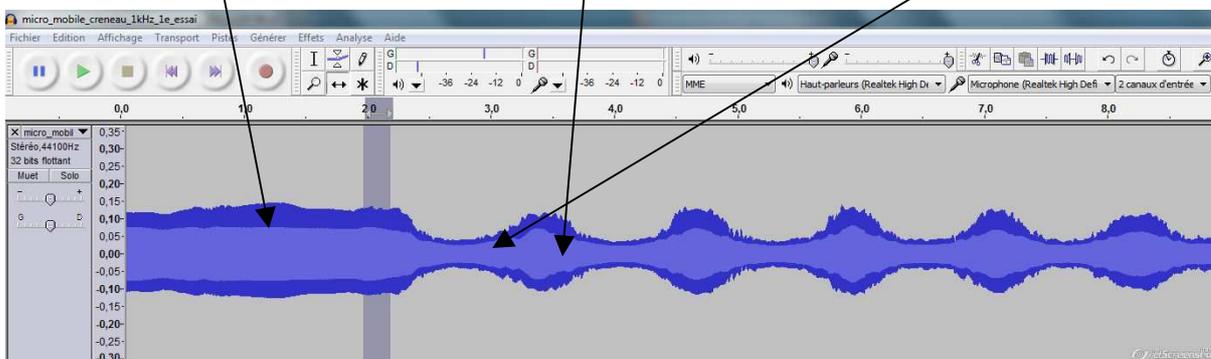
outil sélection outil zoom outil déplacement



Repérer sur l'enregistrement 3 portions du signal :

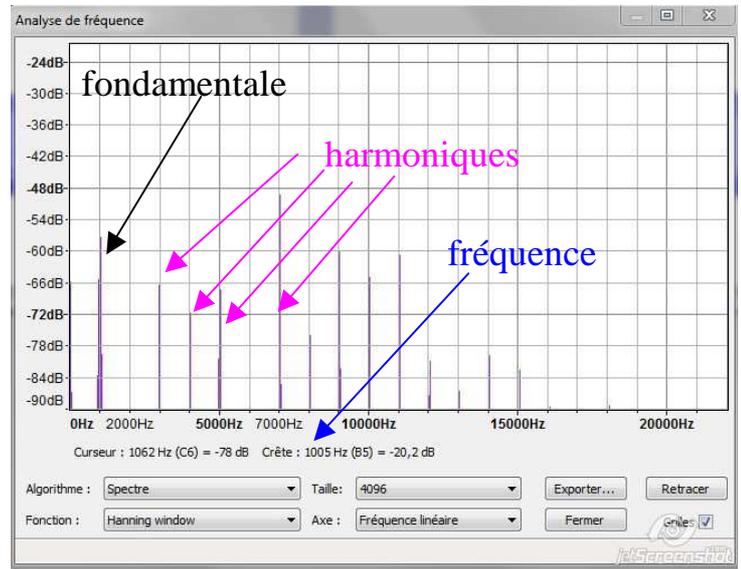
- 1) micro à l'arrêt ;
- 2) micro qui s'éloigne ;
- 3) micro qui s'approche

Valider



Réaliser le spectre de chaque portion, relever les fréquences du fondamentale et de 9 harmoniques.

Placer le curseur sur le pic et lire la valeur de la fréquence de la **crête**.



fréquence	fond	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
1) arrêt	1005	2010	3017	4020	5025	6032	7035	8040	9047	10051	11056
2) éloig.	1003	2004	3009	4010	5012	5952	7021	8024	9024	10030	11030
3) approc	1009		3027	4037	5080	6055	7066	8075	9085	10096	11105

Avec un tableur, tracer $|f_{\text{éloig}} - f_{\text{arrêt}}|$ en fonction de $f_{\text{arrêt}}$. Modéliser la courbe
Donner l'équation de la courbe et son coefficient de détermination R^2 .

(éventuellement éliminer les valeurs visiblement fausses dues aux erreurs d'enregistrement)

$$y = 0,0023 x ; R^2 = 0,9519 ; a_{el} = 0,0023$$

Puis tracer $|f_{\text{approch}} - f_{\text{arrêt}}|$ en fonction de $f_{\text{arrêt}}$. Modéliser la courbe

Donner l'équation de la courbe et son coefficient de détermination R^2 .

$$y = 0,0043 x ; R^2 = 0,9874 ; a_{ap} = 0,0043$$

Cela vérifie-t-il la relation liée à l'effet Doppler ? $|\Delta f| = |f_{\text{source en mouvement}} - f_{\text{source au repos}}| = a \times f$
avec $a = v_{\text{source}} / v_{\text{son}}$ (v_{source} : vitesse du micro ; $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$)

Calculer les vitesses du micro lorsqu'il s'éloigne ($v_{\text{éloig}}$) et lorsqu'il s'approche (v_{approch})

$$v_{\text{micro éloig.}} = a_{\text{éloig}} \times v_{\text{son}} = 0,0023 \times 340 = 0,78 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_{\text{micro approch.}} = a_{\text{approch}} \times v_{\text{son}} = 0,0043 \times 340 = 1,46 \text{ m.s}^{-1}$$

3) Annexe prof :

Cette activité expérimentale peut être mise en place à la condition d'avoir présenté en classe entière l'effet Doppler (animation flash, cuve à onde avec souffleur en mouvement, activité, ...).

Les élèves doivent savoir que la fréquence perçue par un récepteur dépend de sa vitesse de déplacement par rapport à l'émetteur. Autrement dit la fréquence d'une source n'est pas « absolue », elle est relative, elle dépend de la vitesse de la source par rapport au récepteur.

La relation $|\Delta f| = a \times f$, qui est en fait une approximation, n'est pas à connaître, ni à démontrer. Cette relation nous montre que l'écart en fréquence est d'autant plus grand que la fréquence de l'émetteur est plus grande.

Cette observation explique le choix du signal carré pour alimenter le haut-parleur. En effet, ce type de signal « produit » un spectre donnant de nombreuses harmoniques. En partant d'un signal à 1000 Hz (même si c'est difficile pour nos oreilles quand plusieurs groupes manipulent en même temps....) il est possible d'obtenir facilement 9 harmoniques. L'écart en fréquence étant bien entendu plus facilement mesurable pour les dernières harmoniques.