

L'effet Doppler

TP de sciences physiques - niveau Terminale

Dans ce TP sur l'effet Doppler, tu vas faire passer une source sonore devant un microphone et mesurer le décalage de fréquence avec une analyse spectrale. Une question guide la séance : comment, avec un simple son pur et un chronomètre, retrouver la célérité du son dans l'air ?

Ce TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Objectif du TP sur l'effet Doppler

Vérifier que le décalage Doppler Δf est proportionnel à la vitesse de la source, puis en déduire la célérité du son dans l'air à partir du coefficient directeur de la droite $\Delta f = k \times v$.

Matériel

- Un haut-parleur portable ou un smartphone émettant un son pur de fréquence $f_e = 2000$ Hz (générateur de signaux ou application dédiée).
- Un microphone relié à un ordinateur avec un logiciel d'analyse spectrale (transformée de Fourier).
- Un chronomètre et un double-mètre ou un ruban de 5 m.
- Deux repères au sol espacés de 5,00 m, alignés avec le microphone.
- Un thermomètre pour relever la température de la salle.
- Un camarade pour porter la source et la déplacer à vitesse à peu près constante.

Sécurité

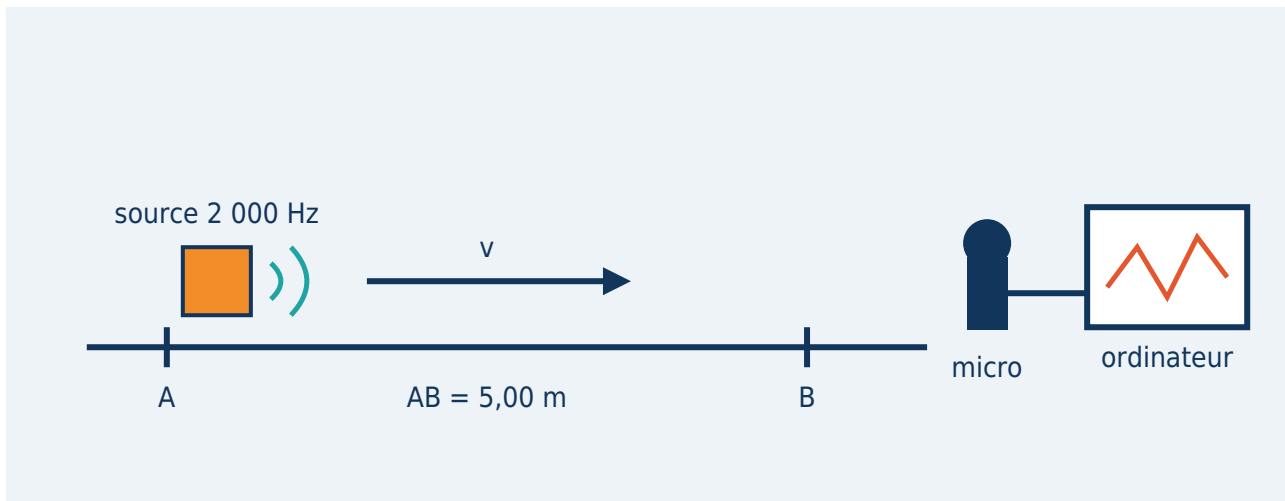
SÉCURITÉ

Garde le volume modéré (il suffit que le son soit net). Dégage le parcours de tout obstacle ; la source est portée à la main, sans courir plus vite qu'un jogging tranquille. Ne place jamais le haut-parleur contre l'oreille.

Protocole

1. Relève la température θ de la salle et enregistre le spectre du son émis par la source immobile : repère le pic et note f_e .
2. Place le microphone à l'extrémité de la piste, dans l'axe du trajet de la source.

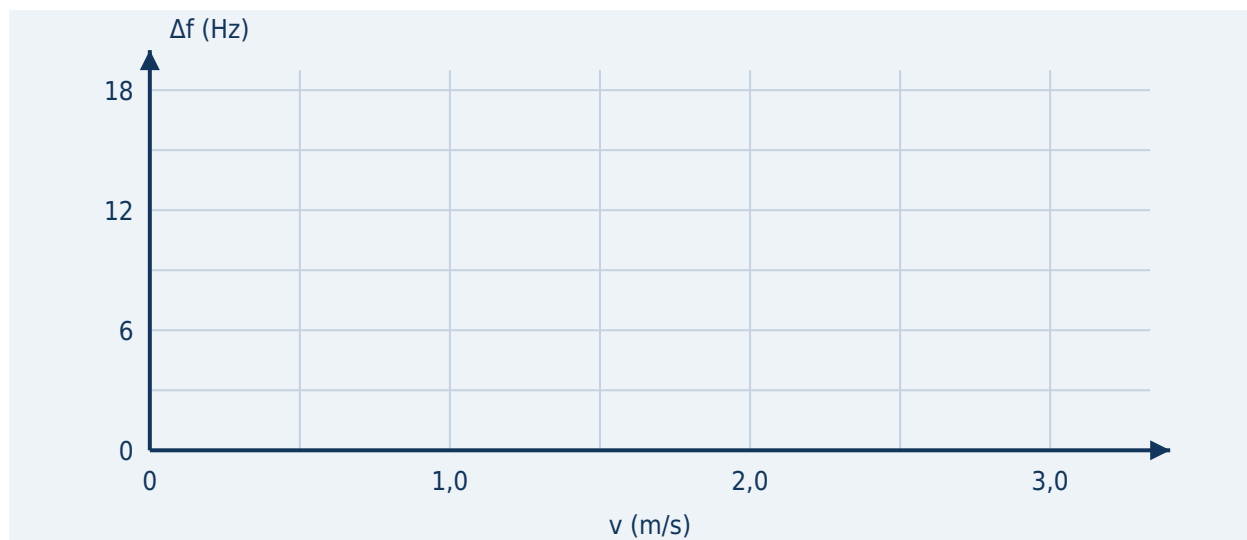
3. Marque deux repères A et B distants de 5,00 m ; la source parcourt AB en direction du microphone.
4. Lance l'enregistrement, puis fais marcher la source de A à B à vitesse constante et chronomètre la durée t_{AB} .
5. Sur le spectre enregistré pendant le trajet, relève la fréquence f_r du pic (au dixième de hertz si le logiciel le permet).
6. Calcule la vitesse $v = 5,00 \div t_{AB}$ et le décalage $\Delta f = f_r - f_e$.
7. Recommence pour cinq vitesses différentes, de la marche lente à la marche rapide.
8. Trace le graphique Δf en fonction de v et détermine son coefficient directeur k .



La source portée va de A à B vers le microphone ; l'ordinateur affiche le spectre du son reçu.

Mesures à relever

Essai	t_{AB} (s)	$v = 5,00 \div t_{AB}$ (m/s)	f_r (Hz)	$\Delta f = f_r - f_e$ (Hz)
1				
2				
3				
4				
5				



Repère à compléter : un carreau vaut 0,5 m/s en abscisse et 3 Hz en ordonnée.

Questions

1. Pourquoi faut-il mesurer f_e avec la source immobile avant de la déplacer ?
2. Relève le signe de Δf pendant l'approche. Est-il conforme à la théorie ?
3. Calcule pour chaque essai la vitesse v et le décalage Δf , et complète le tableau.
4. Trace Δf en fonction de v . Quelle est la nature de la courbe ? Que conclus-tu ?
5. Détermine le coefficient directeur k de la droite et donne-lui une expression théorique en fonction de f_e et de la célérité du son v_{son} .
6. Dédus de k la célérité du son et compare-la à la valeur théorique $331 + 0,6 \times \theta$ (en m/s, θ en °C).
7. Pourquoi la vitesse de la source calculée par la durée du trajet est-elle une valeur moyenne ? Quelles sont les principales sources d'incertitude ?
8. Pourquoi faut-il une résolution en fréquence meilleure que 1 Hz pour exploiter les mesures ?

Pour aller plus loin

- Place la source à l'éloignement et vérifie que Δf change de signe avec la même valeur absolue approximative.
- Avec une source qui tourne en cercle au bout d'une corde, observe la variation périodique de la fréquence et relie-la à la composante radiale de la vitesse.