

L'effet Doppler

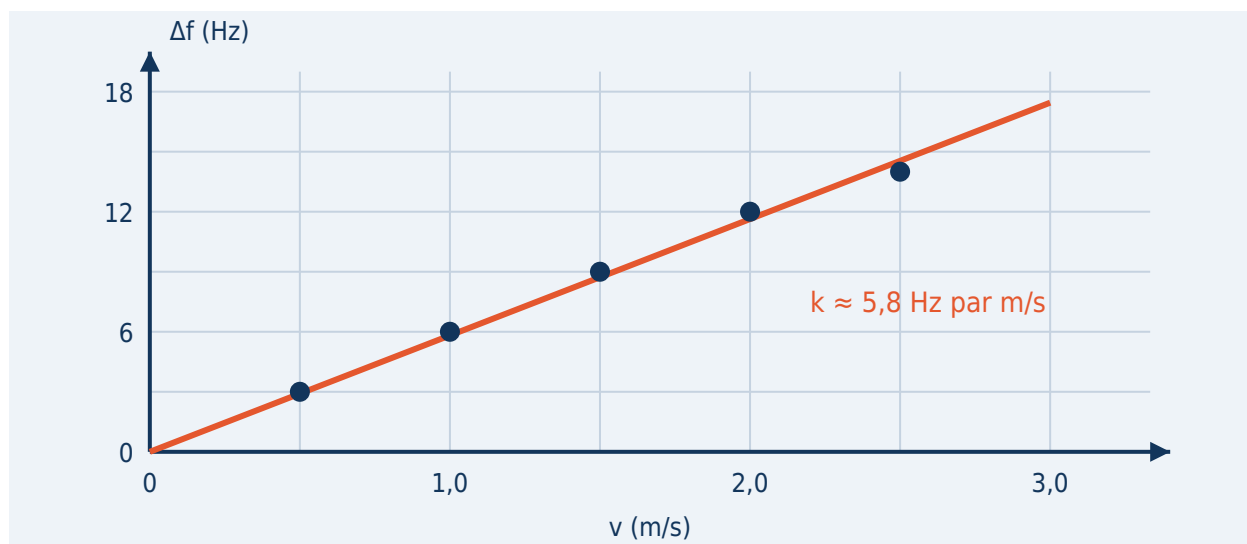
Corrigé du TP - niveau Terminale

Voici le corrigé du TP sur l'effet Doppler : résultats types, réponses aux questions, compte rendu modèle et erreurs fréquentes. Les valeurs correspondent à une source de 2 000 Hz par temps doux ($\theta = 20^\circ\text{C}$, célérité du son voisine de 343 m/s).

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

Résultats types : corrigé TP Doppler

Essai	t_{AB} (s)	v (m/s)	f_r (Hz)	Δf (Hz)
1	10,0	0,50	2 003	3
2	5,0	1,00	2 006	6
3	3,3	1,5	2 009	9
4	2,5	2,0	2 012	12
5	2,0	2,5	2 014	14



Les points s'alignent sur une droite passant par l'origine, de coefficient directeur $k \approx 5,8 \text{ Hz par m/s}$.

Réponses aux questions

- La fréquence d'émission f_e est la référence : Δf se calcule par rapport à elle. La mesurer à l'arrêt évite une erreur sur l'étalonnage du générateur ou sur la lecture du pic.
- Pendant l'approche, $f_r > f_e$, donc $\Delta f > 0$, ce qui est conforme à la théorie : les fronts d'onde arrivent plus souvent.
- $v = 5,00 \div t_{AB}$: 0,50 ; 1,00 ; 1,5 ; 2,0 ; 2,5 m/s. Les Δf sont 3, 6, 9, 12 et 14 Hz (tableau).

4. Les points sont alignés sur une **droite passant par l'origine** : Δf est proportionnel à v , comme le prévoit $\Delta f \approx f_e \times v \div v_{\text{son}}$.

5. Coefficient directeur : $k = \Sigma(v \times \Delta f) \div \Sigma(v^2) = 80 \div 13,75 \approx \mathbf{5,8 \text{ Hz par m/s}}$.

Théoriquement $k = f_e \div v_{\text{son}}$.

6. $v_{\text{son}} = f_e \div k = 2\,000 \div 5,82 \approx \mathbf{344 \text{ m/s}}$. La valeur théorique à 20 °C est $331 + 0,6 \times 20 = 343 \text{ m/s}$: l'écart est d'environ 0,3 %, excellent.

7. La durée mesurée donne la vitesse moyenne sur AB, alors que la source ne va pas exactement à vitesse constante. Incertitudes principales : temps de réaction au chronomètre (environ 0,2 s, surtout pour les trajets rapides), résolution du spectre (1 Hz), vitesse non uniforme, écart d'alignement avec le microphone.

8. Les décalages mesurés valent quelques hertz : avec une résolution de 5 Hz, on ne verrait pas la plus petite valeur et la pente serait faussée.

Conclusion et compte rendu modèle

Compte rendu. Nous avons étudié l'effet Doppler d'un son pur de fréquence $f_e = 2\,000 \text{ Hz}$ émis par une source portée de A vers un microphone placé en B, distants de 5,00 m. Pour cinq vitesses comprises entre 0,50 et 2,5 m/s, nous avons relevé la fréquence reçue avec un logiciel d'analyse spectrale. Le décalage $\Delta f = f_r - f_e$ est positif lors de l'approche, conformément à la théorie, et croît de 3 Hz à 14 Hz avec la vitesse. Le graphique $\Delta f = f(v)$ est une droite passant par l'origine : Δf est proportionnel à v . Son coefficient directeur $k \approx 5,8 \text{ Hz par m/s}$ est relié à la fréquence d'émission et à la célérité du son par $k = f_e \div v_{\text{son}}$, d'où $v_{\text{son}} \approx 344 \text{ m/s}$. Cette valeur est en accord avec celle attendue à 20 °C (343 m/s). Les principales incertitudes viennent du chronométrage à la main et de la résolution en fréquence. L'expérience valide donc le modèle de l'effet Doppler pour une source mobile et permet de mesurer la célérité du son.

Erreurs fréquentes en TP

- Oublier de mesurer f_e avec la source à l'arrêt et prendre 2 000 Hz sans vérifier.
- Relever le pic au moment où la source s'éloigne ou passe devant le micro au lieu de l'approche.
- Calculer la vitesse avec une durée mal chronométrée ou avec une distance AB mal mesurée.
- Tracer une droite qui ne passe pas par l'origine alors que $\Delta f = 0$ pour $v = 0$.
- Confondre $k = f_e \div v_{\text{son}}$ et son inverse en calculant la célérité.

Retour au TP