



Fiche : Ondes mécaniques progressives

FICHE • P05 • PREMIÈRE

Spécialité de première, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- Une onde mécanique progressive est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, avec transport d'énergie et sans transport global de matière.
- Une onde mécanique ne se propage pas dans le vide : il lui faut un milieu matériel.
- Une onde est transversale si les points du milieu bougent perpendiculairement à la propagation (corde, ola), longitudinale s'ils bougent parallèlement (ressort comprimé, son).
- La célérité v est la vitesse de propagation de la perturbation ; elle dépend du milieu, pas de l'amplitude ni de la forme de la perturbation.
- Le son va à environ $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans l'air, $1\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans l'eau, $1\,540 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans les tissus mous, plusieurs milliers de $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans un solide.
- Un point situé à la distance d de la source reproduit le mouvement de la source avec le retard $\tau = d / v$.
- Une onde périodique a une double périodicité : temporelle (période T) et spatiale (longueur d'onde λ).
- La longueur d'onde est la plus petite distance entre deux points qui vibrent en phase, et la distance parcourue par l'onde en une période.
- La fréquence est imposée par la source et reste la même quand l'onde change de milieu ; la longueur d'onde change alors comme la célérité.
- Deux points distants de $k\cdot\lambda$ vibrent en phase ; distants de $(k + 1/2)\cdot\lambda$, ils vibrent en opposition de phase.
- Le son est une onde longitudinale de compression et de dilatation ; l'oreille humaine perçoit de 20 Hz à 20 kHz.
- En dessous de 20 Hz ce sont des infrasons, au-dessus de 20 kHz des ultrasons (sonar, écholocation, échographie).
- Avec un écho, la durée mesurée correspond à un aller-retour : $D = v\cdot\Delta t / 2$.



- Une petite longueur d'onde, donc une fréquence élevée, permet de distinguer des détails plus fins : c'est pourquoi l'échographie utilise des mégahertz.

Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unités	Condition
Célérité	$v = d / \Delta t$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, m, s	milieu homogène
Retard	$\tau = d / v$	s, m, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	sans amortissement, même direction de propagation
Mouvement d'un point	$y_M(t) = y_S(t - \tau)$		sans amortissement
Fréquence	$f = 1 / T$	Hz, s	onde périodique
Longueur d'onde	$\lambda = v \cdot T = v / f$	m, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, s, Hz	onde périodique
Distance par écho	$D = v \cdot \Delta t / 2$	m, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, s	émetteur et récepteur au même endroit
Étendue d'une perturbation	$L = v \cdot \Delta t$	m	Δt : durée de passage en un point

Pièges à éviter

- Confondre la célérité de l'onde avec la vitesse des points du milieu, qui oscillent sur place.
- Croire que la longueur d'onde se conserve lors d'un changement de milieu : c'est la fréquence qui se conserve.
- Oublier le facteur 2 dans un calcul d'écho.



- Oublier de convertir μs , kHz, MHz et cm en unités SI avant le calcul.
- Recopier tel quel un profil spatial en profil temporel : la forme est retournée d'une représentation à l'autre.
- Mesurer une seule période ou une seule longueur d'onde au lieu de plusieurs.

Je me teste

1. Une onde mécanique transporte-t-elle de la matière ? → Non, elle transporte de l'énergie sans transport global de matière.
2. Le son est-il une onde transversale ou longitudinale ? → Longitudinale.
3. Retard d'un point à 3,0 m de la source si $v = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$? → $\tau = 2,0 \text{ s}$.
4. Relation entre λ , v et f ? → $\lambda = v / f$.
5. λ d'un son de 680 Hz dans l'air ($340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ? → 0,50 m.
6. Quelle grandeur reste constante quand le son passe de l'air à l'eau ? → La fréquence.
7. Domaine des sons audibles par l'être humain ? → De 20 Hz à 20 kHz.
8. Deux points distants de $2,5 \lambda$? → Ils vibrent en opposition de phase.
9. Profondeur si l'écho revient après 0,20 s dans l'eau ($1\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ? → 150 m.
10. Pourquoi l'échographie utilise-t-elle des fréquences élevées ? → Pour avoir une petite longueur d'onde et distinguer des détails fins.