PHYSIQUE-CHIMIE · PREMIÈRE / COURS

Ondes mécaniques progressives et périodiques

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

Tu jettes un caillou dans un étang : des ronds s'éloignent, et une feuille posée sur l'eau se met à danser sur place quand ils arrivent. Le son de ta voix traverse la pièce sans que l'air de ta bouche n'aille jusqu'à l'oreille de ton voisin. Qu'est-ce qui voyage, alors ?

01 L'idée : la ola dans un stade

Dans un stade, les spectateurs font la ola. Chacun se lève puis se rassoit, **sur place**, juste après son voisin. Personne ne change de siège, et pourtant la vague fait le tour du stade.

C'est exactement une onde. Ce qui avance, c'est la perturbation, pas les gens. Une onde mécanique transporte de l'énergie de proche en proche, sans transporter de matière.

01 L'onde mécanique progressive

> Une **onde mécanique progressive** est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, sans transport de matière, mais avec transport d'énergie.

- Il faut un **milieu matériel** : le son ne se propage pas dans le vide.
- Onde **transversale** : les points du milieu bougent perpendiculairement à la direction de propagation (vague, corde secouée, ola).
- Onde **longitudinale** : ils bougent dans la même direction que la propagation (son, ressort comprimé).

01 Célérité et retard

La **célérité** v est la vitesse de propagation de la perturbation. Elle dépend du milieu, pas de la forme de la perturbation. Dans l'air, le son va à environ $340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, dans l'eau à environ $1500\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

> Si la perturbation passe en un point M au temps t, elle passe en un point M' situé à la distance d plus loin avec un **retard** τ :
>
> $$\tau = \frac{d}{v}$$
>
> Le point M' reproduit le mouvement de M, en retard de τ.

L'onde périodique

Si la source répète le même mouvement à intervalles réguliers, l'onde est **périodique**. Elle présente une

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/ondes-mecaniques/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

double périodicité.

> **Dans le temps.** Un point donné du milieu répète son mouvement toutes les **périodes** T (en secondes). La fréquence est $f = 1/T$ (en hertz).
> **Dans l'espace.** À un instant donné, l'aspect du milieu se répète tous les **longueurs d'onde** λ (en mètres). C'est la distance entre deux crêtes successives.

Le lien entre les deux : pendant une période, l'onde avance d'une longueur d'onde.

$$\lambda = v \times T = \frac{v}{f}$$

Deux points séparés d'un nombre entier de longueurs d'onde vibrent **en phase** : ils montent et descendent ensemble.

Une onde périodique **sinusoïdale** a une forme de sinusoïde, et c'est le modèle qu'on utilise au lycée pour le son pur d'un diapason.

Lire les deux graphes

Il ne faut jamais confondre :

Graphe	En abscisse	Ce qu'on y lit
élongation d'un **point** en fonction du temps	t	la période T
aspect du **milieu** à un instant donné	x	la longueur d'onde λ

Exemple guidé

Des vagues de fréquence $f = 2{,}0\ \text{Hz}$ ont une longueur d'onde $\lambda = 0{,}30\ \text{m}$. Une feuille flotte à 1,2 m du point d'impact. Calcule la célérité, puis le retard avec lequel la feuille se met à bouger.

1. **La célérité** : $v = \lambda \times f = 0{,}30 \times 2{,}0 = 0{,}60\ \text{m/s}$.
2. **Le retard** : $\tau = \dfrac{d}{v} = \dfrac{1{,}2}{0{,}60} = 2{,}0\ \text{s}$.
3. **La période** : $T = \dfrac{1}{f} = 0{,}50\ \text{s}$. Une fois atteinte, la feuille monte et descend deux fois par seconde.
4. **Ce que montrent les deux graphes** : en fonction du temps, on lit la période T ; en fonction de la position, on lit la longueur d'onde λ.

Le retard dépend de la distance, la période non : tous les points touchés vibrent au même rythme que la source.

Retour au problème

La feuille danse sur place, elle n'est pas emportée. Ce qui voyage, c'est la perturbation et son énergie, pas la matière. De même, l'air de ta bouche reste près de toi : seule la compression se transmet de proche en proche jusqu'à l'oreille du voisin.

Les pièges

- Une onde ne déplace pas la matière : le bouchon reste sur place.
- La célérité dépend du **milieu**, pas de la fréquence, pour les ondes vues au lycée.
- T se lit sur un graphe en fonction du **temps**, λ sur un graphe en fonction de la **position**.
- Pour un écho, le son fait **l'aller et le retour** : $d = v\,t/2$.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/ondes-mecaniques/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/premiere/ondes-mecaniques/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits