

Introduction

Quand tu jettes un caillou dans l'eau, des rides s'éloignent du point d'impact... mais l'eau, elle, ne part pas avec elles. C'est la signature d'une **onde** : quelque chose se propage, sans que la matière soit transportée.

Dans ce chapitre, tu vas définir une **onde mécanique**, distinguer ses deux types, et apprendre à calculer sa **célérité** et sa **longueur d'onde**.

I. Qu'est-ce qu'une onde mécanique ?

Une **onde mécanique progressive** est la **propagation d'une perturbation** dans un **milieu matériel** (l'eau, l'air, une corde...).

Deux idées essentielles :

- l'onde **transporte de l'énergie** ;
- l'onde ne transporte **pas de matière** : chaque point du milieu est mis en mouvement au passage de l'onde, puis revient à sa position.

Exemple. Un bouchon à la surface de l'eau monte et descend sur place quand une vague passe : il n'est pas emporté par la vague.

II. Ondes transversales et longitudinales

Selon la direction de la perturbation par rapport à la direction de propagation, on distingue deux types d'ondes :

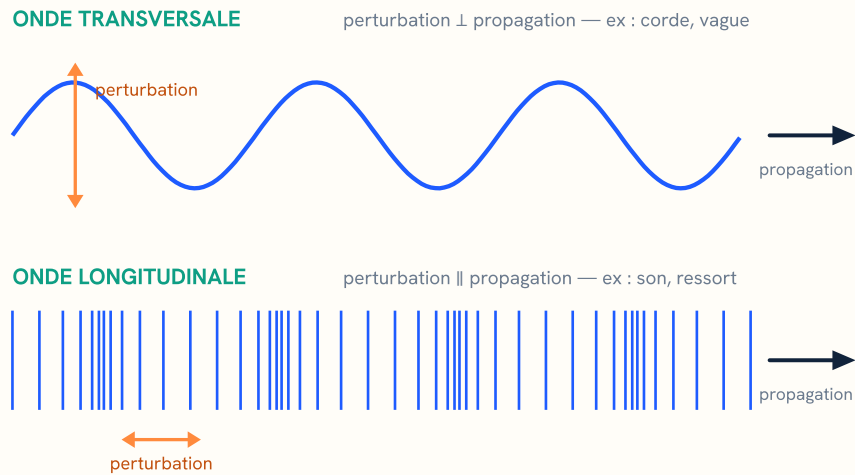


Schéma 1 — Onde transversale (perturbation perpendiculaire à la propagation, comme une corde) et onde longitudinale (perturbation parallèle, comme le son dans un ressort).

- une onde est **transversale** si la perturbation est **perpendiculaire** à la direction de propagation (une corde que l'on secoue, une vague) ;
- une onde est **longitudinale** si la perturbation est **parallèle** à la direction de propagation (le **son** dans l'air, un ressort que l'on comprime).

III. Célérité et retard

La **célérité** v d'une onde est sa **vitesse de propagation**. Elle se calcule comme une vitesse :

Relation. $v = d / \Delta t$: la célérité (en m/s) est la distance parcourue d (en m) divisée par la durée de propagation Δt (en s).

La célérité **dépend du milieu** de propagation (et de ses propriétés), mais **pas** de la forme de la perturbation. Dans l'air, le son se propage à environ **340 m/s**.

Un point M situé à une distance d de la source reproduit le mouvement de la source avec un **retard** :

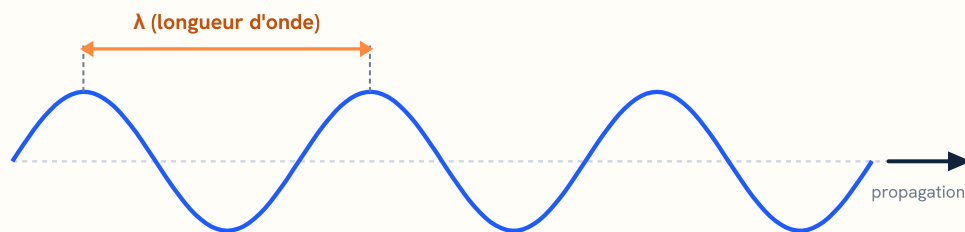
Relation. $\tau = d / v$: le retard τ (en s) est la distance d (en m) divisée par la célérité v (en m/s).

IV. Ondes périodiques : période, fréquence, longueur d'onde

Une onde est **périodique** lorsque la perturbation se **répète** identique à elle-même.

On la caractérise par :

- sa **période T** (en secondes) : la durée d'un motif qui se répète ;
- sa **fréquence f** (en hertz, Hz) : le nombre de motifs par seconde, avec $f = 1 / T$.



$$\lambda = v \times T = v / f$$

v : célérité (m/s) · T : période (s)
 f : fréquence (Hz) · $f = 1/T$

Schéma 2 — Pour une onde périodique, la longueur d'onde λ sépare deux crêtes successives ; elle vaut $\lambda = v \times T = v / f$, où v est la célérité, T la période et f la fréquence.

Dans l'espace, le motif se répète sur une distance appelée **longueur d'onde λ** (en mètres) : c'est la distance entre deux points qui vibrent **de la même façon** (par exemple deux crêtes successives).

Relation à connaître. $\lambda = v \times T = v / f$ (λ en m, v en m/s, T en s, f en Hz).

L'essentiel à retenir

À retenir.

- Une **onde mécanique** propage une perturbation dans un milieu matériel : elle transporte de l'**énergie**, **pas de matière**.
- **Transversale** : perturbation \perp propagation. **Longitudinale** : perturbation \parallel propagation (ex. le son).
- **Célérité** : $v = d / \Delta t$ (dépend du milieu). **Retard** : $\tau = d / v$.
- Onde périodique : $f = 1 / T$ et $\lambda = v \times T = v / f$.

Exercices

Exercice 1 — Transversale ou longitudinale ?

Indique le type d'onde (transversale ou longitudinale) :

1. Une vague à la surface de l'eau.
2. Le son dans l'air.
3. Une onde le long d'une corde que l'on secoue de haut en bas.

Exercice 2 — Calcul de célérité

Un coup de tonnerre produit un son qui parcourt 680 m en 2,0 s dans l'air.

1. Calcule la célérité du son dans l'air.
2. Cette célérité dépend-elle de l'intensité du son (fort ou faible) ?

Exercice 3 — Le retard du tonnerre

Lors d'un orage, on voit l'éclair, puis on entend le tonnerre **3,0 s plus tard**. La célérité du son dans l'air vaut 340 m/s (la lumière, elle, arrive quasi instantanément).

1. À quelle distance se trouve l'orage ? (utilise $\tau = d / v$, soit $d = v \times \tau$)

Exercice 4 — Longueur d'onde

Une onde sonore périodique se propage dans l'air ($v = 340$ m/s) avec une fréquence $f = 170$ Hz.

1. Calcule sa période T .
2. Calcule sa longueur d'onde λ .

Corrigés

Corrigé de l'exercice 1

1. Vague : onde **transversale**.
2. Son : onde **longitudinale**.
3. Corde secouée de haut en bas : onde **transversale**.

Corrigé de l'exercice 2

1. $v = d / \Delta t = 680 / 2,0 = 340$ m/s.
2. **Non** : la célérité dépend du milieu (l'air), pas de l'intensité du son.

Corrigé de l'exercice 3

1. $d = v \times \tau = 340 \times 3,0 = 1020$ m, soit environ 1 km.

Corrigé de l'exercice 4

1. $T = 1 / f = 1 / 170 \approx 5,9 \times 10^{-3}$ s (environ 0,0059 s).
2. $\lambda = v / f = 340 / 170 = 2,0$ m.