

# Les ondes mécaniques

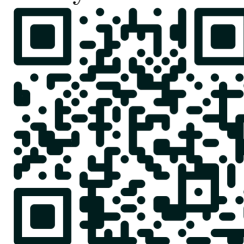
☰ Plan du cours		✍ Exercices
I	Généralités sur les ondes Les deux grandes familles • Ondes transversales et longitudinales	1
	B.1 Ondes transversales . . . . .	2
	B.2 Ondes longitudinale . . . . .	2
	Ondes progressives et stationnaires • Ondes planes, circulaires et sphériques	
	D.1 Milieu Transparent, Homogène et Isotrope (THI) . . . . .	2
	D.2 Définitions . . . . .	2
II	Ondes mécaniques planes, progressives et harmoniques dans un THI (OPPH)	3
	Définition et célérité • Double périodicité	
	B.1 Similarités . . . . .	4
	B.2 Différences . . . . .	4
	B.3 Lien entre périodicité spatiale et temporelle . . . . .	4
	B.4 Bilan . . . . .	4
	Expression mathématique • Milieu dispersif	

🏠 Voir fiche TD

🏠 Voir Activité et Application

🌐 Tous les cours en ligne !

PhysicSensei.fr



## I Généralités sur les ondes

### ☰ Définition

Une onde correspond à la propagation d'une perturbation locale et temporaire, sans transport de matière.

### 💡 Remarque

Lors qu'un phénomène transporte de la matière, nous le mesurons avec sa vitesse. Dans le cas de la propagation d'une perturbation, nous parlons de vitesse de propagation, nous appelons ça la célérité.

## A Les deux grandes familles

### 🧪 Propriété

Il existe deux grandes familles :

- Les ondes mécaniques, qui se propagent uniquement dans un milieu matériel.
- Les ondes électromagnétiques qui peuvent se propager dans les milieux matériels et dans le vide.

### 📄 Méthode 1 : Déterminer la famille de l'onde

Pour savoir si une onde appartient à la famille des ondes mécaniques ou électromagnétiques, il faut donc se poser la question suivante :

Cette onde peut-elle se propager dans le vide ?

Si oui, le phénomène appartient à la famille des rayonnements électromagnétiques.

## B Ondes transversales et longitudinales

### B.1 Ondes transversales

#### ☰ Définition

Une onde est dite transversale lorsqu'un point du milieu affecté par la perturbation se déplace perpendiculairement à la direction de propagation.

### B.2 Ondes longitudinale

#### ☰ Définition

Une onde est dite longitudinale lorsqu'un point du milieu affecté par la perturbation se déplace parallèlement à la direction de propagation de l'onde.

## C Ondes progressives et stationnaires

#### ☰ Définition

Une onde est progressive si les points du milieu qui subissent une perturbation ne sont pas les mêmes au cours du temps.

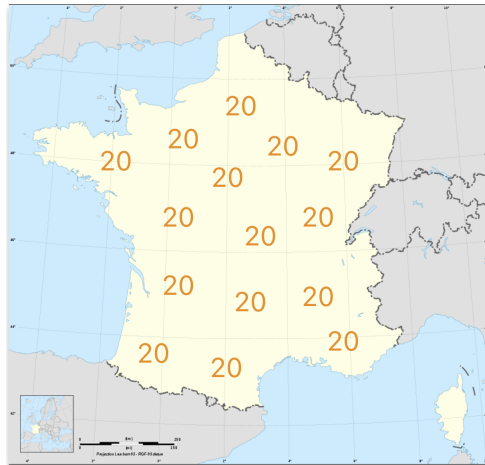
Une onde est stationnaire si des points du milieu ont une amplitude de vibration qui toujours nulle, (on appelle ça les nœuds), et si d'autres points ont une amplitude de vibration maximale (on appelle ça les ventres). Une onde stationnaire ne se propage pas.

## D Ondes planes, circulaires et sphériques

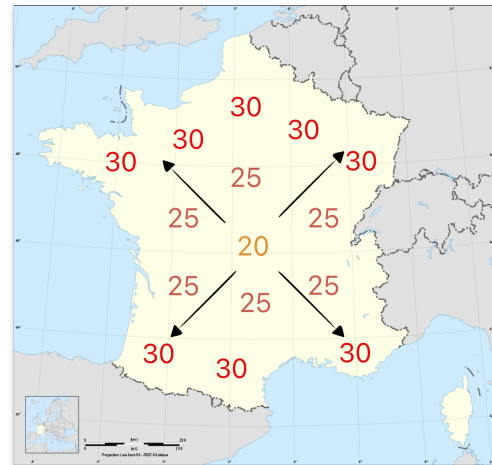
### D.1 Milieu Transparent, Homogène et Isotrope (THI)

#### 💡 Remarque

- Un milieu est dit homogène lorsque ses propriétés physiques sont les mêmes en tout point.
- Un milieu est dit isotrope lorsque ses propriétés sont identiques dans toutes les directions.



Homogène



Isotrope

### D.2 Définitions

#### ☰ Définition

Si la propagation de l'onde ne se fait que dans une seule direction, l'onde est plane.  
 Si la propagation de l'onde se fait dans deux directions, l'onde est circulaire.  
 Si la propagation de l'onde se fait dans les trois directions, l'onde est sphérique.

## Exercice 1 Nature des ondes



Vous allez travailler sur l'animation de PhetColorado. Pour cela, veuillez scanner le QR-Code ci-contre :



Mettre la simulation sur « Osciller » sans extrémité / Ralenti / amplitude de 0,75 cm / fréquence de 2 Hz / aucun amortissement / tension

**Q1** Compléter le tableau ci-dessous en cochant la bonne réponse.

Caractéristique	Choix 1	Choix 2
Famille de l'onde	<input type="checkbox"/> Onde mécanique	<input type="checkbox"/> Onde électromagnétique
Type d'onde	<input type="checkbox"/> Transversale	<input type="checkbox"/> Longitudinale
Nature de l'onde	<input type="checkbox"/> Progressive	<input type="checkbox"/> Stationnaire
Forme de l'onde	<input type="checkbox"/> Plane	<input type="checkbox"/> Circulaire ou Sphérique

Mettre la simulation sur « Osciller » avec extrémité fixe / normal / amplitude de 0,10 cm / fréquence de 0,84 Hz / aucun amortissement / tension élevée

**Q2** Compléter le tableau ci-dessous en cochant la bonne réponse.

Caractéristique	Choix 1	Choix 2
Famille de l'onde	<input type="checkbox"/> Onde mécanique	<input type="checkbox"/> Onde électromagnétique
Type d'onde	<input type="checkbox"/> Transversale	<input type="checkbox"/> Longitudinale
Nature de l'onde	<input type="checkbox"/> Progressive	<input type="checkbox"/> Stationnaire
Forme de l'onde	<input type="checkbox"/> Plane	<input type="checkbox"/> Circulaire ou Sphérique

## II Ondes mécaniques planes, progressives et harmoniques dans un THI (OPPH)

### A Définition et célérité

#### Définition

Les ondes dont le profil est une courbe en sinus ou cosinus sont des ondes sinusoïdales. Elles sont appelées ondes harmoniques en acoustique et ondes monochromatiques en optique.

#### Remarque

Dans le réel, une onde n'est jamais une OPPH.

#### Propriété

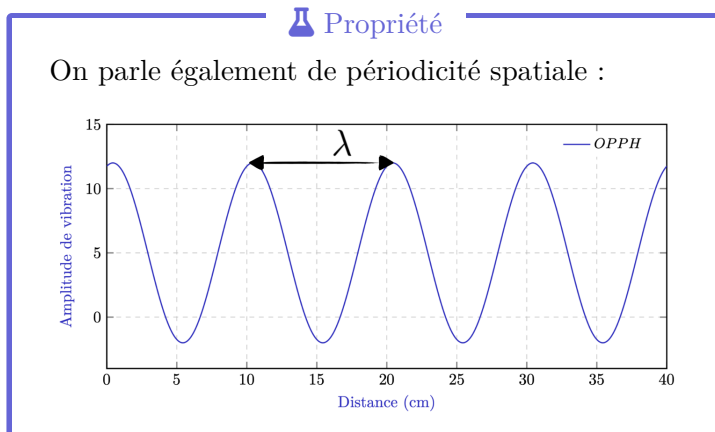
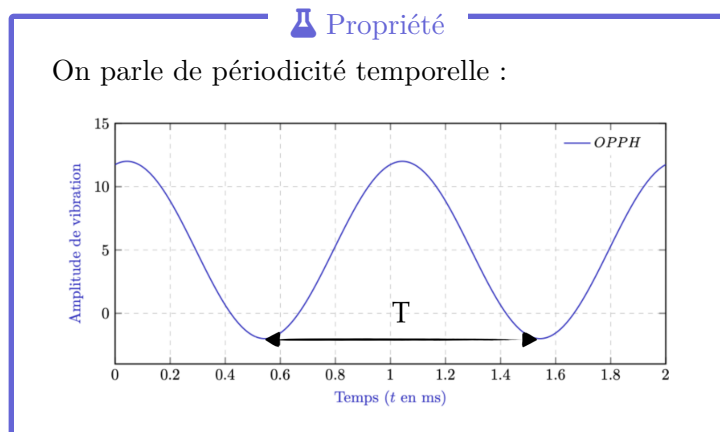
L'OPPH se propageant dans un milieu transparent, linéaire et isotrope est « une situation analogue » au signal sinusoïdal alternatif en entrée d'un système linéaire.

Il existe donc un lien fort entre les ondes et les signaux analogiques vues tout au long de l'année!

## B Double périodicité

### B.1 Similarités

### B.2 Différences



**Attention !**

Pour savoir de quelle périodicité traitent les graphes, il suffit de regarder l'unité de l'axe des abscisses !

### B.3 Lien entre périodicité spatiale et temporelle

#### X<sup>1</sup> Formule

La longueur d'onde  $\lambda$  correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période temporelle  $T$ . Cela conduit à une relation fondamentale entre les grandeurs caractéristiques de l'onde :

$$\lambda = v \times T \quad \text{ou encore} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

où :

- $\lambda$  : longueur d'onde ou période spatiale (en mètre)
- $T$  : période temporelle (en seconde)
- $f$  : fréquence de l'onde (en Hertz)
- $v$  : célérité de l'onde (en mètre par seconde)

### B.4 Bilan

Grandeurs temporelles			Grandeurs spatiales		
Symbole/Formule	Nom	Unité	Symbole/Formule	Nom	Unité

**C** Expression mathématique**X<sup>1</sup>** Formule

L'onde plane progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) se propageant dans le sens des «  $x$  positifs » (sens des  $x$  croissants) est décrite par la fonction :

$$f(x, t) = A \times \cos(kx - \omega t + \varphi)$$

L'onde plane progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) se propageant dans le sens des «  $x$  négatifs » (sens des  $x$  décroissants) est décrite par la fonction :

$$f(x, t) = A \times \cos(kx + \omega t + \varphi)$$

où :

- $A$  : amplitude de l'onde, de même unité que  $f(x, t)$ ,
- $k$  : module d'onde, en  $rad/m$ ,
- $\omega$  : pulsation de l'onde, en  $rad/s$ ,
- $\varphi$  : phase à l'origine, i.e., pour  $x = 0$  et  $t = 0$ , en radians.

**D** Milieu dispersif**D** Définition

Un milieu est non dispersif, si quel que soit la fréquence de l'OPPH, la célérité est la même. Si la célérité d'une OPPH dans un milieu matériel dépend de la fréquence de cette onde, le milieu est dit alors dispersif.

**✓** Exemple

L'eau est un milieu dispersif, ce qui signifie que la vitesse de propagation des ondes dépend de leur fréquence. Les ondes de haute fréquence se propagent plus rapidement que celles de basse fréquence. Cette propriété explique pourquoi les animaux marins utilisent des sons à haute fréquence, voire des ultrasons, pour communiquer efficacement sous l'eau.