

PARTIE 1 - OBSERVER : ONDES ET MATIÈRE

Chapitre 2 : Caractéristiques des ondes (p. 37)

Compétences exigibles :

- ✓ Définir une onde progressive à une dimension.
- ✓ Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).
- ✓ *Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.**
- ✓ Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.
- ✓ Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.
- ✓ *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.**
- ✓ Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.
- ✓ *Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.**

(*) *Savoir-faire expérimentaux.*

I- Qu'est-ce qu'une onde progressive ? (p. 42)

ED : À quoi correspond une onde progressive ? et comment se propage-t-elle ?

App, Ana

1. Qu'est ce qu'une onde progressive ? (p. 42)

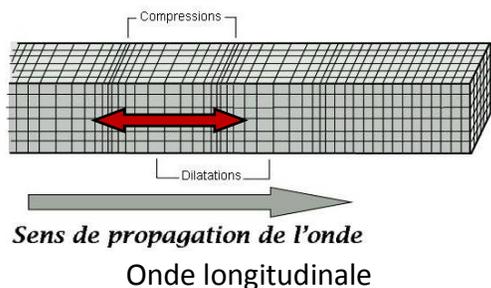
Une **onde progressive** est le phénomène de **propagation d'une perturbation**, dans toutes les directions qui lui sont offertes, **sans transport de matière** mais avec **transport d'énergie**.

Une perturbation qui s'accompagne d'une **déformation de la matière** est appelée **onde mécanique**.

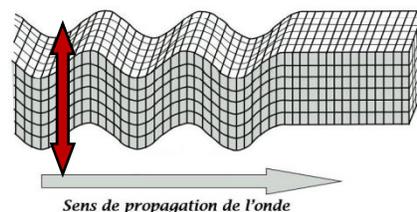
Une onde qui ne se propage que dans **une seule direction** est appelée une onde progressive à **une dimension** (onde le long d'une corde).

On distingue les **ondes transversales** (perturbation perpendiculaire à la direction de propagation) et les **ondes longitudinales** (perturbation parallèle à la direction de propagation).

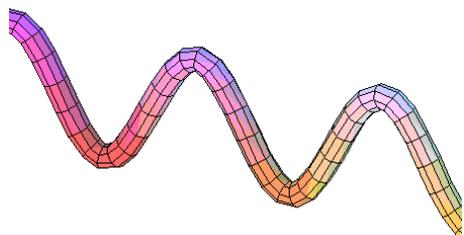
Il existe aussi des ondes à **deux dimensions** (houle en surface) ou à **trois dimensions** (le son).



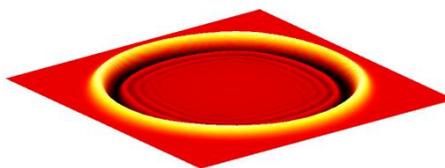
Onde longitudinale



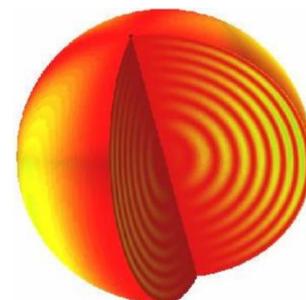
Onde transversale



Onde à une dimension



Onde à deux dimensions



Onde à trois dimensions

2. Vitesse de propagation d'une onde (p. 43)

La **célérité** (ou **vitesse de propagation**) d'une onde mécanique progressive est donnée par la relation :

$$v = \frac{d}{\tau}$$

v , célérité de l'onde en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

d , distance parcourue par la perturbation en m

τ , durée pour parcourir la distance d en s

Remarque :

→ On préfère le mot célérité au mot vitesse auquel est associé la notion de déplacement de matière (vitesse d'une automobile, d'une particule, etc.).

→ La célérité d'une onde mécanique ne dépend que du milieu de propagation, c'est une caractéristique du milieu de propagation. Elle ne dépend pas ni du type de perturbation ni de son amplitude.

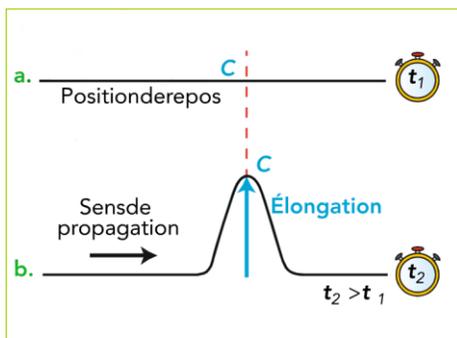
3. Notion de retard et d'élongation (p. 43)

Lors du passage d'une onde en un point du milieu, celui-ci se déplace suivant la déformation.

L'écart entre la position du point au repos et la position du point au passage de l'onde s'appelle l'**élongation**.

Lorsque la déformation se propage d'un point A à un point B, elle atteint le point B avec un **retard** τ

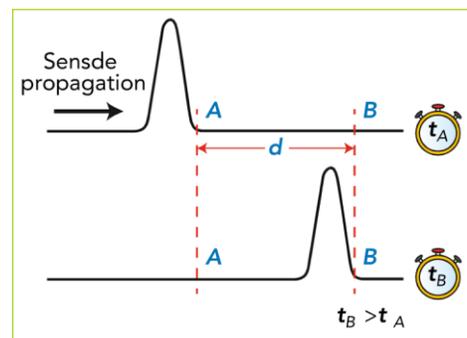
correspond au temps de parcours de la distance AB. On a alors : $\tau = \frac{AB}{v}$



Doc. 6 Élongation du point C à deux instants :

a. l'élongation est nulle ;

b. l'élongation est non nulle.



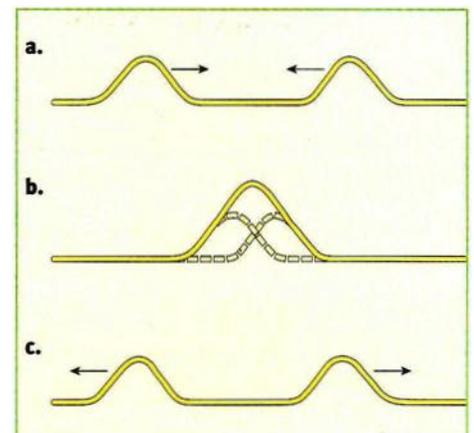
Doc. 5 Aspect de la corde

à deux instants, t_A et t_B .

Entre ces deux instants, la perturbation a progressé d'une distance $d = AB$.

Remarque : Que se passe-t-il lorsque deux ondes se croisent ?

L'observation nous montre que deux ondes peuvent se croiser sans se perturber. L'amplitude de l'onde résultante au croisement est la somme des amplitudes.



Doc. 16. Les perturbations de deux ondes qui se rencontrent s'additionnent.

Exercices n°(1) p. 47, n°(6), (7), 8, (9) p. 50, n°18, 20 p. 52 et n°22 p. 53

II- Qu'est-ce qu'une onde progressive périodique ? (p. 43)

TP n°2 : Mesure de la célérité d'une onde et caractéristiques d'une onde progressive

périodique sismiques

App, Réa, Val, Com

1. Qu'est ce qu'une onde périodique ? (p. 43)

Une onde est **périodique** lorsque la **perturbation est périodique**, c'est-à-dire, qu'elle se reproduit à l'**identique**, à intervalles **de temps égaux**.

On appelle ce temps caractéristique la **période**, notée **T**. On définit alors la **fréquence** du phénomène **f** qui est le **nombre de fois que le phénomène se reproduit en une seconde**.

On a $f = \frac{1}{T}$ avec **f** en **Hertz (Hz)** et **T** en **seconde (s)**.

Remarque : La fréquence d'une onde périodique est imposée par la source et **ne dépend pas du milieu**.

2. Qu'est ce qu'une onde progressive sinusoïdale ? (p. 43)

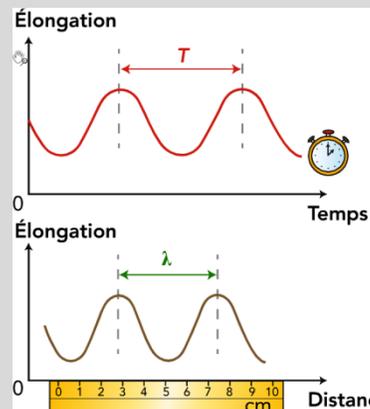
Une onde progressive est **sinusoïdale** si l'élongation d'un point du milieu est une **fonction sinusoïdale** du temps (du type $y(t) = Y_{\max} \cos(\frac{2\pi}{T} t + \phi)$), elle est donc **périodique**.

3. La double périodicité (p. 44)

Les ondes progressives sinusoïdales ont une **double périodicité** :

- une **période temporelle, T**, appelée **période**
- une **période spatiale, λ**, appelée **longueur d'onde**.

La **longueur d'onde, λ**, d'une onde progressive sinusoïdale est la **plus petite distance** séparant deux points du milieu pour lesquels **les ondes sont en phases** (le même mouvement au même moment). Elle s'exprime en mètre.



Élongation en un point donnée en fonction du temps.

Élongation en plusieurs points à un instant donnée.

Remarque :

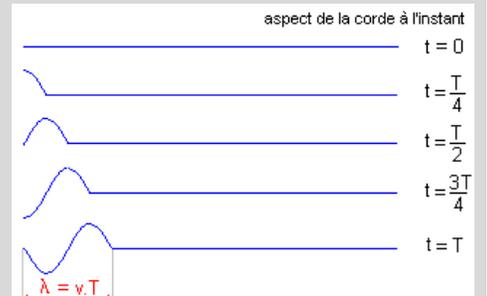
- Pour étudier l'onde périodique dans le **temps** (période temporelle), il a fallu **fixer le paramètre d'espace**... On regarde un point !
- Pour étudier l'onde périodique dans l'**espace** (période spatiale), il a fallu **fixer le paramètre de temps**... On « prend une photo » !

4. Quelle est la relation entre longueur d'onde et période ? (p. 44)

La longueur d'onde λ est aussi la distance parcourue par l'onde pendant une période **T**.

On a donc $\lambda = v \cdot T$ ou $\lambda = v / f$

avec λ en mètre (m), v en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$), **T** en seconde (s) et **f** en Hertz (Hz).



Exercices n°(2) p. 47, n°(10), 11, (12), 13, (14) p. 51 et n°23 p.53

III- Quelles sont les caractéristiques des ondes sonores ou ultrasonores ? (p. 44)

TP n°3 : Acoustique musicale – pages 40 et 41

App, Aut, Ana, Réa, Val

1. Définition

Une onde sonore est un phénomène périodique qui se propage par une suite de **compressions** et de **dilatations** du milieu de propagation.

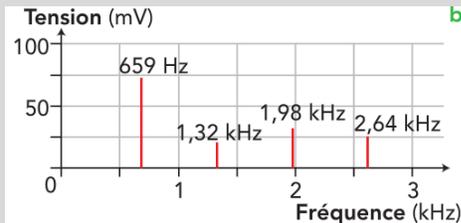
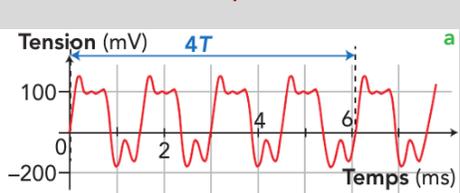
Elle nécessite un **support matériel** et ne se propage donc pas dans le vide : c'est une **onde mécanique** progressive.

2. La perception des ondes sonores (p. 44)

Le domaine de fréquences **audibles** se situe entre **20 et 20 000 Hz**. Au-delà d'une fréquence de 20 000 Hz, on parle d'**ultrasons**.

3. Le spectre du son (p. 45)

Un signal sonore de fréquence f_1 se décompose en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences f_n , multiples de f_1 . Le signal de fréquence f_1 est le **fondamental** et ceux de fréquence f_n sont les **harmoniques**. Le **spectre en fréquence**, ou **analyse spectrale**, est la représentation de l'amplitude relative d'un signal en fonction de la fréquence.



Doc. 12 a. Oscillogramme d'un Mi₄ joué à la guitare.
On a mesuré : $4T = 6,1 \times 10^{-3}$ s soit :
 $T = 1,5 \times 10^{-3}$ s et donc $f = \frac{1}{T} = 6,6 \times 10^2$ Hz
b. Spectre en fréquences correspondant.

L'analyse spectrale permet de caractériser :

- la **hauteur** d'un son qui est liée à la fréquence du fondamental,
- le **timbre** du son, qui caractérise chaque instrument de musique, et qui est lié au nombre et à l'amplitude des harmoniques.

4. Le niveau d'intensité sonore (p. 45)

ED : Niveau d'intensité sonore

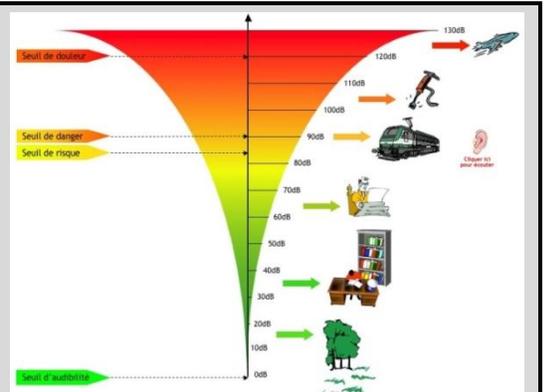
App, Ana, Val

L'**intensité sonore** I est l'énergie transportée par une onde sonore par unité de temps et de surface. Elle s'exprime en watt par mètre carré ($W \cdot m^{-2}$).

Le **niveau d'intensité sonore** L (exprimé en **décibel, dB**) d'un son d'intensité I est donné par la relation :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} I \text{ et } I_0 \text{ en } W \cdot m^{-2} \\ L \text{ en dB} \end{array}$$

I_0 correspond au seuil d'audibilité moyenne de l'oreille humaine $I = 10^{-12} W \cdot m^{-2}$. C'est une intensité sonore de référence.



Remarque :

- Le niveau d'intensité sonore se mesure avec un sonomètre,
- Le seuil d'audibilité correspond à un niveau d'intensité sonore de 0 dB,
- Lorsque l'intensité sonore est multipliée par deux, le niveau d'intensité sonore n'augmente que de 3 dB.

Exercices n°15, (16), (17) p. 52, n°21 p. 53, n°25 p. 54 et n°29 p. 55