

# Chapitre 10 : Les ondes, généralités

## Extrait Programme 1STI2D

<p>Ondes mécaniques. Ondes électromagnétiques.</p> <p>Phénomène de propagation.</p> <p>Onde longitudinale, onde transversale.</p> <p>Ondes périodiques. Ondes sinusoïdales. Période. Longueur d'onde.</p> <p>Relation entre période, longueur d'onde et célérité.</p> <p>Onde et transport de l'information.</p> <p>Phénomènes de transmission, de réflexion d'absorption.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Citer des exemples d'ondes mécaniques (sonores, sismiques, etc.) et leurs milieux matériels de propagation.</li> <li>- Distinguer le cas particulier de l'onde électromagnétique qui ne nécessite pas de milieu matériel de propagation.</li> <li>- Associer la propagation d'une onde à un transfert d'énergie sans déplacement de matière.</li> <li>- Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale.</li> <li>- <i>Mettre en œuvre un guide d'onde.</i></li> <li>- Définir et déterminer (par une mesure ou un calcul) les grandeurs physiques caractéristiques associées à une onde périodique.</li> <li>- Pour une onde sinusoïdale, citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence.</li> <li>- Associer une onde à une perturbation qui se propage, dont les caractéristiques peuvent transporter des informations.</li> <li>- Associer le transport de l'information à la propagation entre l'émetteur et le récepteur d'une onde modulée selon un code donné.</li> <li>- <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'observer les phénomènes de transmission, d'absorption et de réflexion d'une onde.</i></li> </ul>
--	---

## I- Différentes ondes

Activité à la maison : faire l'activité 1 p 194 (facultatif)

### 1- Définitions

Une onde progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation. Elle s'accompagne d'un transport d'énergie sans transport de matière, dans toutes les directions possibles à partir d'une source.

Une onde mécanique a besoin d'un milieu matériel pour se propager alors qu'une onde électromagnétique peut se propager dans un milieu matériel ou dans le vide.

Exemples : Classer les ondes suivantes selon leur nature : onde mécanique ou onde électromagnétique :

Les ondes sonores, la lumière visible, les UV, une onde à la surface de l'eau, les ondes radio, rayons X, les ondes sismiques.

Ondes mécaniques	Ondes électromagnétiques
ondes sonores, une onde à la surface de l'eau, les ondes sismiques	les ondes radio, la lumière visible, les UV, les rayons X

Les ondes possèdent une vitesse de propagation, ou célérité.

La célérité des ondes mécaniques dépend de leur nature et du milieu de propagation.

La célérité des ondes électromagnétique est une constante dans le vide  $c_{vide} = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

## 2- Ondes transversale et longitudinale

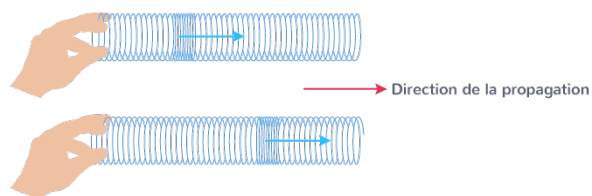
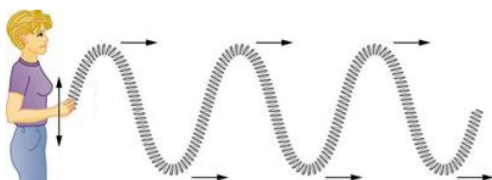
Deux catégories d'ondes

Onde transversale

Onde longitudinale

La perturbation s'effectue dans une direction **perpendiculaire** à celle de propagation

La perturbation s'effectue dans une direction **parallèle** à celle de propagation



[Application : n°1 p 202](#)

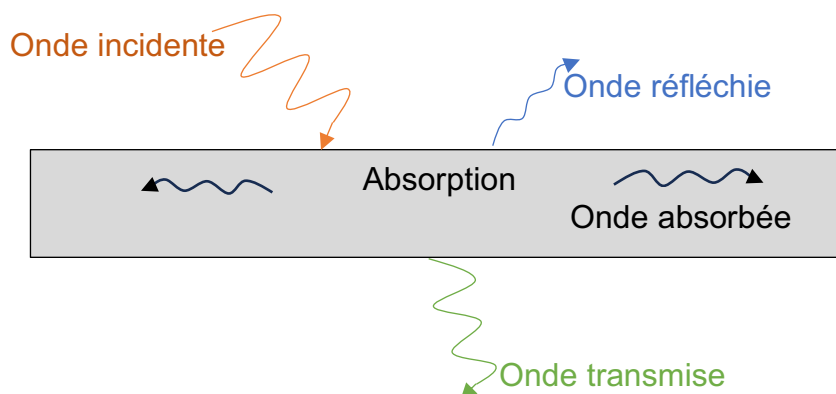
## II- Transport de l'information

### 1- Ondes et matériau

Les ondes peuvent subir des phénomènes de réflexion et de réfraction.

Lorsqu'une onde rencontre un matériau :

- Une partie de son énergie est réfléchi
- Une partie est transmise à travers le matériau
- Une dernière partie est absorbée par le matériau.



Suivant les propriétés de l'onde et du matériau, ces trois phénomènes n'ont pas la même importance.

$$E_{\text{totale}} = E_{\text{réfléchi}} + E_{\text{absorbée}} + E_{\text{transmise}}$$

## 2- L'onde, support de l'information

Afin de transmettre une information, il y a besoin d'une chaîne de transmission composée d'un émetteur, d'un milieu de propagation et d'un récepteur.

Le milieu et le mode de propagation utilisés dépendent de la nature des informations à transmettre. (Les ondes EM sont plus souvent utilisées)

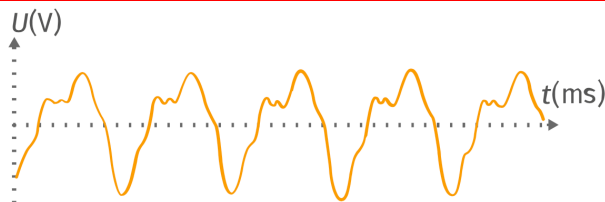
Pour des raisons pratiques (meilleure propagation sur de longues distances), l'information à transmettre est mélangée à une onde porteuse, puis codée. L'onde obtenue se propage jusqu'à un récepteur qui détache l'information de l'onde porteuse, et décode le message.

[Application](#) : Faire l'activité 4 p 197

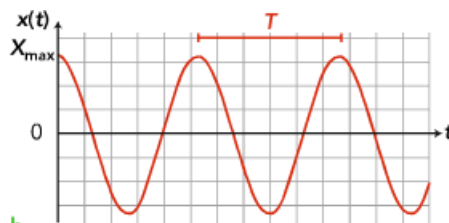
## III- Les ondes périodiques

### 1- Définition

Une onde progressive est **périodique** si la perturbation se reproduit identique à elle-même à des intervalles de temps réguliers. Il y a donc un motif élémentaire qui se répète au cours du temps.



Une onde progressive **sinusoïdale** est la propagation d'une perturbation décrite par une fonction sinusoïdale du temps.



### 2- Période et fréquence

La période temporelle T (en s) d'une onde périodique est la durée du motif élémentaire. La fréquence f (en Hz ou s<sup>-1</sup>) d'une onde périodique est l'inverse de la période T :

$$f = \frac{1}{T}$$

[Application](#) : n°1 feuille

### 3- La longueur d'onde

La longueur d'onde d'une onde périodique se note  $\lambda$  (lambda), elle correspond à la distance parcourue par l'onde durant une période.

Elle s'exprime en mètres (m) et elle est liée à la période par :

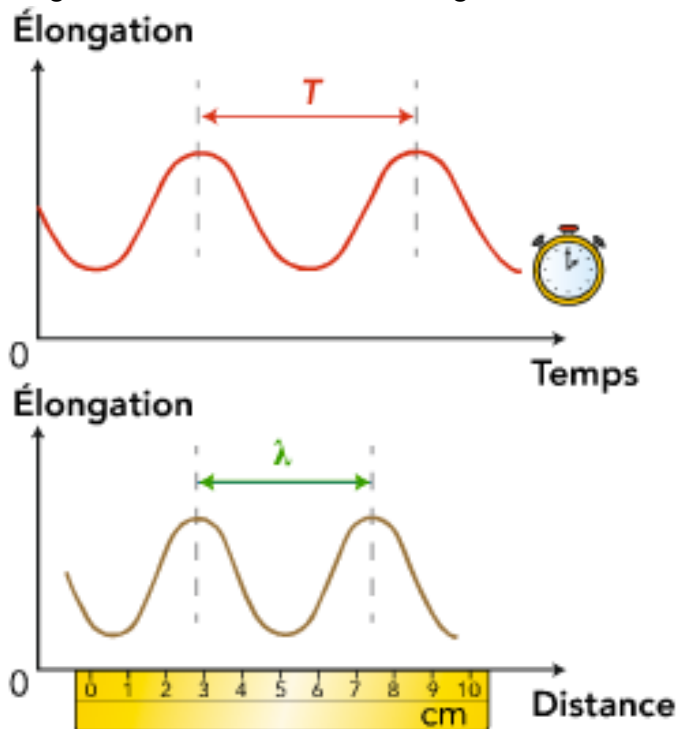
$$\lambda = v \times T \quad \text{ou} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

avec  $v$  la célérité de l'onde en  $\text{m.s}^{-1}$  et  $T$  la période temporelle en s.

#### Attention !

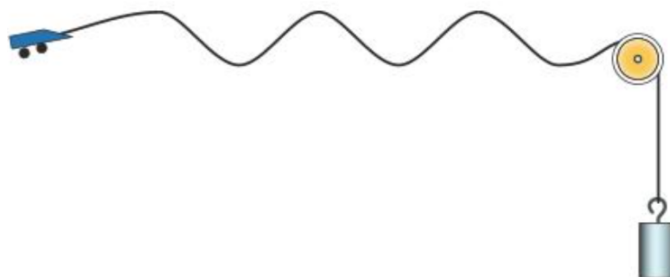
Si on possède le tracé d'une onde progressive, il faut regarder quelle grandeur est portée en abscisse :

- Pour mesurer la période temporelle  $T$ , l'abscisse est graduée en durée
- Pour mesurer la longueur d'onde, l'abscisse est graduée en distance



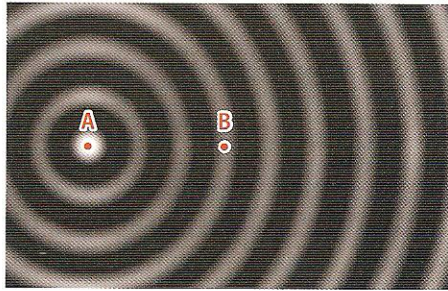
#### Applications :

- 1) Une onde provoquée par un vibreur se propage le long d'une corde élastique tendue.



- Repérer sur le schéma l'amplitude et la longueur d'onde de l'onde.
- Le vibreur a une fréquence de 100 Hz. Calculer la période de l'onde mécanique.
- La longueur d'onde vaut 15 cm. Calculer la célérité de l'onde.

2) On étudie le document photographique ci-dessous. Donnée : échelle :  $AB = 3 \text{ cm}$ .



Déterminer le plus précisément possible la longueur d'onde  $\lambda$  et calculer la célérité  $v$  des ondes. Pour cette expérience, la fréquence des vibrations est  $f_1 = 8,0 \text{ Hz}$ .

Application : n°4 p 202

Bilan : n°9 p 204, n°2 feuille



# LES ONDES

Les ondes  
 mécaniques / électromagnétiques  
 se propagent dans milieu matériel / milieu matériel (+ vide)

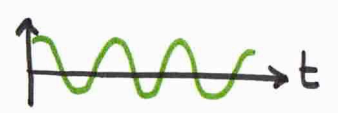
**DEF** propagation d'une perturbation  
 déplacement → énergie  
 → matière

Interactions avec la matière  
 onde incidente → onde réfléchie  
 onde absorbée  
 onde transmise

onde transversale / longitudinale  
 perturbation ⊥ propagation  
 perturbation // propagation


Onde sinusoïdale



## Les ondes PÉRIODIQUES

**DEF** motif élémentaire qui se répète régulièrement

Période et fréquence  $f$




$T = \text{durée d'1 motif élémentaire}$

Hertz (Hz) →  $f = \frac{1}{T}$

$$\lambda = v \times T$$

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

longueur d'onde  $\lambda$  (lambda)

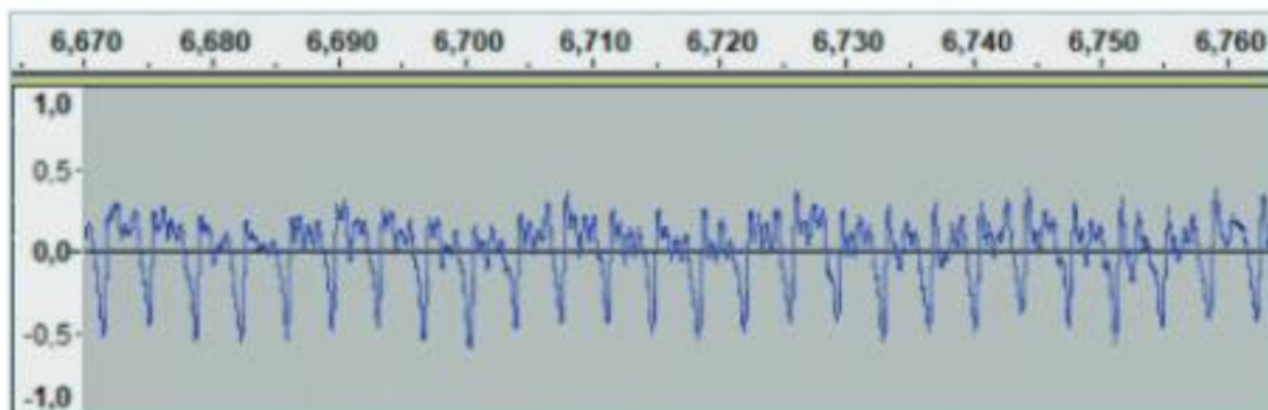


$m \rightarrow \lambda = \text{distance parcourue pendant 1 période}$

# Exercices d'application Chapitre 10

## Exercice n°1 :

Un microphone a capté un son émis par un instrument de musique. Le microphone est relié à un ordinateur utilisant le logiciel Audacity, grâce auquel on obtient l'enregistrement ci-dessous.



**Enregistrement sonore Audacity®. Temps en secondes en abscisses, intensité sonore en ordonnées.**

- 1) Le signal obtenu est périodique, mais l'aspect n'est pas aussi net qu'avec du matériel sophistiqué.
  - a. Identifier le motif élémentaire.
  - b. Combien de fois se répète-t-il sur cet enregistrement ?
- 2) Calculer la valeur de la période  $T$  de ce signal de la manière la plus précise possible.
- 3) En déduire la valeur de la fréquence  $f$  de ce signal.
- 4) Quelle note est jouée par l'instrument ?

Note	Do	Do#	Ré	Ré#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#
Fréquence (Hz)	261,6	277,2	293,7	311,1	329,6	349,2	370,0	392,0	415,2

Note	La	La#	Si
Fréquence (Hz)	440,0	466,2	493,9

## Exercice n°2 : BILAN

Un talkie-walkie est un émetteur-récepteur radio portatif, permettant la communication radiophonique de courte distance entre deux personnes disposant chacune d'un appareil.

Le talkie-walkie dispose de 8 canaux de communication autorisés dans tous les pays, activés par défaut.

Chaque canal est associé à une onde électromagnétique, dite "porteuse". Les deux personnes doivent sélectionner le même canal pour pouvoir communiquer.

## Talkie-walkie

## Fréquences des porteuses des différents canaux



Canal	Fréquence (MHz)
1	446,00625
2	446,01875
3	446,03125
4	446,04375
5	446,05625
6	446,06875
7	446,08125
8	446,09375

*Extrait de la notice d'un talkie-walkie*

On s'intéresse d'une part à l'antenne du talkie-walkie, puis à la qualité de la transmission d'un son musical.

### 1. Antenne de la radio

Les antennes les plus simples sont les antennes dites « dipolaires », constituées de deux brins conducteurs et alimentées en leur milieu. Pour une qualité d'émission optimale, la longueur d'une antenne dipolaire doit être égale à la longueur d'onde de la porteuse, ou à un sous-multiple de la longueur d'onde : demi-longueur d'onde (antenne dite « demi-onde ») ou quart de longueur d'onde (antenne dite « quart d'onde »).

- 1.1. Calculer la longueur de l'antenne dipolaire demi-onde qu'il faudrait utiliser sur ce talkie-walkie, pour émettre sur le canal n°3. Exprimer le résultat avec 3 chiffres significatifs.

**Donnée :** La vitesse des ondes électromagnétique est :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- 1.2. En se basant sur la photographie ci-dessus, indiquer si l'antenne du talkie-walkie semble être une antenne dipolaire demi-onde.

### 2. Transmission d'un son musical

On souhaite savoir si une petite mélodie jouée avec un instrument de musique peut être transmise par un talkie-walkie sans être déformée.

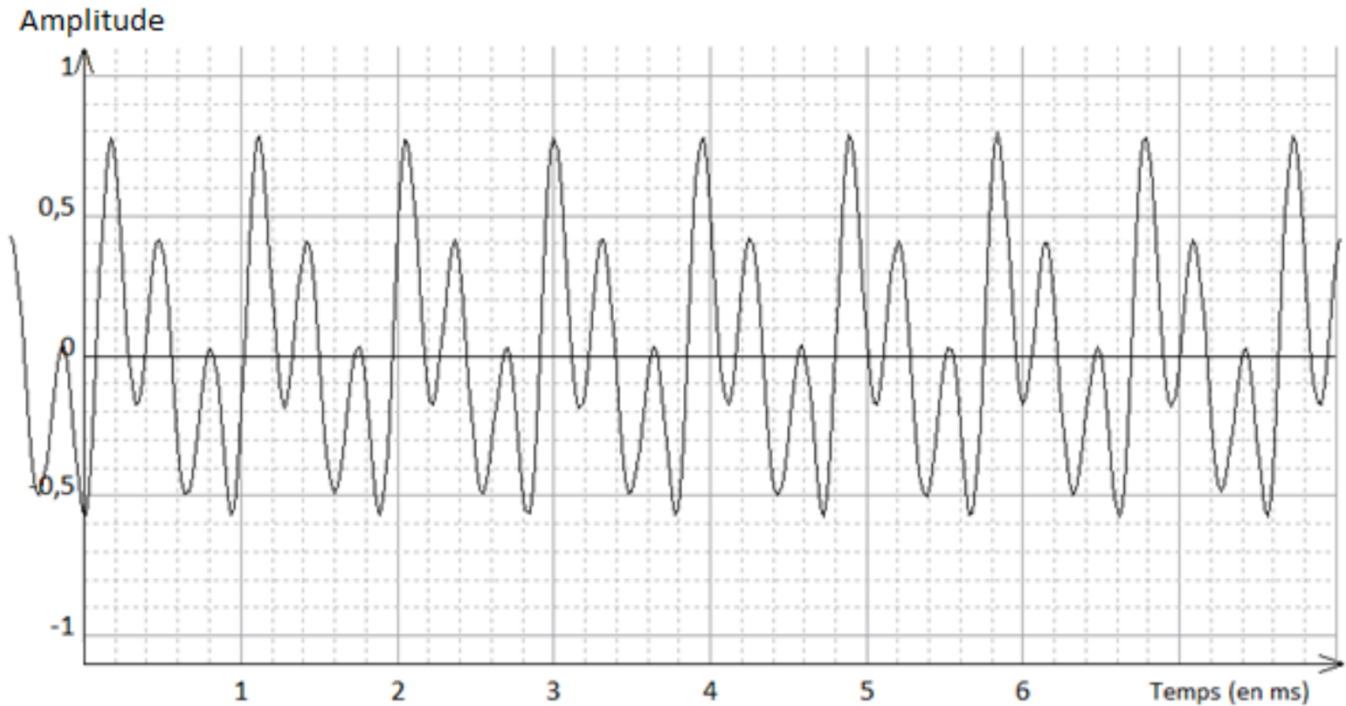
On appelle « bande passante » d'un canal la largeur de l'intervalle des fréquences susceptibles d'être transmises par ce canal.

Pour que la mélodie soit transmise sans déformation, il est nécessaire que la bande passante du canal 3 soit suffisamment large.

Pour cela, on enregistre la note la plus aiguë de l'instrument pour déterminer la fréquence maximale que pourrait contenir la mélodie.

Un son pur est un son dont le signal est sinusoïdal. Un son complexe est un son dont le signal est périodique mais non sinusoïdal.

**Portion du signal temporel enregistré pour la note la plus aiguë de l'instrument.**



2.1. Indiquer, en justifiant, si le son enregistré est un son pur ou un son complexe.

Chaque note de musique correspond à une fréquence précise.

**Correspondance entre quelques notes de musique et leurs fréquences**

Note de musique	fa <sub>4</sub>	sol <sub>4</sub>	la <sub>4</sub>	si <sub>4</sub>	do <sub>5</sub>	ré <sub>5</sub>	mi <sub>5</sub>	fa <sub>5</sub>
Fréquence (en Hz)	689,5	784,0	880,0	987,8	1046	1175	1319	1397

2.2. À l'aide de l'enregistrement, déterminer la note de musique qui est jouée.

Pour pouvoir transmettre sans déformation un signal de fréquence donnée, la bande passante utilisée doit être au moins égale au double de la fréquence  $f_m = 5\,250$  Hz.

On précise que la bande passante de chaque canal correspond à l'écart de fréquence entre les porteuses de deux canaux successifs.

2.3. Déterminer si la bande passante du canal 3 du talkie-walkie est suffisante pour transmettre intégralement n'importe quelle mélodie jouée par l'instrument utilisé, sans déformer le signal.