

**I Qu'est-ce qu'une onde mécanique progressive ?**

**1) Définition**

• Une ..... est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel (contrairement aux ondes électromagnétiques qui peuvent se propager dans le vide).

*Exemples* : le son, onde le long d'une corde, onde le long d'un ressort, ondes sismiques, vagues à la surface de l'eau, ...



• Une onde mécanique est ..... car la perturbation se propage ..... plus ou moins rapidement. L'onde ne s'accompagne pas d'un déplacement global de la matière, mais seulement d'un déplacement local et temporaire de particules.

• Une onde mécanique transporte avec elle de l'.....

*Exemple* : bateau soulevé par une vague, dégâts causés par un séisme ou par un tsunami, ...

**Doc. 1 Bateau dans la houle**

Le bateau bouge localement verticalement mais revient à sa position initiale après passage de l'onde.

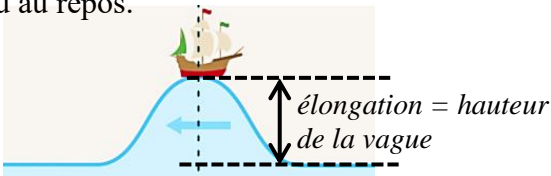
Sens de propagation de l'onde

.....  
 .....  
 .....

**2) Exemples de grandeurs physiques qui varient**

Pour étudier la propagation d'une onde mécanique, on mesure une ..... appelée .....

*Exemple* : pour la propagation d'une vague à la surface de l'eau, on mesure la ..... par rapport à la surface de l'eau au repos.



	Onde le long d'une corde	Onde le long d'un ressort	Onde sonore dans l'air
Exemples d'onde mécanique			
Milieu élastique de propagation	Corde	Ressort	Air
Élongation (grandeur physique qui varie)	Distance d'un point de la corde par rapport à sa position de repos	Distance de la position d'une spire par rapport à sa position de repos	Pression de l'air par rapport à la pression moyenne

**3) Ondes transversales et longitudinales**

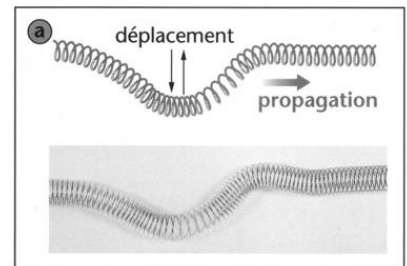
Lors du passage de l'onde, les particules du milieu sont momentanément mises en mouvement.

**Une onde est transversale** .....

.....

.....

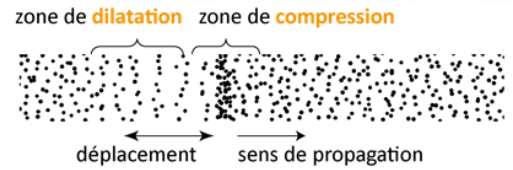
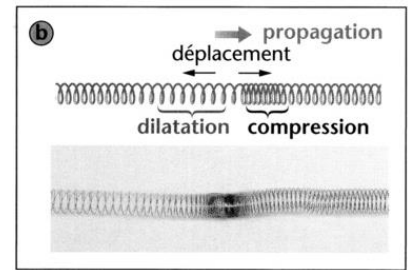
*Exemple* : propagation le long d'un ressort ou d'une corde.



**Une onde est longitudinale .....**

*Exemples* : propagation le long d'un ressort, propagation d'une onde sonore dans un gaz.

Une onde mécanique longitudinale se propage .....



## II La célérité d'une onde mécanique

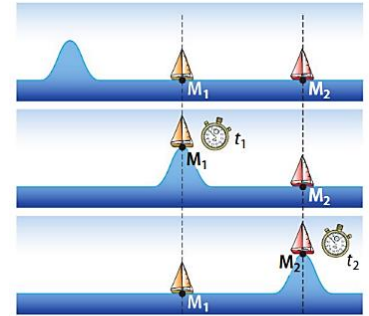
### 1) Le retard

Une onde progressive qui se propage atteint le point  $M_1$  à un instant  $t_1$  puis le point  $M_2$  à un instant  $t_2$ .

Le décalage temporel entre ces deux instants est appelé « ..... » de l'onde.

**Le retard d'une onde se propageant entre un point  $M_1$  et un point  $M_2$  est**

**Il se note ..... (« tau » dans l'alphabet grec) et se mesure en .....**



**Doc. 4** Le retard de la vague lors de sa propagation entre  $M_1$  et  $M_2$  est  $\tau = t_2 - t_1$ .

### 2) La célérité

Le terme « ..... » désigne la ..... d'une onde progressive. Il permet d'insister le fait qu'il n'y a pas propagation globale de matière (Il ne s'agit pas de la vitesse de déplacement d'un objet). Elle est quand même notée «  $v$  ».

**Une onde se propageant d'un point  $M_1$  à un point  $M_2$  avec un retard  $\tau$  a une célérité qui se calcule par :**

$M_1M_2$  ou  $d$  en mètre (m)  
 $\tau$  en seconde (s)  
 $v$  en mètre par seconde ( $m.s^{-1}$ )

La célérité d'une onde dépend du type d'onde et également du .....

Plus le milieu est rigide (difficile à déformer), plus la célérité est .....

Milieu	Air	Eau	Acier
Célérité du son ( $m.s^{-1}$ )	340	1 500	5 600

*Exercices* :

1) Deux bouées, distantes de 5,0 km, détectent une vague avec un retard de 36 s. Calculer la célérité de la vague.

2) Calculer la distance parcourue par une onde en 34 min si sa célérité est  $v = 2,7 m.s^{-1}$ .

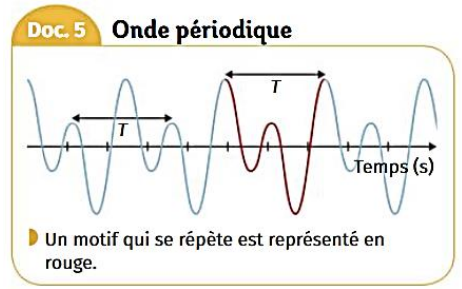
3) Une onde se déplace à la célérité  $v = 4,5 m.s^{-1}$  dans un milieu. Calculer avec quel retard elle arrivera à un récepteur situé à 240 cm de sa source.

### III Les ondes mécaniques progressives périodiques

Quand le phénomène qui crée l'onde mécanique est périodique, chaque point du milieu de propagation subit une perturbation périodique. On peut donc dire que **l'onde mécanique qui en résulte est** .....

**Une onde mécanique progressive est périodique** .....

**Un ..... se répète sur les courbes.**



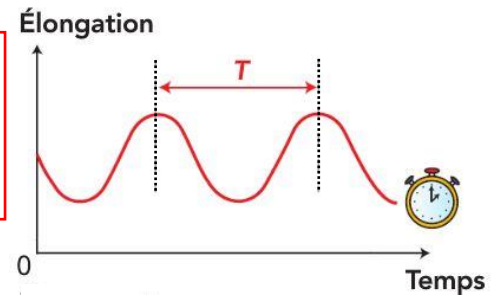
#### 1) La période et la fréquence

Si on prend **un point** à un « sommet » de l'onde périodique, celui-ci est soumis (comme les autres points) à une perturbation périodique : il descend puis remonte au cours du temps (pour une onde transversale). La ..... est la durée nécessaire à ce point pour se retrouver au nouveau au sommet.

**La période de l'onde (ou période temporelle) est** .....

**Elle se note ..... et se mesure en** .....

Elle se mesure avec la ..... sur une représentation temporelle de l'onde (avec le temps en abscisse).



**La fréquence de l'onde est** ..... **Elle se note** ..... **et se mesure en** .....

f en hertz (Hz)  
T en seconde (s)

#### 2) La longueur d'onde

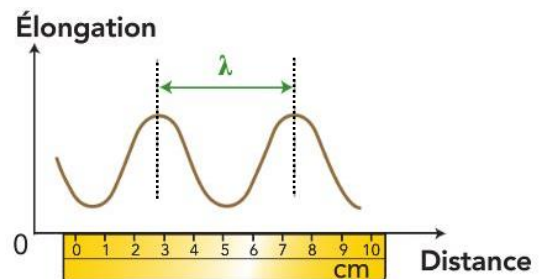
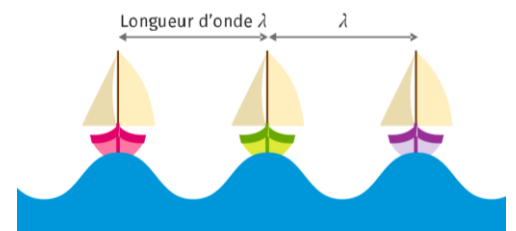
**Deux points** espacés d'une certaine distance qui suivent le même mouvement oscillent de la même façon. On dit qu'ils sont en phase. Ils sont dans le même « ..... ».

**La longueur d'onde (ou période spatiale) est** .....

**Elle se note** .....  
**(« lambda » dans l'alphabet grec) et se mesure en** .....

*Exemple* : Les trois bateaux oscillent simultanément de façon identique. Deux bateaux voisins sont séparés d'une longueur d'onde.

Elle se mesure avec la ..... de motifs par exemple sur une représentation spatiale de l'onde (avec la distance en abscisse).



Si une onde progressive est temporellement périodique, elle est aussi spatialement périodique.

*Exemple* : vagues à la surface de l'eau :

- Un point sur l'eau monte et descend à intervalle de temps régulier : on a donc une **périodicité** .....
- La surface de l'eau, à un instant donné, présente des hauts et des creux à intervalles de distance réguliers : on a donc aussi une **périodicité** .....



**Les ondes progressives périodiques présentent donc une ....., à la fois spatiale et temporelle.**

### 3) Relation entre période, longueur d'onde et célérité

On considère une onde mécanique progressive périodique qui se déplace avec la célérité  $v$ .

**La longueur d'onde  $\lambda$  correspond à .....**

On a donc la relation :

On en déduit :

ou	$\lambda$ en mètre (m) $v$ en mètre par seconde ( $m.s^{-1}$ ) $T$ en seconde (s) $f$ en hertz (Hz)
----	--

Exercices :

- 1) Une onde sonore a pour fréquence  $f = 980$  Hz. Sa célérité est  $v = 340$   $m.s^{-1}$ . Calculer sa longueur d'onde.  
.....
- 2) Une onde a pour longueur d'onde  $\lambda = 3,0$  mm. Sa célérité est  $v = 2,5 \times 10^{-6}$   $m.s^{-1}$ . Calculer sa période puis sa fréquence.  
.....

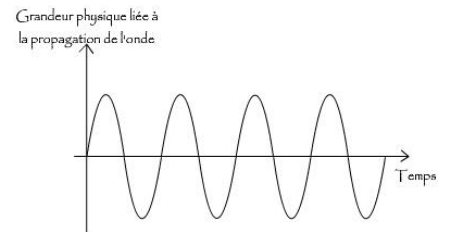
### 4) Ondes sinusoïdales

**Une onde sinusoïdale est un cas particulier d'ondes périodiques pour lequel .....**

On peut identifier ce type de fonction à partir du graphique comportant une alternance de « vagues » positives et négatives de mêmes amplitudes.

Remarque : En pratique, peu d'ondes dans la nature ont une allure sinusoïdale. Toutefois, il est possible de montrer mathématiquement que n'importe quel signal périodique peut être considéré comme une somme de signaux sinusoïdaux.

On peut alors analyser l'onde en étudiant chaque onde sinusoïdale qui la compose.

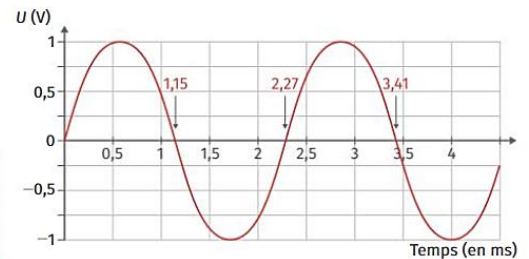


Exercice : Le diapason

Un diapason permet de générer un son quasiment sinusoïdal. L'enregistrement à l'aide d'un micro donne la courbe suivante.



Données							
• Célérité du son dans l'air : $v_{\text{air}} = 340$ $m.s^{-1}$ ;							
Note	Do3	Ré3	Mi3	Fa3	Sol3	La3	Si3
f(Hz)	262	294	330	349	392	440	494



- 1) Déterminer la période puis la fréquence du son émis par le diapason.  
.....

- 2) A quelle note correspond sa hauteur ? .....
- 3) Calculer sa longueur d'onde dans l'air.  
.....