

Activité cours – Ondes mécaniques

I/ QU'EST-CE QU'UNE ONDE MECANIQUE PROGRESSIVE ?

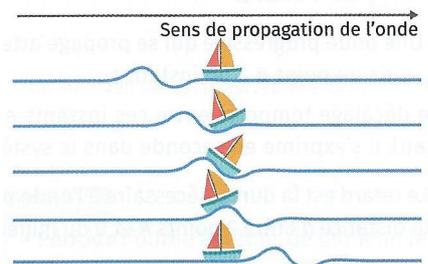
A/ ONDE MECANIQUE PROGRESSIVE

Lorsque l'on jette un caillou sur la surface parfaitement calme et plane de l'eau d'un lac, on crée une perturbation : plusieurs petites vagues circulaires se forment, dont le diamètre grandit. Cette perturbation se propage dans le milieu aquatique. Au bout de quelques instants le calme revient, la perturbation est passée.

Une perturbation qui se propage dans un milieu matériel s'appelle une onde mécanique. Cette perturbation peut modifier la position d'un objet lors de son passage : elle possède donc de l'énergie. Ensuite, l'objet déplacé retourne à sa place initiale : l'onde ne le transporte pas avec elle.

Exemple : un bateau est soulevé par la vague de la houle mais n'est pas emporté avec elle sur tout son trajet horizontal.

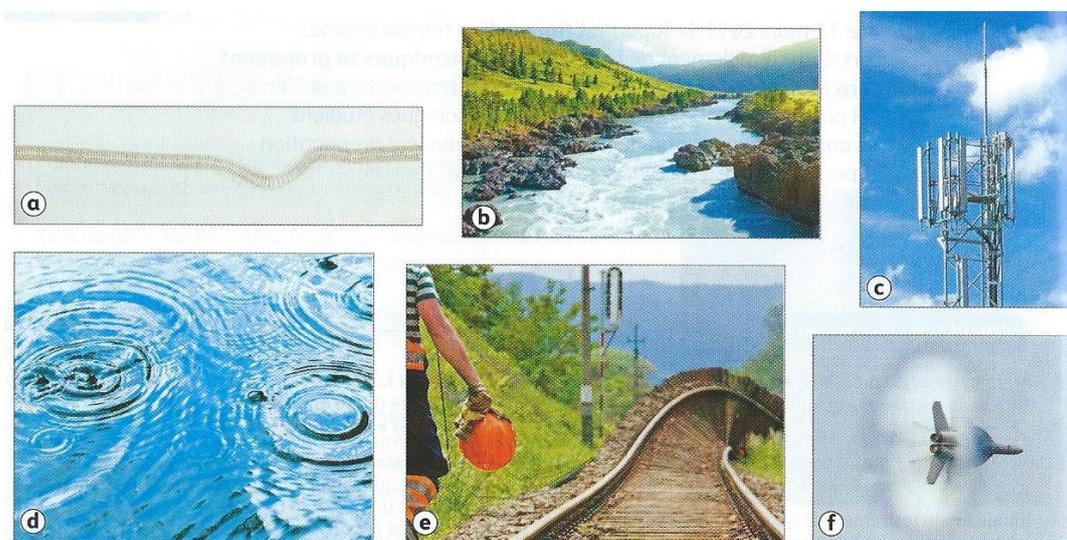
Le bateau bouge localement verticalement mais revient à sa position initiale après passage de l'onde.



Remarque : Par définition, une onde mécanique ne peut exister que dans un milieu matériel contrairement à une onde électromagnétique, comme la lumière visible, qui peut se propager dans le vide : la lumière du Soleil traverse le vide de l'espace avant de nous parvenir.

Une onde mécanique progressive est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel, sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

Application : Parmi les photographies ci-dessous, entourer les situations qui correspondent à une onde mécanique progressive.



■ a) Perturbation le long d'un ressort. b) Rivière. c) Antenne de téléphonie. d) Surface de l'eau. e) Séisme. f) Mur du son.

B/ CELERITE D'UNE ONDE

Une perturbation se déplace à une certaine vitesse.

Le terme « célérité » est employé pour désigner la vitesse d'une onde. Il permet d'insister sur le fait qu'il n'y a pas propagation de matière. Le mot vitesse est utilisé quand il y a déplacement de matière comme pour le vent ou un véhicule.

La célérité est la vitesse de propagation d'une onde mécanique progressive.

Rappeler la relation mathématique permettant de déterminer la célérité v d'une onde en fonction de la distance parcourue d et de la durée de parcours Δt .

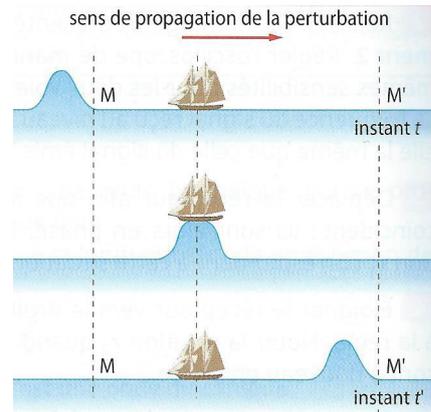
Les principaux facteurs jouant sur la célérité d'une onde mécanique sont la température, la densité et l'élasticité du milieu de propagation.

Exemples : célérité du son à 20 °C

| | |
|--------------------|--|
| dans l'air : | $v_{air} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ |
| dans l'eau : | $v_{eau} = 1500 \text{ m.s}^{-1}$ |
| dans les solides : | $v_{solides} = 3000 - 6000 \text{ m.s}^{-1}$ |

C/ RETARD

Une perturbation qui se propage atteint un point M à l'instant t , puis elle atteint un point M' à l'instant t' . La grandeur τ (tau) avec $\tau = t' - t$ est appelé le **retard**.



Le retard τ est la durée nécessaire à l'onde progressive pour parcourir la distance d entre deux points M et M' du milieu de propagation.

La célérité peut alors s'écrire :

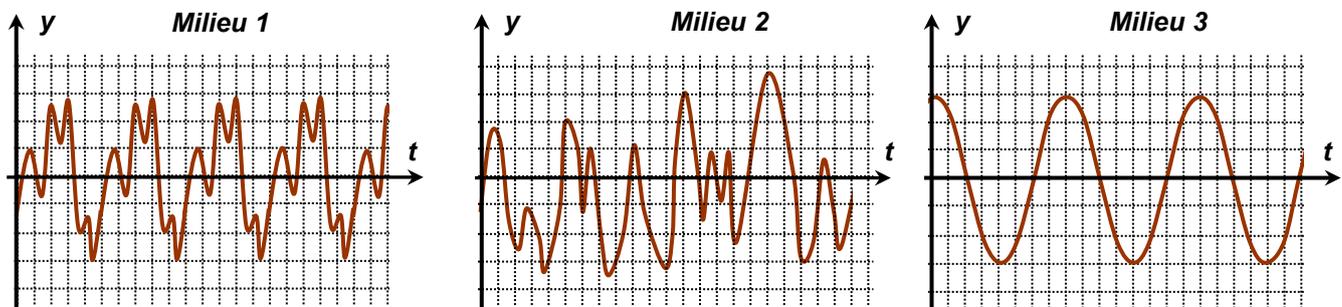
Application : On lance une pierre dans un lac et elle tombe dans l'eau à une distance $L = 9,3 \text{ m}$ de la rive. Calculer le retard de l'onde créée à la surface de l'eau, quand elle arrive sur le rivage, si sa célérité est $v = 5,0 \text{ km.h}^{-1}$.

II/ ONDES MECANQUES PROGRESSIVES PERIODIQUES

A/ PERIODE TEMPORELLE ET FREQUENCE

Document 1 :

- Pour obtenir une onde mécanique progressive périodique, la source doit émettre des perturbations à intervalles de temps régulier : c'est la **période notée T** .
- Chaque point du milieu de propagation reproduit le mouvement de la source de l'onde **avec retard et avec la même période T** .
- La fréquence f associée est définie par la relation : $f = \frac{1}{T}$ | f en Hertz (Hz)
T en seconde (s)
- Une onde progressive sinusoïdale est la propagation d'une perturbation décrite par une fonction sinusoïdale du temps.
- La période T d'une onde périodique est la plus petite durée pour que chaque point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire.



↑ Etats vibratoires d'un point d'une corde Echelle horizontale : 2,0 ms/div
Echelle verticale : 2.0 m/div

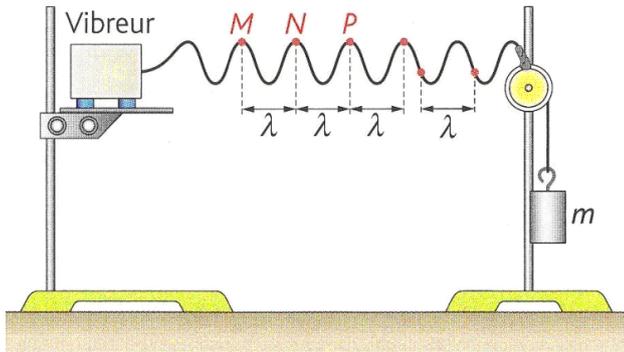
Questions :

- 1/ Parmi les ondes ci-dessus, déterminer la ou les ondes périodiques.
- 2/ Déterminer pour cette ou ces ondes périodiques la période T leur correspondant.
- 3/ Quelle est l'onde que l'on peut qualifier d'onde périodique sinusoïdale ?
- 4/ Déterminer sa fréquence f et son amplitude que l'on note y_{max} .

B/ PERIODE SPATIALE OU LONGUEUR D'ONDE

Document 2 : Une double périodicité

Les ondes progressives périodiques présentent une double périodicité : temporelle T et spatiale λ .



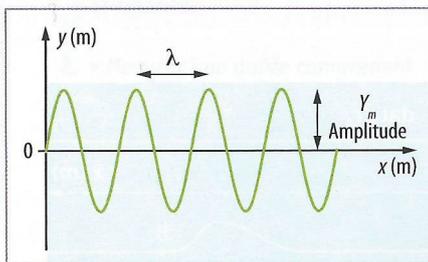
Périodicité spatiale λ :

La longueur d'onde λ d'une onde périodique, ou période spatiale, est **la plus petite distance** qui sépare deux points de l'espace qui sont à chaque instant dans le même état de vibration.

Les points M et N sont distants d'une longueur d'onde, ainsi que les points N et P .

Tous les points distants d'un multiple entier de λ sont dans le même état vibratoire : ils sont en phase.

↔ *Corde accrochée à un vibreur*

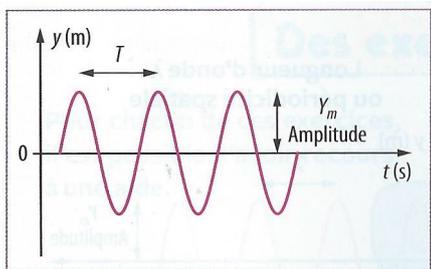
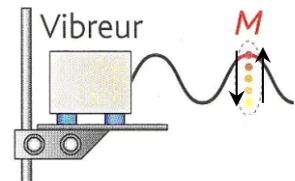


Périodicité temporelle T :

Chaque point de la corde vibre (monte et descend) au passage de l'onde. Ainsi le point M va mettre un certain temps à revenir dans sa position haute.

C'est la période temporelle T .

↓ **Mouvement d'oscillation**



C/ RELATION ENTRE PERIODE, LONGUEUR D'ONDE ET CELERITE

Document 3 :

Une onde périodique de célérité v parcourt une distance égale à une longueur d'onde λ pendant une durée égale à une période T :

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

λ en m
 f en Hz
 T en s
 v en $m \cdot s^{-1}$

Question : Retrouver les formules encadrées du **Document 3** et vérifier l'homogénéité de ces dernières.

Remarque : homogénéité = analyse dimensionnelle = analyse avec les unités

Application : Aller sur le site suivant (si vous avez un ordinateur) et répondre aux questions :

https://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/premiere_1S/onde_progressive_corde_double_periodicite_temps_espace_longueur_d_onda_periode_ACTIVITE.htm

- 1/ Quelle doit être la distance entre un point rouge et un point bleu afin que les deux signaux soient en phase ?
- 2/ Que vaut la longueur d'onde de l'onde ?
- 3/ Déterminer la période T et la fréquence f du signal.
- 4/ En déduire la célérité de cette onde.