

Ondes mécaniques progressives périodiques

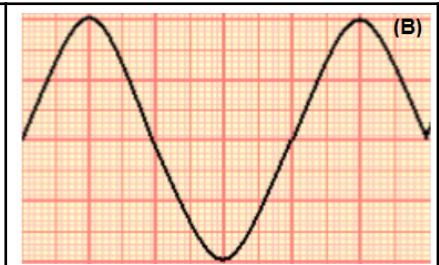
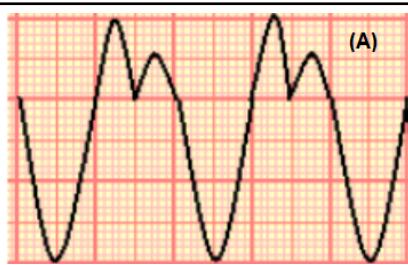
I- Ondes mécaniques progressives périodiques :

1- Périodicité temporelle et périodicité spatiale :

a- Activités :

On branche deux microphones à l'oscilloscope, et on voit deux ondes sonores :

- (A) Onde émise par l'instrument de musique,
- (B) Onde émise par le diapason,



b- Remarques

- La perturbation de chaque point du milieu de propagation change d'une manière périodique avec le temps, alors les ondes obtenues sont périodiques,
- La courbe de (A) représente une onde mécanique progressive périodique,
- L'onde émise par le diapason est une onde mécanique progressive sinusoïdale, parce que la variation de la perturbation se fait selon une fonction sinusoïdale par rapport au temps.

c- Conclusion

- Onde mécanique progressive périodique est une onde dans laquelle l'évolution temporelle de la perturbation de chaque point du milieu de propagation est périodique.
- Périodicité temporelle :

La période **T** d'une onde mécanique progressive périodique est la petite durée au bout de laquelle la perturbation se reproduit identique à elle-même.

□ Périodicité spatiale :

La périodicité spatiale d'une onde mécanique progressive périodique est la petite distance séparant deux points successifs ayant le même état de vibration.

Exemples :

L'onde propagée le long d'une corde ou à la surface d'eau peut être périodique si la source a un mouvement périodique.

Application 1 :

Calculer la période de chaque onde, puis calculer la fréquence de l'onde de diapason,

Correction

2- L'onde mécanique progressive sinusoïdale :

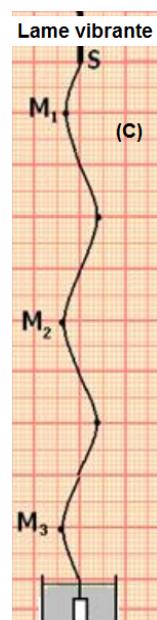
a- Activité :

On fixe l'un de l'extrémité de la corde à la lame d'un vibreur où son mouvement rectiligne sinusoïdale de fréquence **v = 100 Hz**, et l'autre extrémité à une masse marquée plongée dans un bécher plein d'eau pour absorber l'onde. On fait fonctionner le vibreur et on éclaire la corde avec un stroboscope.

La courbe ci-contre représente la forme de la corde à l'instant **t** dans une échelle réelle.

b- Remarques

- Les points de la corde apparaissent en mouvement ralenti lorsqu'on change la fréquence du stroboscope, et apparaissent immobiles lorsque la fréquence de la corde est égale à la fréquence du stroboscope,
- La forme de la corde correspond à une fonction sinusoïdale,
- Le mouvement de chaque point de la corde est rectiligne sinusoïdale c'est-à-dire $Y_M = f(t)$ est une fonction sinusoïdale par rapport au temps, on dit que l'onde est progressive sinusoïdale,



La corde se caractérise par une périodicité spatiale appelée longueur d'onde **λ**, donner la valeur de la longueur d'onde **λ** graphiquement : On a **λ =**

- Calculer $\frac{\lambda}{T}$, quelle est son unité ? Que représente cette grandeur ? On a $\frac{\lambda}{T} = ...$

Elle représente la vitesse de propagation de l'onde, alors $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot v$

- On a $M_1M_2 = M_2M_3 = \lambda$ et $M_1M_3 = 2\lambda$, on remarque que ces points ont le même mouvement au même instant.

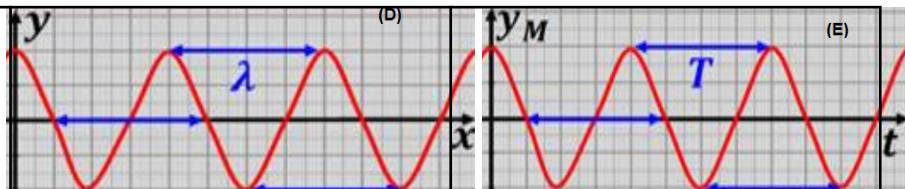
c- Conclusion

- Une onde mécanique progressive est dite sinusoïdale si la grandeur physique qui mesure la perturbation variée selon une loi sinusoïdale.
- La longueur de l'onde λ s'appelle la distance parcourue par l'onde progressive sinusoïdale sur une durée égale à sa période T , tel que $\lambda = V \cdot T = \frac{v}{v} \cdot T$. avec λ longueur d'onde (**m**) et **V** vitesse de propagation (**m. s⁻¹**) et **v** sa fréquence (**Hz**).

Représentation graphique

D-Représentation de la forme de la corde à certain instant.

E-Représentation du mouvement d'un point de la corde en fonction du temps.



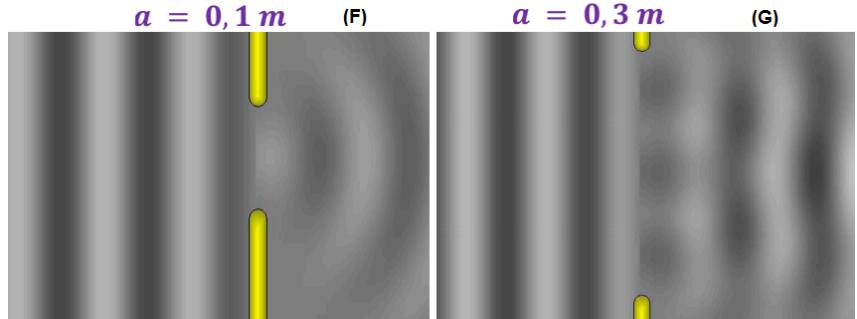
Remarques

- Si $MN = K \cdot \lambda$ avec $K \in \mathbb{Z}$, les deux points **M** et **N** vibrent en phase.
- Si $MN = \frac{(2K+1)\lambda}{2}$ avec $K \in \mathbb{Z}$, les deux points **M** et **N** vibrent en opposition de phase.
- La longueur de l'onde λ représente la petite distance séparant deux points du milieu de propagation qui vibrent en phase.

II- Phénomène de diffraction :

1- Activité :

On fait créer des ondes rectilignes dans la cuve à ondes qui se propagent avec une vitesse $V=1\text{m/s}$, puis on éclaire la surface de l'eau avec un stroboscope de tel sorte que sa fréquence soit égale à celle des ondes (**10 Hz**), et on voit que tous les points de la surface de l'eau apparaissent immobiles. On Place deux plaques parallèles dans la cuve de manière à former une fente de largeur a modifiable.



On varie a et on obtient les deux figures suivantes :

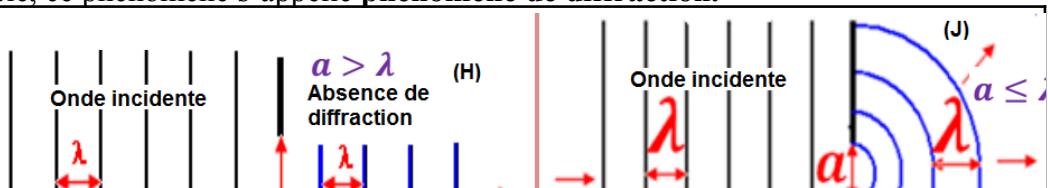
2- Remarques :

- la longueur d'onde incidente dans chaque figure est $\lambda = \frac{V}{v} = \frac{1}{10} = 0,1\text{m}$,
- Dans la figure (F) on observe que $a = \lambda$ et dans la figure (G) on observe que $a > \lambda$.
- Dans le cas où $a = \lambda$, on obtient une onde circulaire après avoir traversé la fente,
- Dans le cas où $a < \lambda$, l'onde reste rectiligne après avoir traversé la fente,

3- Conclusion :

- Lorsqu'une onde mécanique progressive sinusoïdale rencontre un obstacle avec ouverture de largeur a , une modification de la structure de l'onde se produit, si $a \leq \lambda$ avec λ est la longueur d'onde incidente sur l'obstacle, ce phénomène s'appelle **phénomène de diffraction**.

Exemple :



4- Propriétés de l'onde diffractée :

L'onde incidente et l'onde diffractée ont la même longueur d'onde, la même fréquence et la même vitesse si le milieu de propagation n'est pas changé.

III- Le milieu dispersif :

1- Activité :

Le tableau ci-dessous représente les différentes valeurs des fréquences des ondes propageant à la surface d'eau et les longueurs d'onde correspondantes : Compléter le tableau en calculant v ,

$v(\text{Hz})$	20	25	30	35
$\lambda(m)$	1	0,9	0,8	0,7
$V(\text{m/s})$				

2- Remarque et conclusion

On remarque que la vitesse de propagation d'une onde progressive périodique à la surface de l'eau dépend de la fréquence v , donc on dit que l'eau est un milieu dispersif.

3- Résumé :

On dit que le milieu est dispersif, si la vitesse de propagation de l'onde dans ce milieu dépend de sa fréquence.

Exemple :

- La surface de l'eau est un milieu dispersif.
- L'air est un milieu non dispersif pour les ondes sonores.

Application 2 :

On provoque le long d'une corde une onde mécanique progressive et sinusoïdale :

La figure ci-dessus représente à l'échelle normale l'aspect de la corde aux deux instants :

t_1 et $t_2 = t_1 + 0,04\text{s}$. Le point F représente le front de l'onde :

- a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ ,
- b- Calculer la valeur de la vitesse de propagation de cette onde,
- c- Calculer la période et la fréquence de l'onde,
- d- Indiquer le sens du mouvement de point B à l'instant t_2 ,
- e- Calculer la valeur du retard temporel τ du mouvement de point B par rapport à celui de point A.

