

Première Partie :

Les ondes

Unité 2

5 H

*Les ondes mécaniques
progressives périodiques*

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

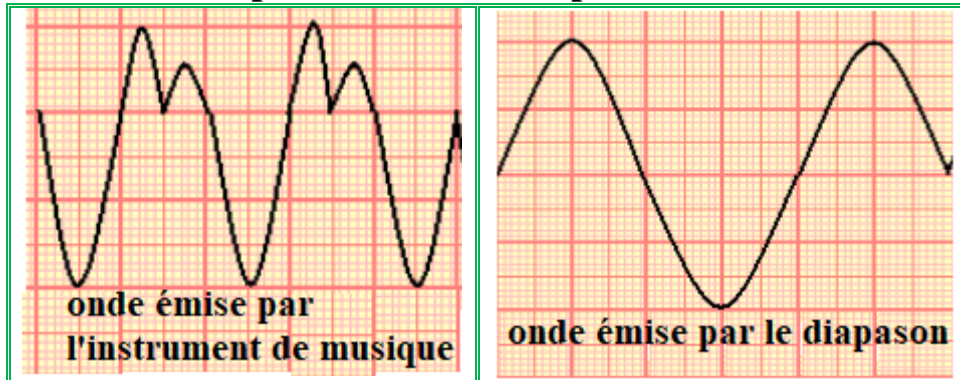


2^{ème} Bac Sciences
Physique

I – Les ondes mécaniques progressives périodiques :

1– Activité :

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



a- Est-ce que les **ondes** obtenues sont **périodiques** ?

Oui, parce que la **perturbation** de **chaque point** du **milieu** de **propagation** change d'une **manière périodique** avec le **temps**.

b- Comparer les **deux courbes** obtenues.

L'**onde émise** par l'**instrument de musique** est une **onde mécanique progressive périodique** tandis que 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- Calculer la **période** T de cette **onde sonore**, sachant que $S_x = 0,5 \text{ ms/div}$.

L'**onde émise** par l'**instrument de musique** : $T = 2 \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ s}$

L'**onde émise** par le **diapason** : $T = 4 \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

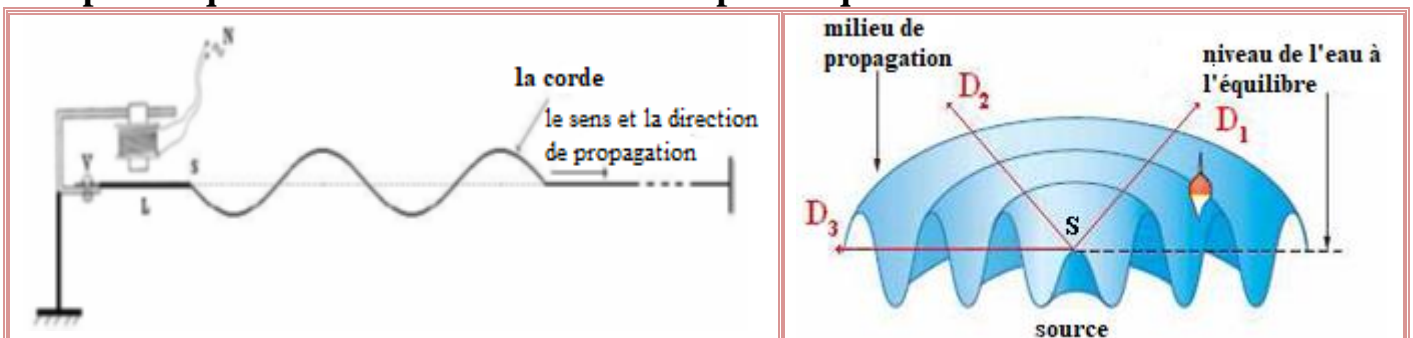
d- En déduire la **fréquence** ν de l'**onde sonore** émise par le **diapason**.

On a $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Hz}$.

2– Définition :

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

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



3- 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.

4- 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.

II – L'onde mécanique progressive sinusoïdale :

1- Activité :

On fixe l'un de l'extrémité de la corde à la lame d'un vibreur où son mouvement rectiligne sinusoïdale de fréquence $\nu = 100 \text{ Hz}$, et l'autre extrémité à une masse marquée plongée dans un béccher 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.

a- Qu'observez-vous lorsqu'on change la fréquence du stroboscope ?

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.

b- Qu'elle est la forme de la corde ?

La forme de la corde correspond à une fonction sinusoïdale.

c- Quelle est la nature du mouvement du point M de la corde ?

Quelle est la nature de l'onde ?

Le mouvement 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.

d- La corde se caractérise par une périodicité spatiale appelée longueur d'onde λ , mesurer la longueur d'onde λ .

On a $\lambda = 4 \text{ cm}$.

e- Calculer $\frac{\lambda}{T}$, quelle est son unité ? Que représente cette grandeur ?

On a $\frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu = 4 \cdot 10^{-2} \times 100 = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, Elle représente la vitesse de l'onde $V = \frac{\lambda}{T}$.

f- Ecrire les distances M_1M_2 , M_2M_3 et M_1M_3 en fonction de λ , et comparer les états vibratoires de M_1 , M_2 et M_3 .

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.

2- Définition :

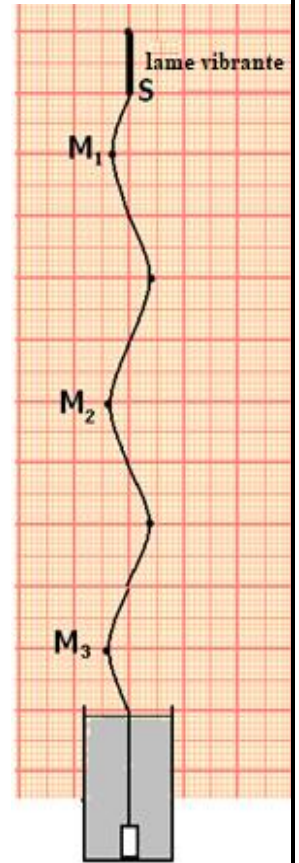
Une onde mécanique progressive est dite sinusoïdale si la grandeur physique qui mesure la perturbation varie selon une loi sinusoïdale.

3- Longueur d'onde :

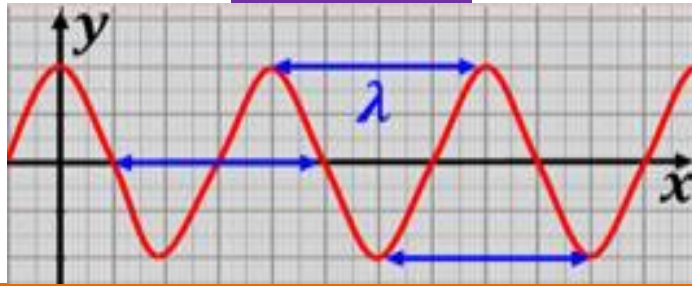
La longueur de l'onde λ s'appelle la distance parcourue par l'onde

progressive sinusoïdale sur une durée égale à sa période T , tel que $\lambda = V \cdot T = \frac{V}{\nu}$

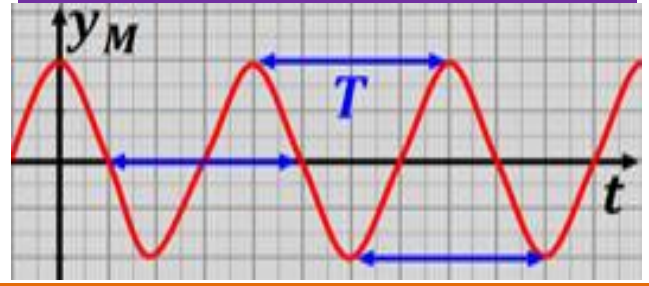
avec λ longueur d'onde (m) et V vitesse de propagation ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) et ν sa fréquence (Hz).



Représentation de la forme de la corde à certain instant.



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



Si $MN = K \cdot \lambda$ avec $K \in \mathbb{Z}$, les deux points M et N vibrent en phase.

Si $MN = (2K + 1) \frac{\lambda}{2}$ 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.

III – Phénomène de diffraction :

1- Activité :

On fait créer des ondes rectilignes dans la cuve à ondes qui se propagent avec une vitesse $V = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 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 :

Figure 1 : $a = 0,1 \text{ m}$

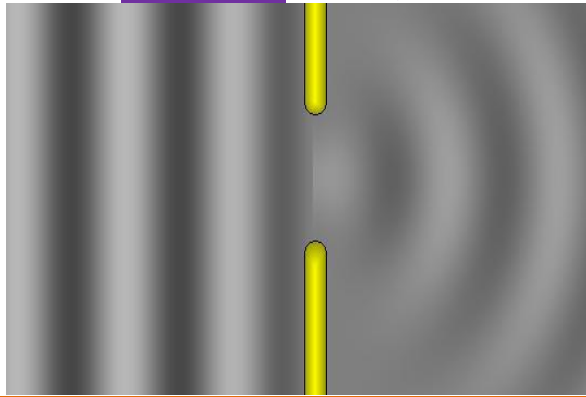
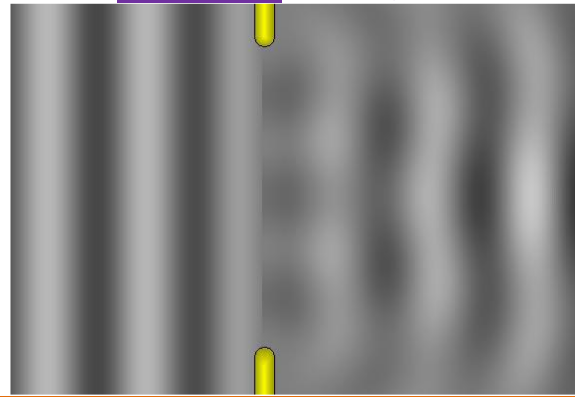


Figure 2 : $a = 0,3 \text{ m}$



a- Calculer la longueur d'onde incidente et la comparer à la largeur a de la fente dans chaque figure.

On a $a = \frac{V}{v} = 0,1 \text{ m}$. Dans la figure 1 on observe que $a = \lambda$ et dans la figure 2 on observe que $a > \lambda$.

b- Décrire, pour chaque figure, ce qui arrive aux ondes lorsqu'elles traversent la fente. Dans la figure 1, on obtient une onde circulaire après avoir traversé la fente tandis que dans la figure 2, l'onde reste rectiligne après avoir traversé la fente.

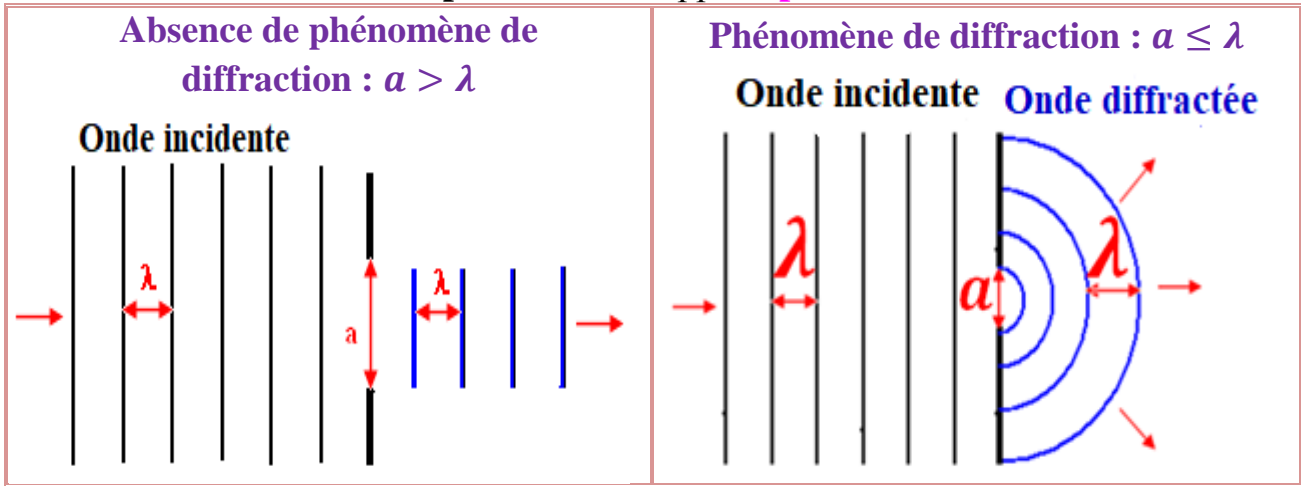
c- L'onde circulaire est appelée l'onde diffractée et le phénomène s'appelle phénomène de diffraction. Quelle sont les conditions pour que les ondes soient diffractées ?

Pour que le phénomène se produise il faut que : $a \leq \lambda$

d- Comparer la longueur d'onde diffractée avec la longueur de l'onde incidente. On remarque qu'elles ont la même longueur d'onde.

2- Définition :

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



3- Propriétés de l'onde diffractée :

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

IV – Le milieu dispersif :

1- Activité :

On fait créer une onde circulaire dans la cuve à ondes, on ajuste la fréquence ν de l'onde circulaire à différentes valeurs, et à chaque fois on éclaire la surface de l'eau avec un stroboscope réglé à la même fréquence de l'onde, on observe que tous les points de la surface de l'eau apparaissent immobiles, puis on mesure la longueur d'onde correspondante.

a- Donne la relation entre la vitesse V de propagation de l'onde et la fréquence d'onde ν et sa longueur d'onde λ .

On a $V = \lambda \cdot \nu$

b- Donner les résultats sous forme du tableau suivant :

ν (Hz)	20	25	30	35
λ (m)	1	0,9	0,8	0,7
V (m/s)	20	22,5	24	24,5

c- On dit qu'un milieu est dispersif si la vitesse de propagation d'une onde dans ce milieu dépend de sa fréquence. L'eau est-elle un milieu dispersif ?

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

2- Définition :

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.