

Première Partie :Les ondes

Unité 2

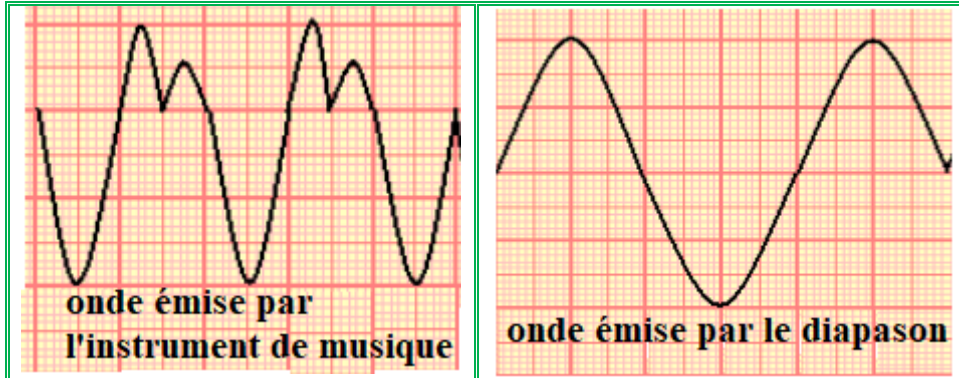
5 H

Les ondes mécaniques progressives périodiques

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

2^{ème} Bac Sciences
PhysiqueI – 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** : $T = 4 \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

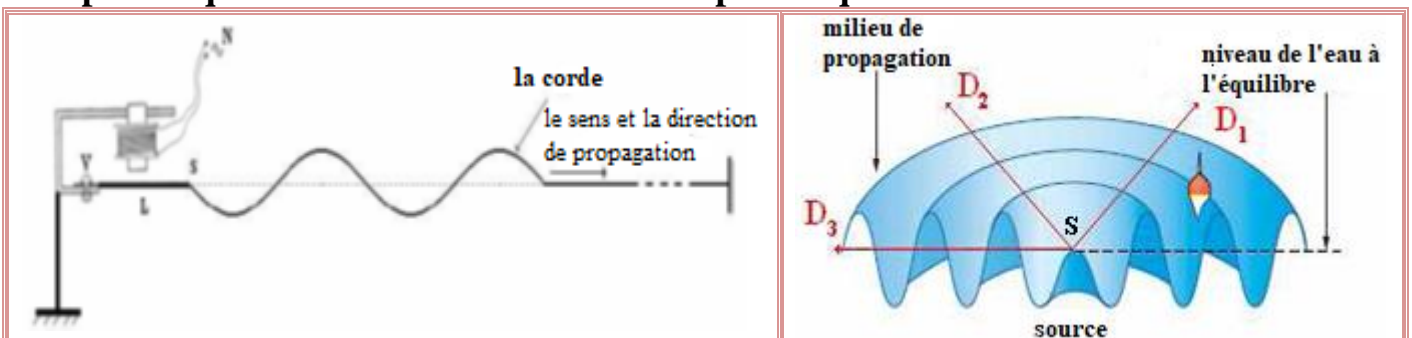
d- En déduire la **fréquence** ν de l'**onde sonore** émise par le **diapason**.

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 **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**.

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 :

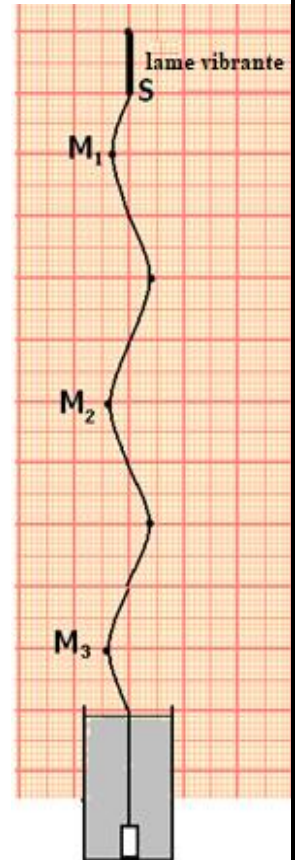
Une **onde mécanique progressive** est dite **sinusoïdale** si la **grandeur physique** qui mesure la **perturbation** variée selon une **loi sinusoïdale**.

3- Longueur d'onde :

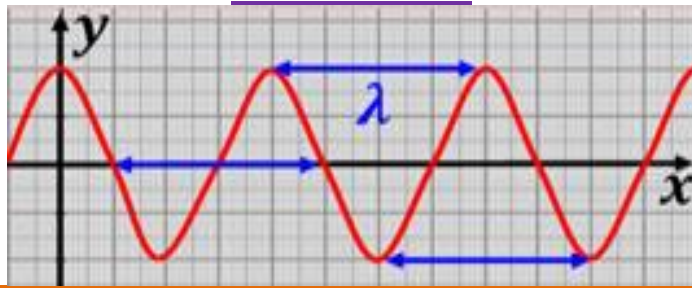
La **longueur de l'onde** λ s'appelle la **distance parcourue** par l'**onde**

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

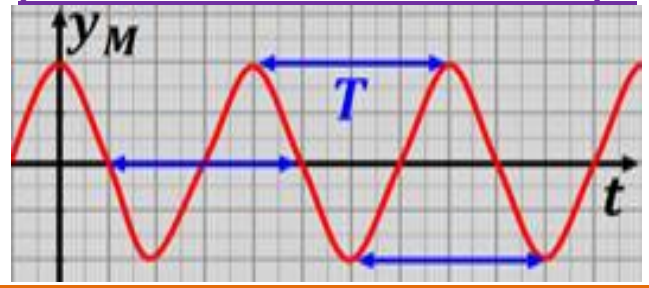
avec λ **longueur d'onde** (m) et V **vitesse de propagation** ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) et ν sa **fréquence** (Hz).



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

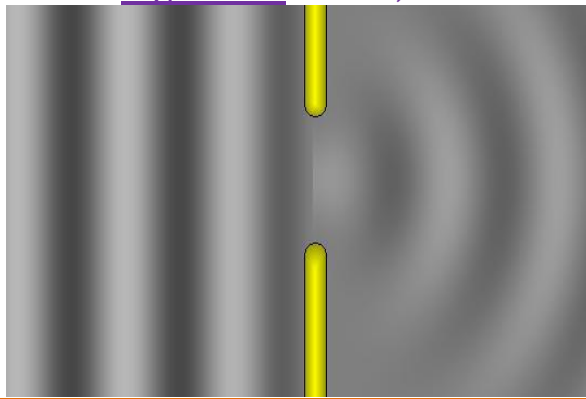
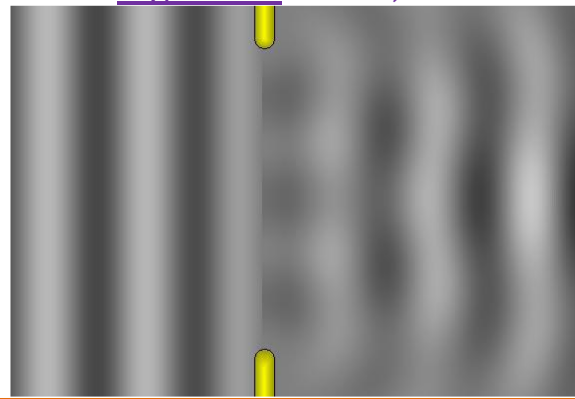


Figure 2 : $a = 0,3 \text{ m}$



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

On a $a = \frac{V}{\nu} = 0,1 \text{ m}$. 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**.

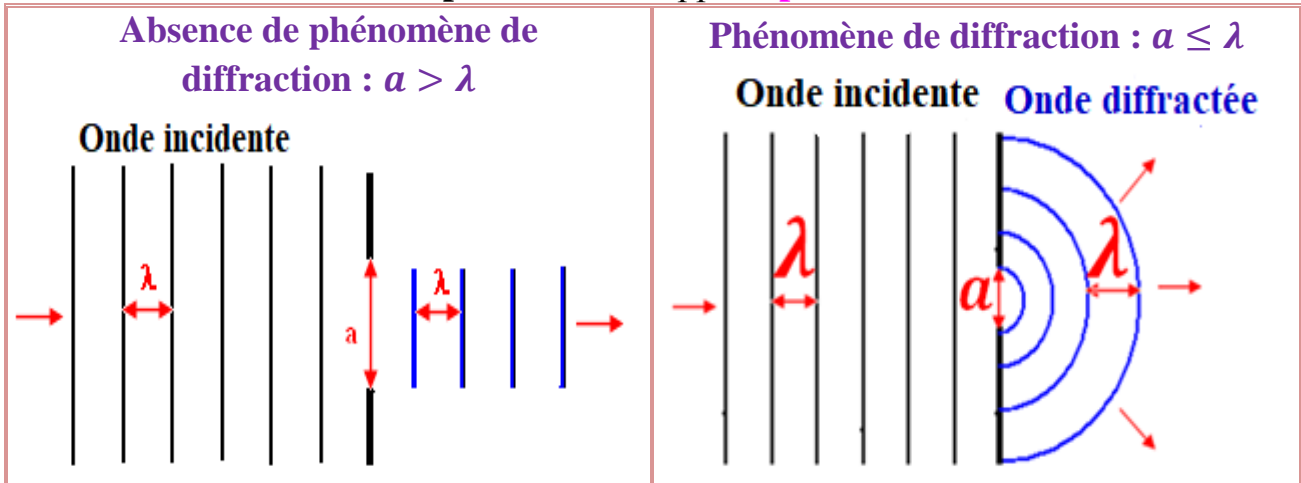
c- L'**onde circulaire** est appelée l'**onde diffractée** et le **phénomène** s'appelle **phénomène de diffraction**. Quelle sont les **conditions** pour que les **ondes** soient **diffractées** ?

Pour que le **phénomène** se **produira** 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**.