

Première Partie :

Les ondes

Unité 2
5 H

Les ondes mécaniques progressives périodiques

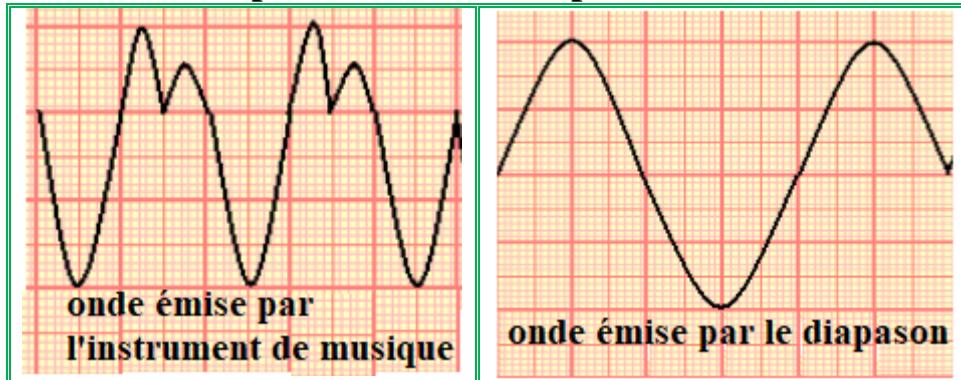
الموجات الميكانيكية المتواالية الدورية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
اللَّهُمَّ عَلَيْكُمْ دُرْجَةُ اللَّهِ وَمِنْهُ
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 : $T = 4 \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

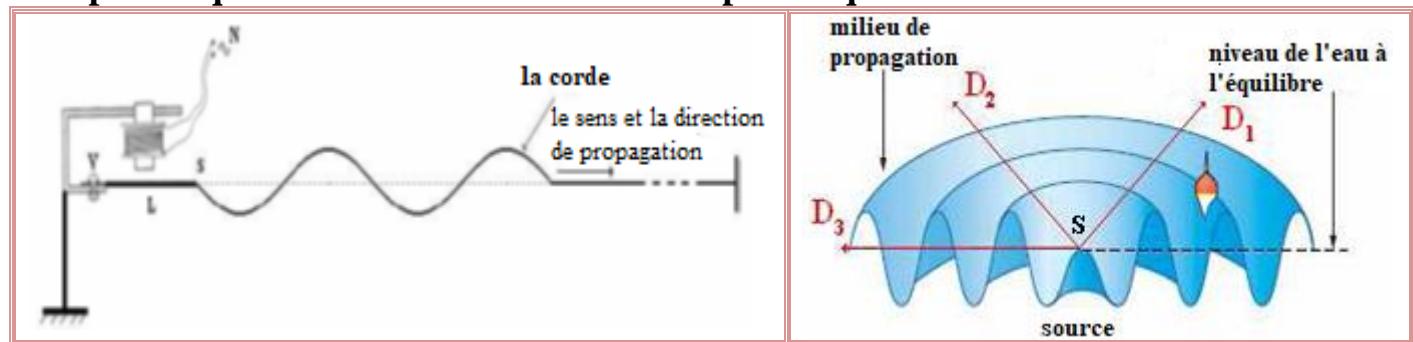
d- En déduire la fréquence ν de l'onde sonore émise par le diapason.

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 $v = 100 \text{ Hz}$** , 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 $\frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot v = 4 \cdot 10^{-2} \times 100 = 4 \text{ m. s}^{-1}$, 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 :

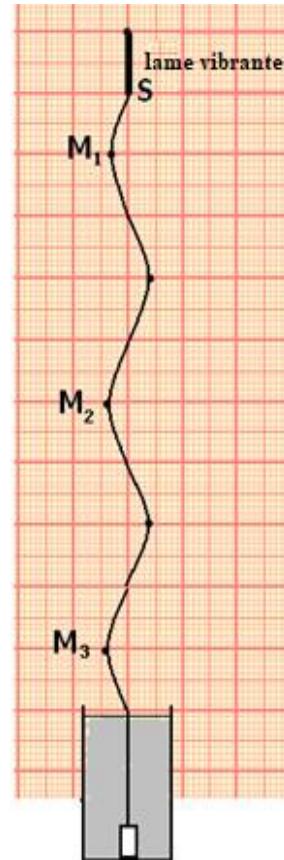
Une **onde mécanique progressive** est dite **sinusoïdale** si la **grandeur physique** qui mesure la **perturbation** variée selon une **loi sinusoïdale**.

3- Longueur d'onde :

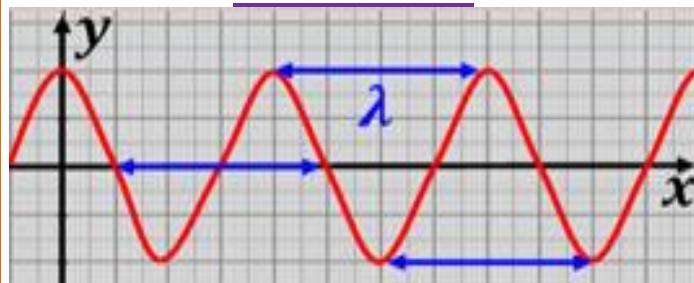
La longueur de l'onde λ s'appelle la **distance parcourue** par l'**onde**

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

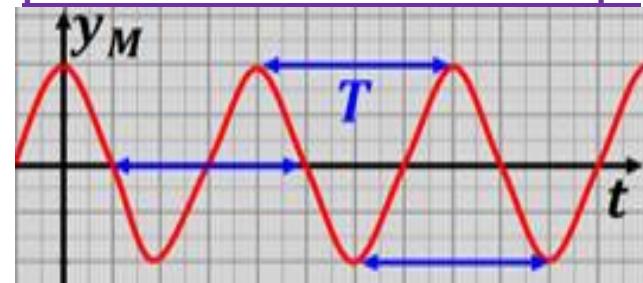
avec **λ longueur d'onde (m)** et **V vitesse de propagation (m. s⁻¹)** et **v sa fréquence (Hz)**.



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 $V = 1 \text{ m.s}^{-1}$, 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 : $a = 0,1 \text{ m}$

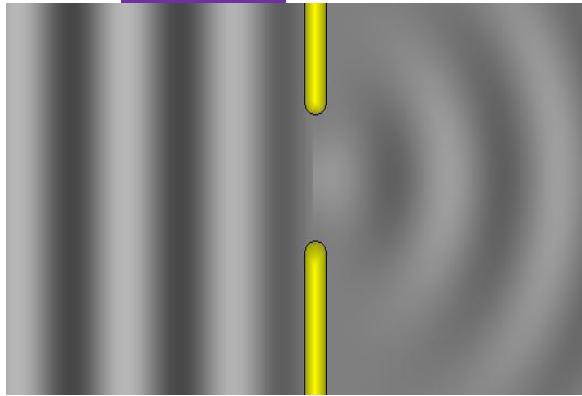
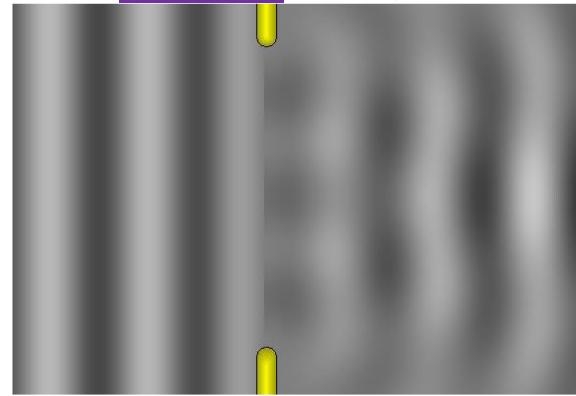


Figure 2 : $a = 0,3 \text{ m}$



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.

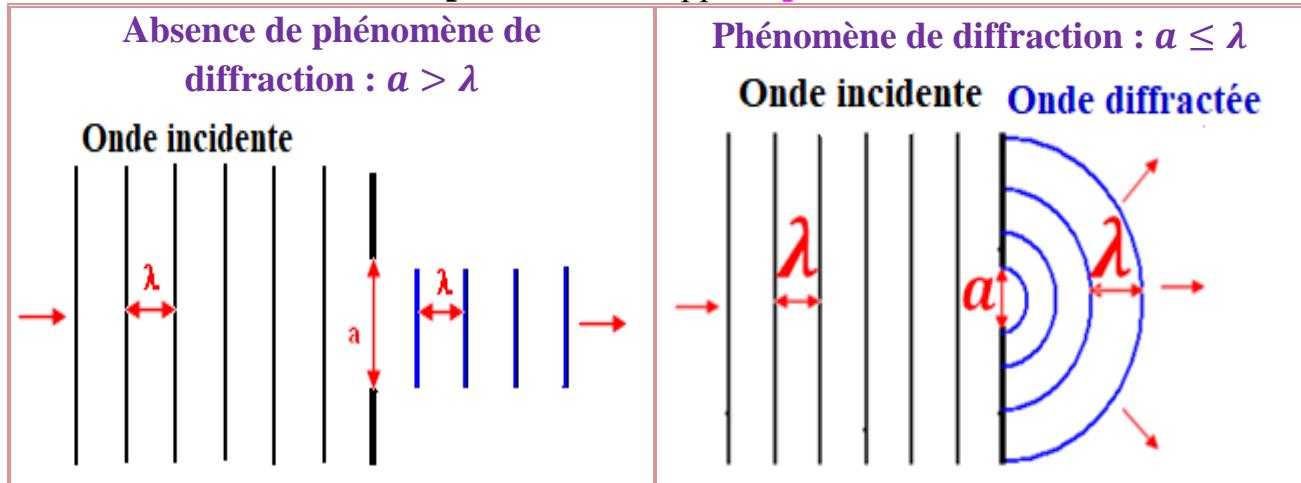
c- L'onde circulaire est appelée l'onde diffractée et le phénomène s'appelle phénomène de diffraction. Quelle sont les conditions pour que les ondes soient diffractées ?

Pour que le phénomène se 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 v** 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 v** et sa **longueur d'onde λ** .

On a $V = \lambda \cdot v$

b- Donner les résultats sous forme du tableau suivant :

v (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 v** , 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**.