

# Les ondes mécaniques progressives périodiques

## I) Onde mécanique progressive périodique :

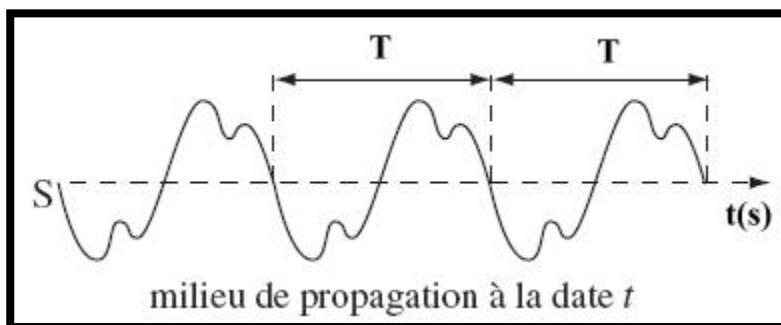
### 1) Définition :

Une onde mécanique progressive périodique est le phénomène qui accompagne la propagation d'une perturbation se répétant indéfiniment.

### 2) Propriétés de l'onde mécanique progressive périodique :

Animation N°1&2

#### 2-1/ Périodicité temporelle : Période

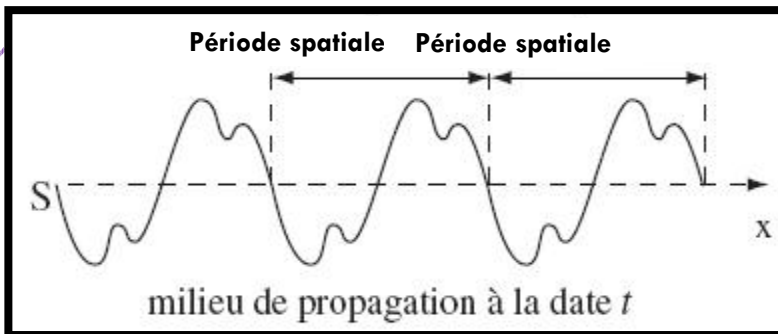
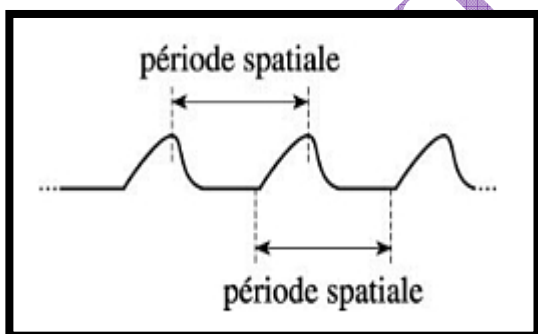


La durée qui sépare l'arrivée de deux perturbations en un point est appelée période T (en s). La fréquence N (en Hz) du phénomène est l'inverse de la période T

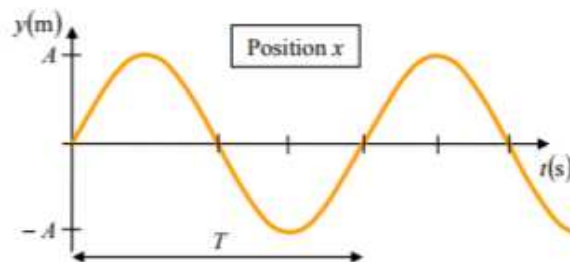
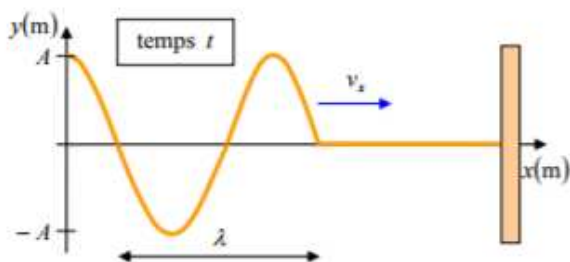
$$T = \frac{1}{N}$$

Période (s) →  $T$  ←  $\frac{1}{N}$  ←  $N$  ← Fréquence (Hz)

#### 2-2/ Périodicité spatiale :



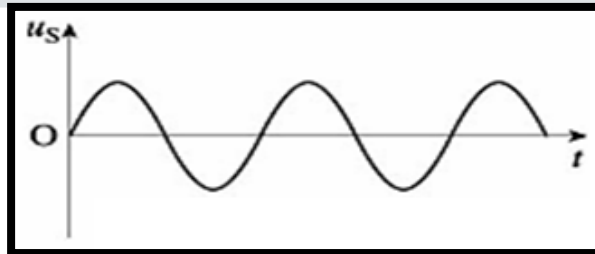
Période spatiale est la distance qui sépare deux perturbations consécutives.



## II) Onde mécanique progressive sinusoïdale :

### 1) Définition :

Une onde progressive périodique est dite sinusoïdale si la perturbation créée par la source entraîne une variation sinusoïdale en fonction du temps



L'élongation de la source S est une fonction sinusoïdale du temps

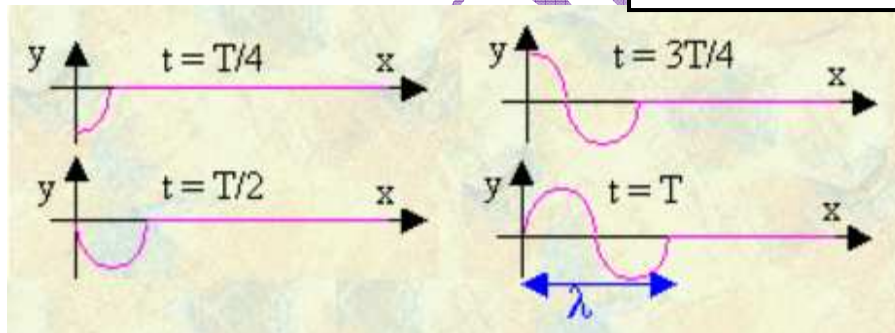
2) Longueur d'onde :

□ Définition :

La longueur d'onde, symbolisée par  $\lambda$ , est la distance parcourue par l'onde progressive sinusoïdale pendant la période T, on l'exprime par la relation suivante :

$$\lambda = V \times T = \frac{V}{N}$$

Longueur d'onde (m)      Période (s)  
 Vitesse de l'onde (m/s)      Fréquence (Hz)



□ Comparaison du mouvement de deux points d'un milieu de propagation :

Animation N°3

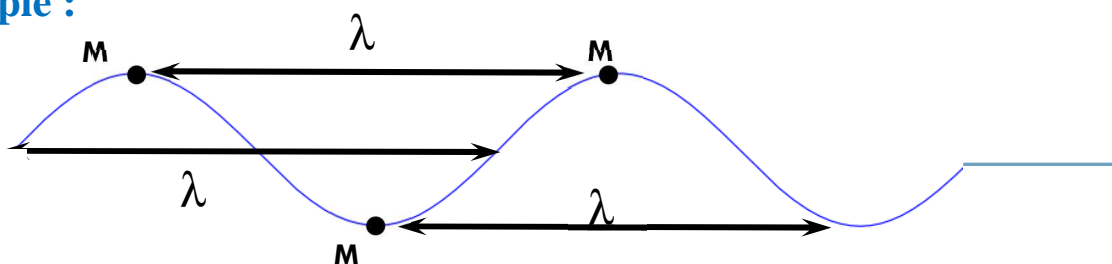
- i. Deux points  $M_1$  et  $M_2$  d'un milieu vibrent en phase si leur distance d est égale à un nombre entier naturel k de longueurs d'onde  $\lambda$  :

$$d = M_1 M_2 = k \times \lambda \quad \text{avec } k \in \mathbb{N}^*$$

- ii. Deux points  $M_1$  et  $M_2$  d'un milieu vibrent en opposition de phase si leur distance d est égale à un nombre entier impaire  $2k+1$  de demi-longueurs d'onde  $\lambda$  :

$$d = M_1 M_2 = (2k+1) \times \frac{\lambda}{2} \quad \text{avec } k \in \mathbb{N}$$

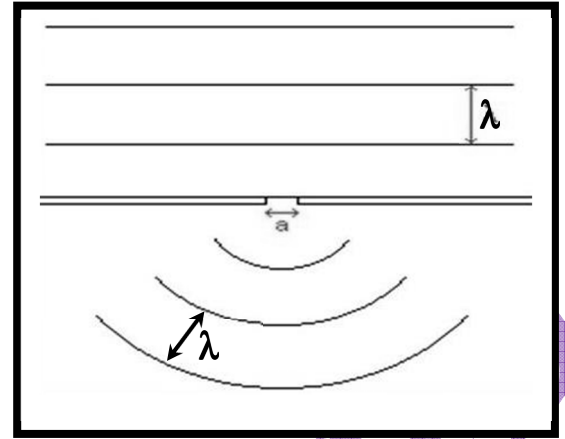
Exemple :



III) *Phénomène de diffraction : Animation N°4*

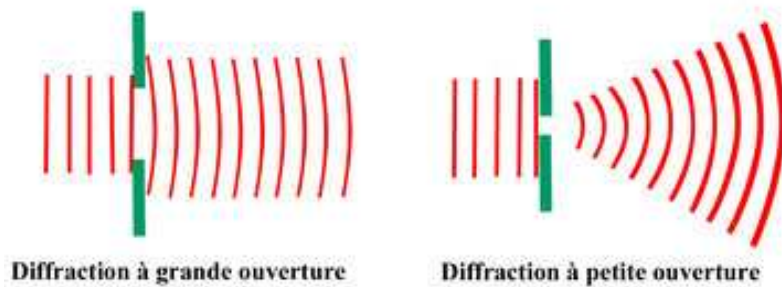
PHYSIQUE

Quand une onde progressive périodique rectiligne rencontre un obstacle opaque large dans lequel se trouve une ouverture de largeur  $a$  ou bien un obstacle opaque de largeur  $a$ , il peut y avoir une modification dans la forme de l'onde si la largeur  $a$  vérifie certaines conditions.



Le phénomène que subit cette onde s'appelle *diffraction*.

Pour que ce phénomène soit notable, il faut que la dimension  $a$  de l'obstacle et la longueur d'onde  $\lambda$  soient de même ordre de grandeur ou que  $a < \lambda$ .



	$a$	$a > \lambda$	$a = \lambda$	$a < \lambda$
Observations de la nappe d'eau				

Les deux ondes incidente et diffractée ont *même fréquence* et *même vitesse* et par conséquent *même longueur d'onde*.

IV) *Milieu dispersif :*

□ Définition :

Un milieu de propagation est dispersif quand la vitesse de propagation d'une onde progressive dépend de sa fréquence.

**Exemple :** pour une cuve à eau peu profond :

pour une fréquence  $\nu = 20$  Hz la vitesse  $V = 0,178$  m.s<sup>-1</sup> et

pour une fréquence  $\nu' = 40$  Hz la vitesse  $V = 0,208$  m.s<sup>-1</sup>

**Remarque :**

A une température et une pression déterminées la vitesse de propagation d'une onde sonore, dans l'air, est indépendante de la fréquence de sa source.

**Exercice d'application N°1 :**

*Extrait du concours d'entrée à la faculté de médecine et de Pharmacie rabat Aout 2013*

La fréquence correspondant au rouge vaut :  $4 \cdot 10^{14}$  Hz. Choisis la bonne réponse :

1. La fréquence du rouge, en TéraHertz (THz), est :  
A) 0,4 ; B) 4 ; C) 40 ; D) 400.
2. Sa longueur d'onde, en nanomètres, dans le vide est :  
A) 760 ; B) 750 ; C) 740 ; D) 730

On donne : la vitesse de la lumière dans le vide est  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>.

**Exercice d'application N°2 :**

*Extrait du concours d'entrée à la faculté de médecine et de Pharmacie Marrakech 2011*

Question 10- Q10 : une onde périodique a une longueur d'onde  $\lambda = 2,3$  mm et une fréquence de 1 kHz. Sa vitesse de propagation est :

- A) 2,3 km.h<sup>-1</sup> ; B) 8,28 km.h<sup>-1</sup> ; C) 23 m.s<sup>-1</sup> ; D) 8,28 m.s<sup>-1</sup> ; E) autre .

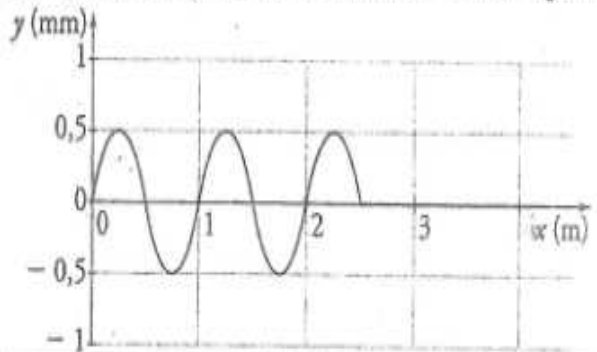
**Exercice d'application N°3 :**

*Extrait du concours d'entrée à la faculté de médecine dentaire Rabat Aout 2011*

*Exercice 2 (6 points) : propagation d'une onde mécanique*

Un vibreur est relié à l'extrémité S d'une corde. À l'instant  $t=0$ , le vibreur est mis en mouvement. L'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 200$  ms est représenté ci-après, l'origine des abscisses  $x=0$  correspond à la position de l'extrémité S.

1. Quel est le sens du mouvement du vibreur à l'instant  $t=0$  ? justifier.
2. Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$ .
3. Déterminer la valeur de la période du mouvement du vibreur.
4. Calculer la célérité de l'onde.
5. À l'instant  $t_1 = 200$  ms, combien de points de la corde vibrent en phase avec la source S ?



**Exercice d'application N°4 :**

Une onde mécanique progressive sinusoïdale se propage le long d'une corde élastique

- 1- A l'instant  $t_1$  l'élongation  $y$  d'un point M de la corde est maximale tandis qu'à l'instant  $t_2$  elle est nulle. Sachant que  $\Delta t = t_2 - t_1 = 0,14$  s, en déduire la période  $T$  de l'onde
- 2- Sachant que la célérité de l'onde est  $V = 1,43$  m.s<sup>-1</sup> ; calculer la longueur d'onde  $\lambda$ .