

---

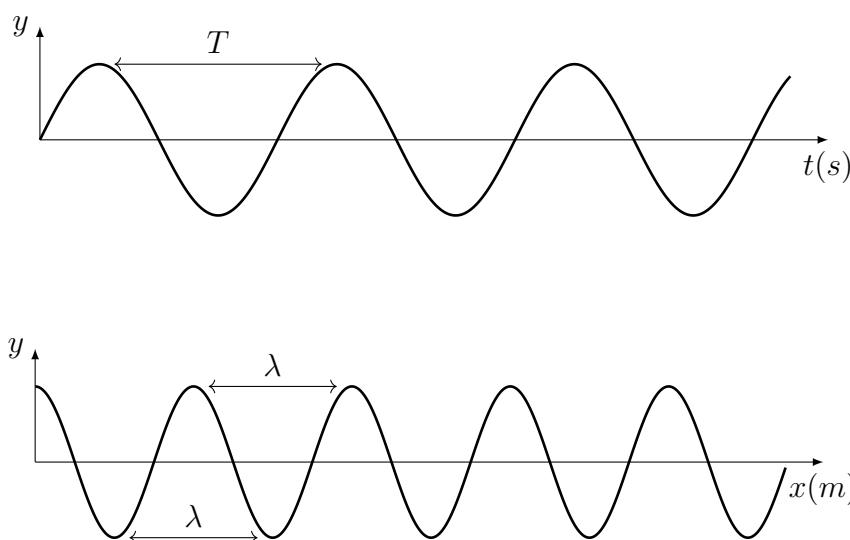
Les ondes mécaniques progressives périodiques:

---

## L'onde mécanique progressive périodique :

**Définition :** Une onde progressive est dite périodique si l'évolution temporelle de chaque point du milieu de propagation est périodique.

- Elle se caractérise par une périodicité temporelle (Période  $T$ ) : La durée minimale nécessaire pour qu'un point du milieu retrouve le même état de vibration.
- Elle se caractérise aussi par une périodicité spatiale (Longueur d'onde  $\lambda$ ) : La distance constante séparant deux motifs identiques consécutifs.



## Onde sinusoïdale :

Une onde mécanique progressive périodique est dite sinusoïdale si l'évolution temporelle de la source peut être associée à une fonction sinusoïdale.

### Caractéristiques de l'onde sinusoïdale :

#### Longueur d'onde $\lambda$ :

La distance constante qui sépare deux perturbations.

La distance parcourue pendant un intervalle de temps égale à la période  $T$ .

La distance qui sépare deux crêtes consécutifs ou entre deux creux.

La distance entre deux points qui vibrent de la même manière à un instant donné.

#### La période $T$ :

La durée nécessaire pour parcourir une distance  $\lambda$ .

La durée séparant l'arrivée de deux points successives en un point.

#### La vitesse de propagation :

La vitesse de propagation est donnée par la relation suivante :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

On ajoute une autre relation :

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Or  $T = \frac{1}{f}$  alors la relation devient :

$$v = \lambda \times f$$

**Remarque :** On sait que :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T}$$

Donc :

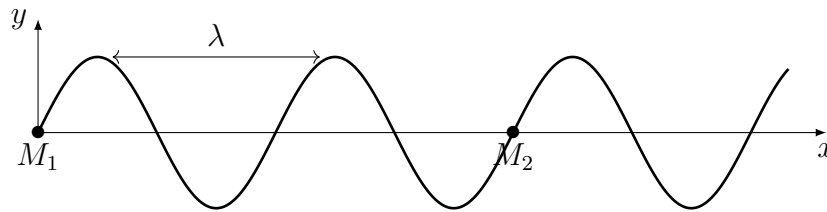
$$\frac{d}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} = k^{\text{Cte}}$$

Le nombre  $k$  est le nombre de répétition de  $\lambda$  dans  $d$ , ou bien de  $T$  dans  $\Delta t$ .

## Comparaison du mouvement de deux points :

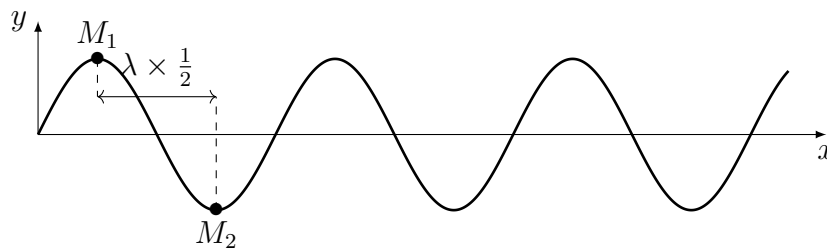
On considère 2 points  $M_1$  et  $M_2$  d'un milieu à une dimension (corde, ressort...).

On dit que  $M_1$  et  $M_2$  vibrent en phase :



Entre  $M_1$  et  $M_2$  il s'agit d'une distance, c-à-d  $M_1M_2 = d$ , cette distance peut être exprimé en fonction de  $\lambda$  :  $d = k \cdot \lambda$  avec  $k$  est le nombre précisé ultérieurement ( $k \in \mathbb{Z}^*$ ).

Les deux points  $M_1$  et  $M_2$  vibrent au même instant et de la même manière  $Y(M_1) = Y(M_2)$ .



On dit que  $M_1$  et  $M_2$  vibrent en opposition de phase si :

Ils vibrent en opposition de phase, c-à-d :  $Y(M_1) = -Y(M_2)$ . La distance  $d$  égale à :  $d = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$

Donc :

Si  $k$  est un nombre entier, alors les points vibrent en phase.

Si  $k$  est un nombre décimal, alors les points vibrent en opposition de phase.

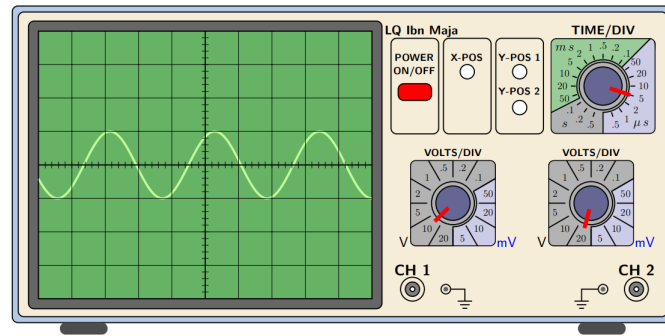
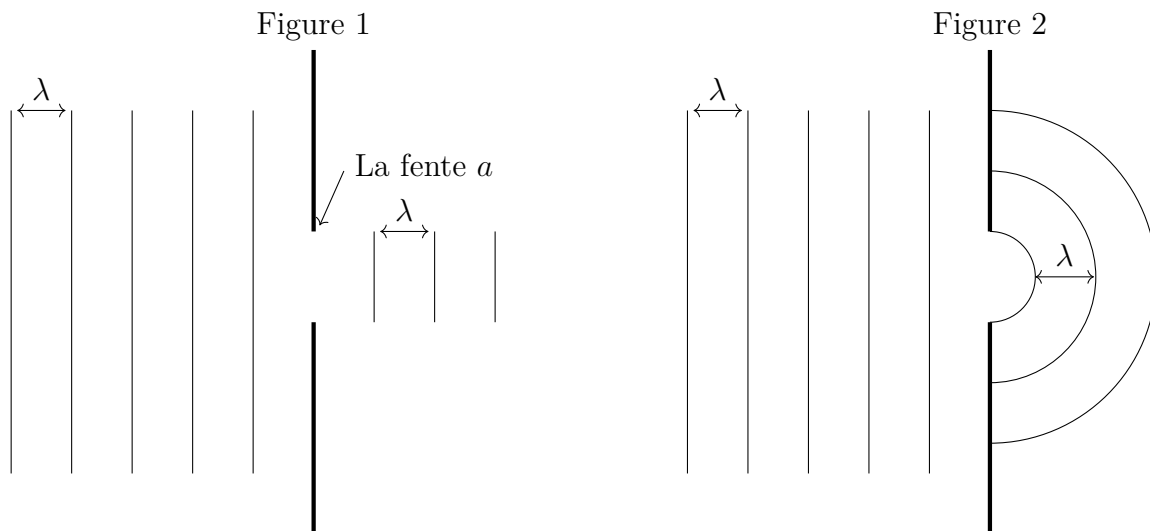


Figure 1: Oscilloscope :

Sur un oscilloscope le retard temporel  $\tau$  peut être exprimé en fonction de division et le balayage:  $\tau = V_H \cdot x$ , où  $V_H$  balayage horizontal et  $x$  le nombre de divisions.

## Le phénomène de diffraction :

Une plane périodique rencontre un obstacle ou une fente d'épaisseur  $a$  :  
On distingue deux cas :



Dans la figure 1 on a  $a > \lambda$ , on remarque que l'onde traverse la fente sans changer la forme, fréquence, vitesse, seulement une partie bloquée. L'onde est dite diaphragmée.

Dans la figure 2 on a  $a \leq \lambda$ , on remarque le changement de la forme de l'onde, elle devient circulaire, mais elle conserve la fréquence, la période, la longueur  $\lambda$  et la vitesse. L'onde est dite diffractée.

### Définition :

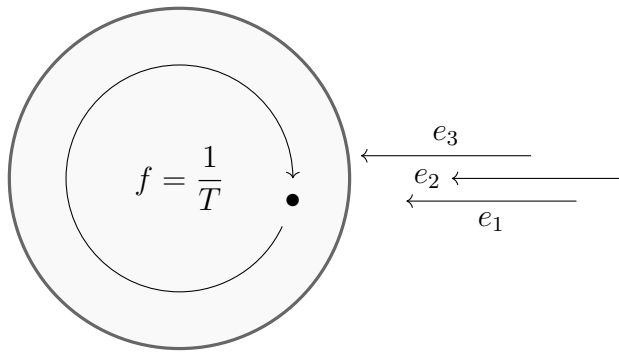
Le phénomène, qui subit la partie de l'onde plane qui traverse la fente fine  $a$  (Figure 2), est appelé le phénomène de diffraction.

L'onde se diffracte si et seulement si  $a \leq \lambda$ . Cette dernière conserve la célérité, la longueur d'onde, la fréquence et par conséquent la période. Ce phénomène est plus notable lorsque  $a$  est plus petite que  $\lambda$ , autrement  $a \ll \lambda$ .

## Étude stroboscopique des phénomènes ondulatoires :

Le stroboscope est un appareil qui émet des éclairs brefs de fréquence  $f_e$  réglable, cet appareil est utilisé afin d'étudier les phénomènes ondulatoires entretenus, et déterminer leurs fréquences  $f$ .

### Cas 1 : L'immobilité apparente :



Lorsque :  $f = k.f_e$  où  $k \in \{1, 2, 3, \dots\}$ , on observe l'onde entretenue en immobilité apparente. La fréquence maximale des éclairs est atteinte lorsque  $k = 1$  on aura donc  $f = f_e$ .

Disons alors que la fréquence de l'onde progressive est égale à la fréquence maximale des éclairs pour laquelle on observe l'immobilité apparente du phénomène.

### Cas 2 : Mouvement ralenti apparent :

Lorsque la fréquence des éclairs  $f_e$  diffère peu de la fréquence  $f$  du phénomène, on observe un mouvement ralenti apparent de l'onde progressive entretenue de fréquence apparente  $f_a$ , tel que  $f_a = f - f_e$  :

a) Si  $f > f_e \implies f_a > 0$  alors le mouvement ralenti apparent de l'onde progressive entretenue est dans le sens direct, c'est-à-dire dans le sens réel de propagation.

b) Si  $f < f_e \implies f_a < 0$  alors le mouvement ralenti apparent de l'onde progressive entretenue est dans le sens inverse de celui de propagation.

### Milieu dispersif :

Un milieu est dit dispersif si la vitesse de propagation de l'onde dépend de sa fréquence.

#### Exemples :

La surface de l'eau est un milieu dispersif.

l'air est un milieu non-dispersif pour les ondes sonores.