

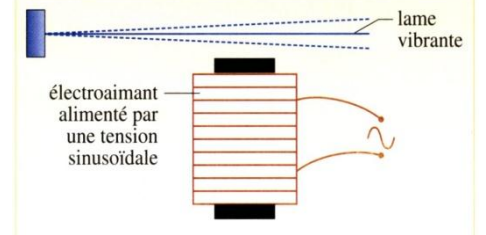


I) Notion d'onde progressive périodique

1- Comment obtenir une onde progressive périodique ?

Rappel : un phénomène périodique est un phénomène qui se répète de la même manière à intervalles de temps réguliers.

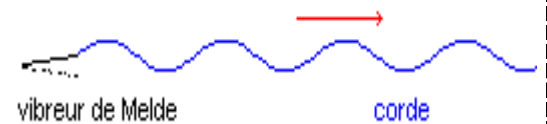
Si la source impose au milieu une **perturbation périodique** (perturbation se répète identique à elle-même à intervalles de temps égaux), l'onde résultante est une **onde progressive périodique**.



2- Exemples

- Une corde attachée à la lame en S subit ainsi une perturbation périodique qui se propage le long de la corde. On a créé une onde progressive périodique.

(La lame vibre périodiquement de haut en bas grâce à un électroaimant)



3- Définition d' une onde mécanique progressive périodique

- Une onde mécanique est progressive si elle se propage depuis un point source dans tout le milieu matériel. Elle est périodique si la perturbation se répète de façon identique à elle-même à intervalles de temps égaux.

- Une onde mécanique périodique est créée par une source qui a un mouvement périodique.

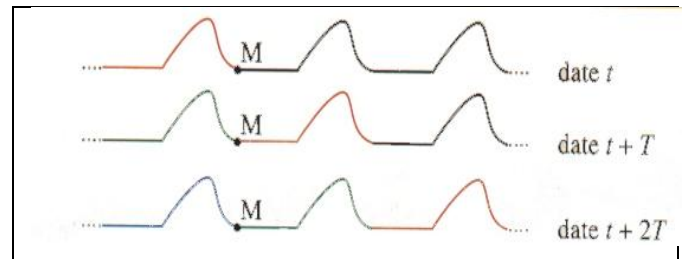
II) Périodicité temporelle, périodicité spatiale

1- Périodicité temporelle

La période temporelle T est une caractéristique de la source car tout point du milieu, atteint par la perturbation oscille avec la même période que la source (donc la fréquence est une caractéristique de la source).

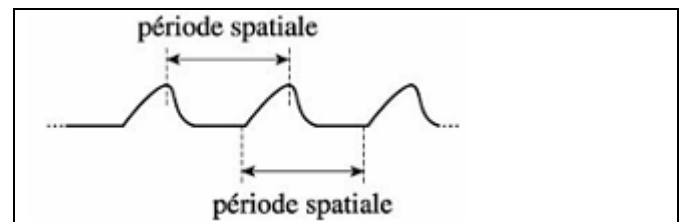
⇒ C'est la durée au de laquelle un point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire.

Elle est notée T et s'exprime en seconde



2- Périodicité spatiale

On appelle **période spatiale**, notée λ , d'une onde mécanique progressive périodique, la plus petite distance séparant deux points du milieu dans le même état vibratoire (c'est-à-dire vibrant en phase).



III) Onde progressive périodique sinusoïdale

1-Définition

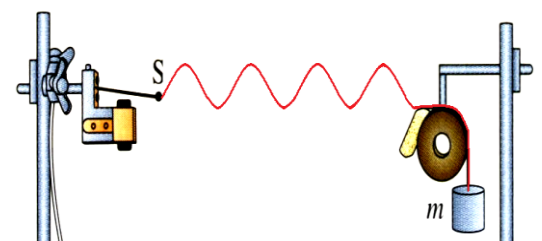
Une onde progressive sinusoïdale est une onde progressive pour laquelle la source impose une perturbation sinusoïdale de période T (décrit par une fonction sinusoïdale).

- La perturbation en un point quelconque du milieu est aussi une sinusoïde de période T

- L'élongation x de la source S à un instant t d'une onde progressive

sinusoïdale s'exprime par : $y_S(t) = Y_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t\right)$

Avec : Y_{\max} est l'amplitude, T est la période .



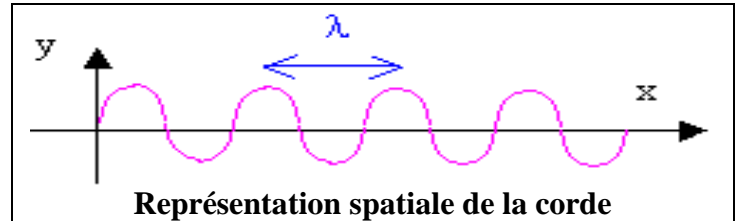
- Un point M d'abscisse x reproduit le mouvement de la source S avec un retard $\tau = \frac{x}{v}$. donc L'élongation y_M du

point M est : $y_M(t) = Y_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot (t - \tau)\right)$ c'est-à-dire $y_M(t) = y_S(t - \tau)$

2- Caractéristiques de l'onde progressive sinusoïdale

L'onde progressive périodique est caractérisée par la période spatiale.

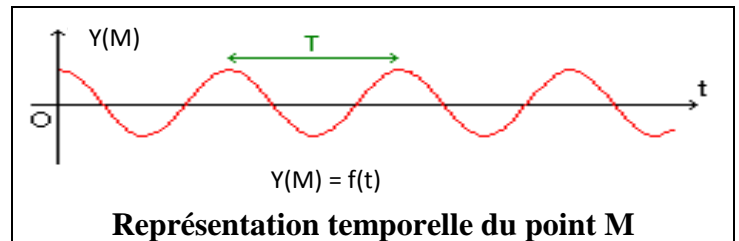
Dans le cas d'une onde sinusoïdale, on appelle cette période spatiale longueur d'onde. Elle est notée λ et est exprimé en mètres (m).



L'onde progressive périodique est caractérisée par sa période temporelle T et sa fréquence ν qui sont imposés par la source.

On rappelle que la fréquence ν du phénomène est

l'inverse de la période T : $\nu = \frac{1}{T}$



3- Relation entre périodicité spatiale et temporelle

La période spatiale est égale à la distance λ parcourue par l'onde pendant une période temporelle T. L'onde se déplaçant avec la célérité V, caractéristique du milieu de propagation : $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$

Avec ν la fréquence en Hertz (Hz)

Une onde périodique progressive présente donc une double périodicité : spatiale et temporelle.

- Remarque 1

On peut mesurer la période temporelle T d'une onde périodique en figeant la propagation avec un éclairage stroboscopique :

- Quand $T_{\text{éclair}} = T_{\text{onde}}$ alors l'immobilité apparente (le milieu semble immobile).
- Quand $T_{\text{éclair}} < T_{\text{onde}}$ alors le phénomène périodique va au ralenti en sens inverse réel
- Quand $T_{\text{éclair}} > T_{\text{onde}}$ alors le phénomène périodique va au ralenti dans le même sens réel.

la fréquence du mouvement apparent ralenti : $N_a = N - N_e$

avec N_a : fréquence du mouvement apparent ralenti,

N: fréquence du mouvement réel

N_e : fréquence des éclaires (stroboscope)

$N_a > 0$: mouvement apparent sens direct

$N_a < 0$: mouvement apparent sens rétrograde

- Remarque 2

- Deux points M et N d'un milieu vibrent en phase si leur distance $d = MN$ est égale à un nombre entier k de longueurs d'onde λ : $d = MN = k\lambda$ ($k \in \mathbb{N}^*$)

- Deux points M et N d'un milieu vibrent en opposition de phase si leur distance $d = MN$ est égale à un nombre entier impair $(2k + 1)$ de demi-longueur d'onde λ : $d = MN = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ($k \in \mathbb{N}$)

VI) Des propriétés spécifiques aux ondes : diffraction et dispersion

1) Phénomène de diffraction

Cas n°1

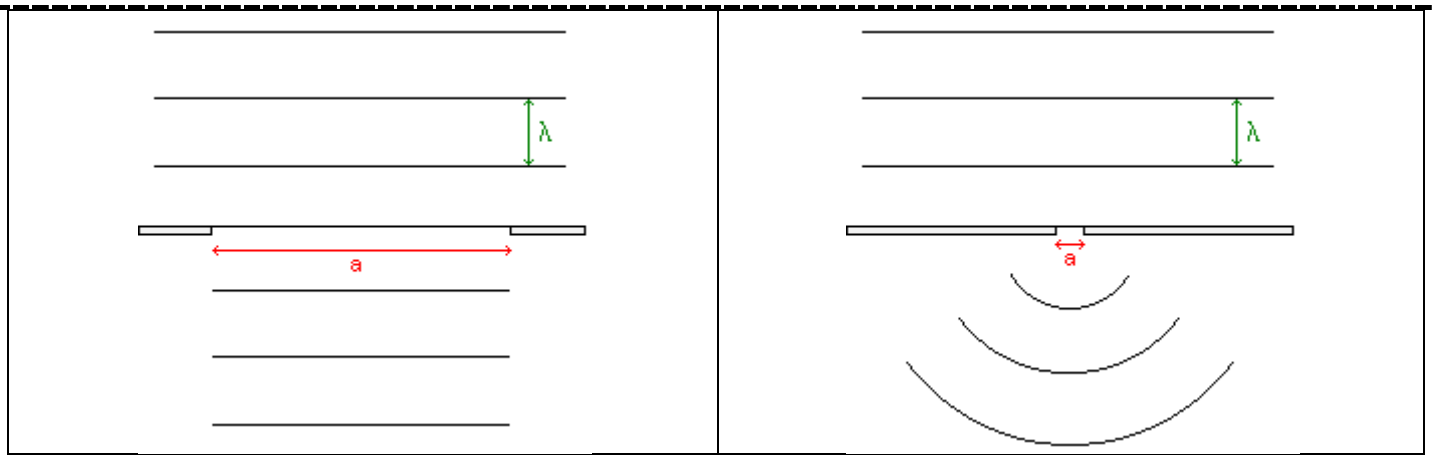
L'ouverture est de grande taille par rapport à la longueur d'onde

(λ petite par rapport à a).

Cas n°2

L'ouverture est de petite taille par rapport à la longueur d'onde

(λ égale ou plus grande que a).



- Lorsqu'une onde progressive sinusoïdale rencontre un obstacle d'ouverture de petite taille, sa propagation est modifiée : l'onde est déformée

Lorsque la largeur de l'ouverture a est inférieure ou de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde λ ($a \leq \lambda$), l'onde subit un phénomène de diffraction.

- Plus la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle est petite, plus le phénomène de diffraction est marqué.
- L'onde diffractée possède la même fréquence et donc la même longueur d'onde que l'onde incidente.

2) Notion de milieu dispersif

En effet des ondes de fréquences différentes ne se propagent pas à la même vitesse dans un tel milieu et subissent alors une dispersion.

Un milieu est dit dispersif si la célérité v d'une onde dépend de sa fréquence ν .

Exemple

- L'eau d'une rivière est un milieu dispersif.
- L'air est un milieu non dispersif pour les ondes sonores.

Connaissances - Compétences

- Reconnaître une onde progressive périodique et sa période.
- Définir pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence, la longueur d'onde.
- Connaître et utiliser la relation $\lambda = v \times T$, connaître la signification et l'unité de chaque terme,
- Savoir justifier cette relation par une équation aux dimensions.
- Savoir, pour une longueur d'onde donnée, que le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que la dimension d'une ouverture ou d'un obstacle est plus petite.
- Définir un milieu dispersif.
- Exploiter un document expérimental (série de photos, oscillogramme, acquisition de données avec un ordinateur...) : détermination de la période, de la fréquence, de la longueur d'onde.
- Reconnaître sur un document un phénomène de diffraction.