# Les ondes mécaniques progressives périodiques

# Les savoirs et savoir-faire exigibles

- \* Reconnaître une onde progressive périodique et sa période.
- \* Définir pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.
- \* Connaître et utiliser la relation  $\lambda = v \times T$ , connaître la signification de chaque terme, savoir justifier cette relation par une équation aux dimensions.
- \* Savoir, pour une longueur donnée, que le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que la dimension d'une ouverture ou d'un obstacle est égale ou petite à la longueur d'onde.
- \* Définir un milieu dispersif.
- \* Exploiter des documents expérimentaux pour reconnaitre le phénomène de diffraction et mettre en évidence les caractéristiques de l'onde diffractée.
- \* Proposer le schéma d'un montage expérimental de mettre en évidence le phénomène de diffraction dans le cas des ondes mécaniques sonores et ultrasonores;
- Proposer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.

#### Ondes mécaniques progressives périodiques

#### I- Périodicité

#### 1- Mouvement périodique

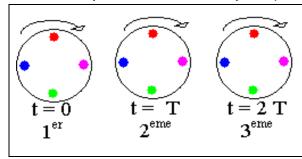
La période T d'un phénomène périodique est la durée au bout de laquelle le phénomène se répète identique à lui-même.

La fréquence f d'un phénomène périodique représente le nombre de phénomènes effectués par seconde. La fréquence est l'inverse de la période : f = 1 / T avec f en hertz (Hz), T en s

#### 2- Stroboscopie

Un stroboscope émet des éclairs très brefs séparés par une durée  $T_e$  constante et réglable. Il permet d'étudier un mouvement périodique de période T, de l'immobiliser en réglant la durée  $T_e$ .

Si  $T_e = k.T$  (avec k entier naturel), l'objet semble immobile.



Exemple: un disque tournant régulièrement :

Le disque semble immobile car il fait un ou plusieurs tours complets entre 2 éclairs et se retrouve à la même position.

En diminuant  $T_e$  pour obtenir l'immobilité, on atteint pour la plus petite valeur,  $T_e = T \ (k = 1)$ . On détermine ainsi la période T du phénomène.

## II- Onde progressive périodique:

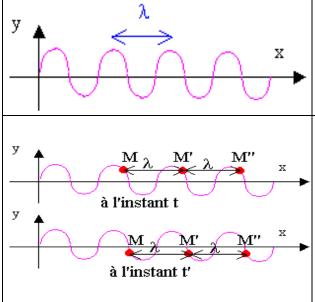
# 1- Onde créée par un vibreur sur une corde:



Une lame d'acier vibre périodiquement de haut en bas grâce à un électroaimant.

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.



# 2- Période spatiale:

Si on photographie la corde, on obtient un instantané.

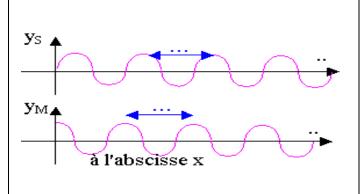
La forme de la corde à un instant donné est une fonction sinusoïdale de l'abscisse x.

On appelle longueur d'onde, notée  $\lambda$  la période spatiale de l'onde progressive périodique.

λ est une longueur mesurée en mètre (m).

Les points M, M' et M'' sont distants d'une longueur d'onde  $\lambda$ . Ils ont la même élongation quelque soit l'instant t. On dit qu'ils vibrent en phase.

Si 2 points sont distants de  $k.\lambda$  (k entier), alors ils vibrent en phase.





**3- Période temporelle:** On étudie un point M d'abscisse x fixée.

On trace y en fonction du temps.

La source S a un mouvement sinusoïdal de période T.

L'élongation du point M est aussi périodique de même période T. T est un temps, mesuré en s.

Tous les points de la corde vibrent avec la même période T imposée par la source S.

# 4- Relation entre période et longueur d'onde:

La longueur d'onde  $\lambda$  est la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à sa période T.

$$\lambda = v \cdot T = v / f$$

avec  $\lambda$  en mètre, v en mètre par seconde, T en seconde et f en hertz.

# Il y a double périodicité de l'onde:

<u>Périodicité temporelle</u>: pour tout point M d'abscisse x, y(x,t) = y(x,t+n.T).

Périodicité spatiale: à tout instant t,

$$y(x,t) = y(x + k.\lambda, t).$$

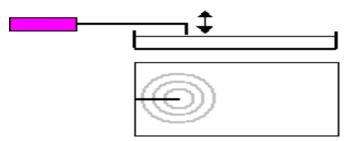
Pour tout point M d'abscisse x et à tout instant t,  $y(x,t) = y(x + k.\lambda)$ , t + n.T).

#### III- Ondes à deux ou à trois dimensions:

#### 1- Ondes à la surface de l'eau:

On utilise une cuve à ondes.

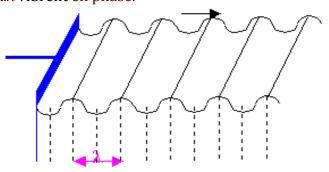
#### **Ondes circulaires**



Les points espacés de  $k.\lambda$  vibrent en phase.

# Ondes rectilignes

Les points espacés de k.λ vibrent en phase.



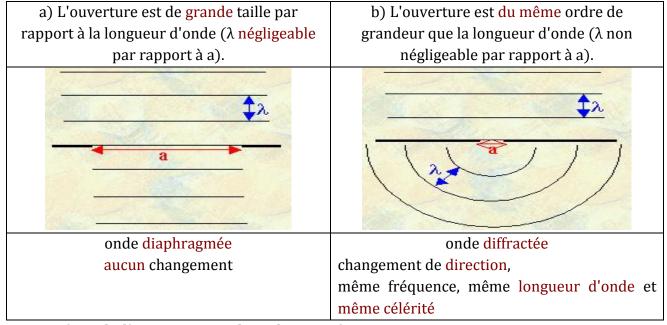
#### 2- Ondes sonores:

Les ondes se propagent dans les 3 directions. Les points espacés de  $k.\lambda$  vibrent en phase.

#### IV- Diffraction et dispersion des ondes:

# 1- Diffraction d'une onde progressive sinusoïdale:

Une onde plane périodique rencontre un obstacle ou une ouverture:



La surface de l'eau est un milieu dispersif.

L'air n'est pas un milieu dispersif pour les fréquences audibles.

# 2- Dispersion d'une onde:

<u>Définition</u>: Un milieu est dit dispersif si la <u>célérité</u> des ondes qui se propagent dans ce milieu dépend de leur <u>fréquence</u>.