

Introduction : Une note de musique obtenue avec un diapason est une onde mécanique progressive périodique. Comment caractériser ce type d'onde ?

I°) Définition :

Une onde mécanique est **progressive** si elle se propage depuis un point source dans Elle est **périodique** si la perturbation se de façon identique au ; c'est un **mouvement vibratoire entretenu** (vagues de la houle, la d'un diapason, ondes sur une cuve à onde....)

II°) Onde mécanique périodique sinusoïdale :

a°) Périodicité temporelle (période) :

Définition: La période d'un phénomène périodique est la **durée au bout de laquelle le phénomène se à lui-même**. On la note T et elle s'exprime en (s).

Définition: La **fréquence** d'un phénomène périodique représente le nombre de phénomènes effectués par..... On la note généralement f, son unité est le..... (.....). La fréquence est l'inverse de la période :

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

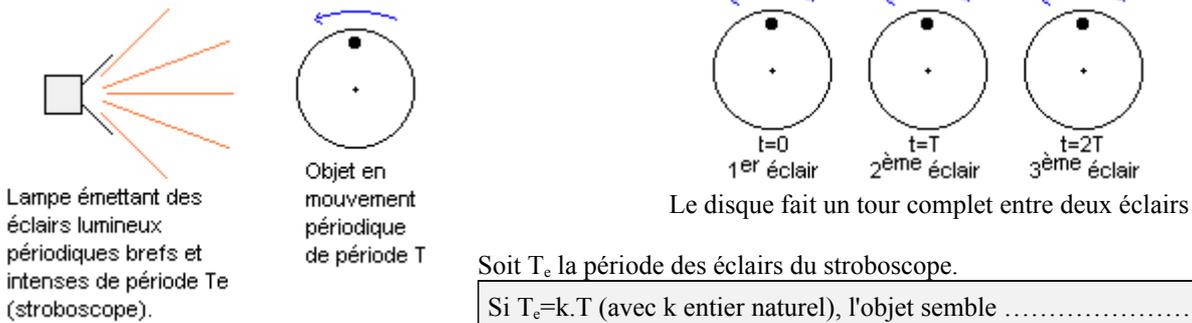
avec

f: fréquence du phénomène en hertz (Hz)

T: période du phénomène en secondes (s)

Pour définir la période ou la fréquence d'une onde mécanique progressive sinusoïdale on utilise un stroboscope.

b°) Principe de la stroboscopie :

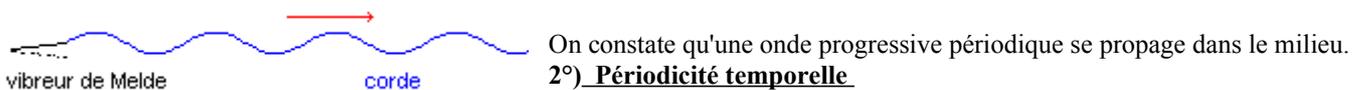


Remarques : - La valeur la plus de la période (ou la plus des fréquences) des éclairs qui donne l'immobilité apparente est égale à la période du phénomène : $T_{\text{éclair}} = T_{\text{phénomène périodique}}$
 - Quand $T_{\text{éclair}} < T_{\text{phénomène périodique}}$ alors le phénomène périodique va **au ralenti**
 - Quand $T_{\text{éclair}} > T_{\text{phénomène périodique}}$ alors le phénomène périodique va **au ralenti**

III°) Onde progressive périodique à une dimension:

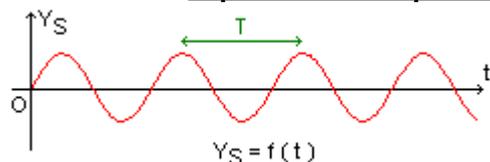
1°) Etude expérimentale :

Soit une source S (extrémité d'une scie sauteuse) imposant une perturbation périodique sinusoïdale au milieu de propagation (corde).



Ci-joint (à droite), l'aspect de la corde à un instant donné. L'élongation de la source et d'un point M quelconque est en général différente, mais on peut remarquer une périodicité dans le mouvement de chaque point de la corde.

Représentation temporelle du point S

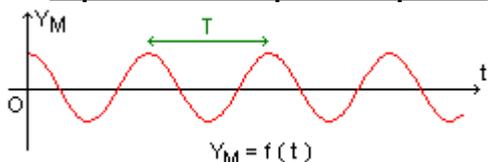


L'élongation de la source S est de période T. C'est une fonction sinusoïdale du temps.

Représentation spatiale de la corde



Représentation temporelle du point M



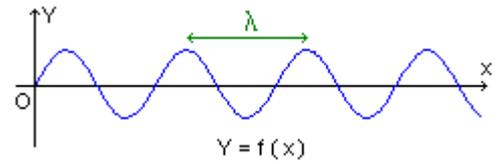
L'élongation du point M est elle aussi périodique de même période T.

La période du mouvement de chaque point de la corde est imposée par la source S.

3°) Périodicité spatiale

L'aspect de la corde à un instant donné est une fonction sinusoïdale de l'abscisse x de chacun des points du milieu.

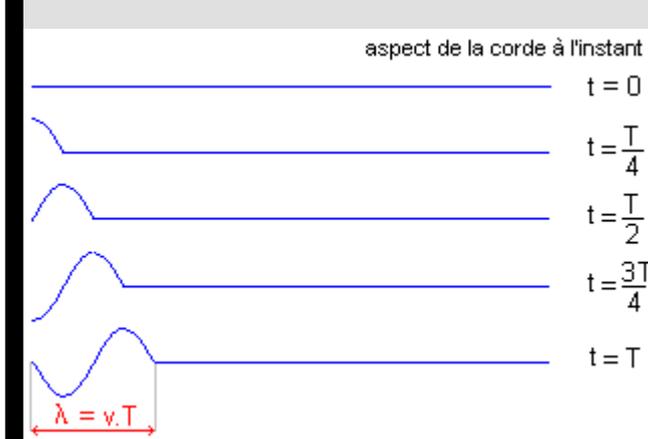
Définition: On appelle longueur d'onde (notée λ) la période spatiale de l'onde progressive périodique.



L'onde présente donc une double périodicité:

- une périodicité temporelle de période T (exprimée en secondes).
- une périodicité spatiale de période λ (exprimée en mètres).

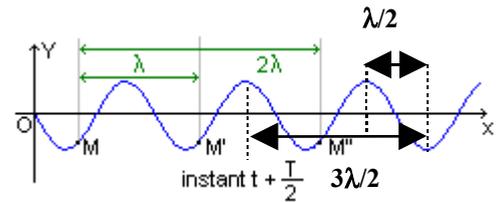
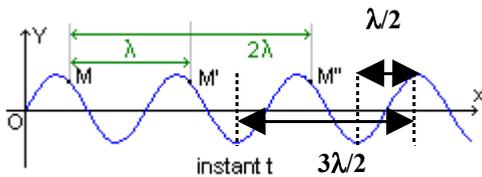
4°) Relation entre période et longueur d'onde



La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à

$\lambda = \dots = \dots$ avec $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \text{ en mètres} \\ v \text{ en } \dots \\ T \text{ en secondes} \end{array} \right.$ **Remarques :** - λ varie avec si on garde le même milieu de propagation (donc même).
- si on change de milieu de propagation (donc de), pour la même fréquence, λ

Remarques:



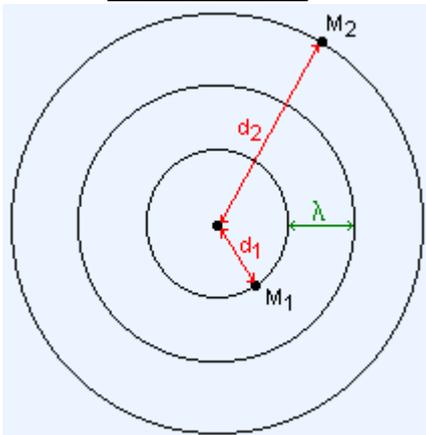
- Les points M , M' et M'' conservent la même élongation quelque soit l'instant t . On dit que les points M , M' et M'' vibrent en phase, dans ce cas 2 points qui vibrent en phase sont séparés par une distance $d = \dots$ (avec k entier).

- Les points A et C ainsi que B et C ont des élongations opposées quelque soit l'instant t . On dit que les points A et C ainsi que B et C vibrent en de phase, dans ce cas 2 points qui vibrent en de phase sont séparés par une distance $d = \dots$ (avec k entier).

IV) Cas des ondes à deux ou à trois dimensions :

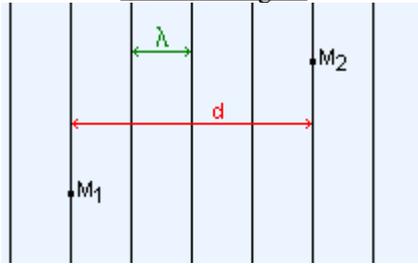
1°) Ondes à la surface de l'eau

Ondes circulaires



Les points M_1 et M_2 vibrent en phase si $|d_2 - d_1| = k\lambda$.

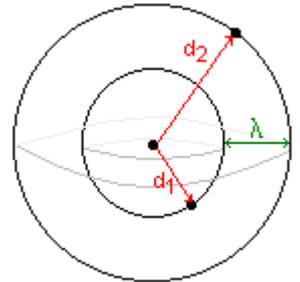
Ondes rectilignes



Les points M_1 et M_2 vibrent en phase si $d = \dots$

2°) Ondes sonores

Les points M_1 et M_2 vibrent en phase si $|d_2 - d_1| = k \cdot \lambda$ (voir image ci-contre).



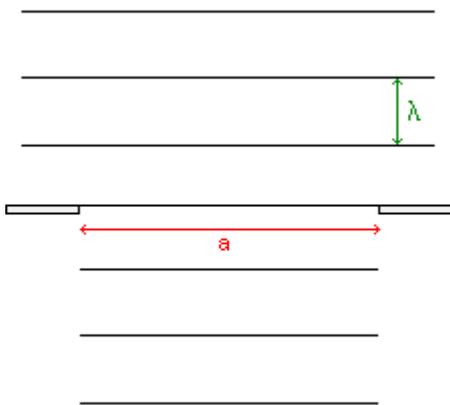
V°) Diffraction et dispersion :

1°) Diffraction d'une onde progressive sinusoïdale

Soit une onde plane périodique (réalisée avec une cuve à onde) rencontrant un obstacle ou une ouverture.

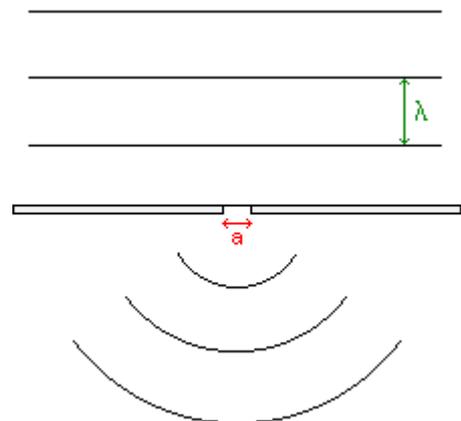
Cas n°1

L'ouverture est de grande taille par rapport à la longueur d'onde (λ négligeable par rapport à a).



Cas n°2

L'ouverture est de petite taille par rapport à la longueur d'onde (λ non négligeable par rapport à a).



Dans le cas n°2, l'onde change de direction et de comportement sans changement de sa longueur d'onde: elle est diffractée (le phénomène mis en évidence s'appelle la diffraction).

Définition : Une ouverture (ou un obstacle) interposé sur le trajet d'une onde progressive, se comporte comme une source secondaire. Cette dernière émet dans toutes les directions, et à la même fréquence que la source primaire (même longueur d'onde, même): c'est le phénomène de **diffraction**. Plus la longueur de l'ouverture (a) se rapproche de la longueur d'onde de la source λ , plus ce phénomène sera

2°) Dispersion d'une onde (activité réalisée à partir de clichés pris sur une cuve à onde) :

- 1°) Mesurer la longueur d'onde moyenne pour les 4 clichés.
- 2°) Calculer la vitesse correspondante dans chaque cas.
- 3°) Conclure

Définition: Un milieu est dit **dispersif** si la célérité des ondes qui se propagent dans ce milieu varie avec la

L'eau est un milieu dispersif (voir activité ci-dessus). L'air n'est pas un milieu dispersif pour les ondes sonores. Les aiguës (hautes fréquences) et les graves (.....) parviennent simultanément à notre oreille. Ce constat n'est plus vrai quand les amplitudes sonores sont très élevées : le roulement du tonnerre correspond à l'arrivée tardive des basses fréquences (sons graves).