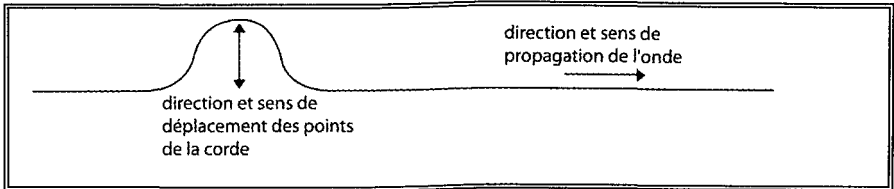


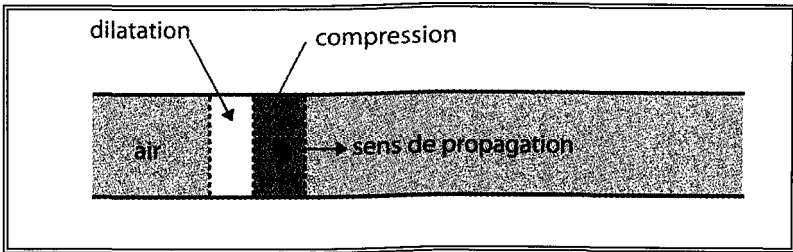
Les ondes

I. Propagation d'un ébranlement :

- Un ébranlement est dit transversal lorsque le déplacement des points du milieu de propagation s'effectue perpendiculairement à la direction de propagation.



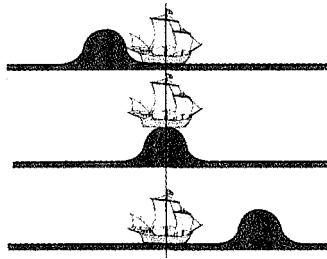
- Un ébranlement est dit longitudinal lorsque le déplacement des points du milieu de propagation s'effectue dans la même direction que celle de la propagation.



- Le son dans l'air est une onde. La perturbation (succession de compression et de détente) dans l'air se propage de proche en proche horizontalement, les molécules de l'air effectuent un va-et-vient horizontalement.
- Lors de la propagation d'un ébranlement il y a propagation de l'énergie et non de la matière.

II. Propagation des ondes mécaniques progressives :

- On appelle onde mécanique progressive le phénomène de propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu matériel
- Une onde se propage, à partir de la source, dans toutes les directions qui lui sont offertes.
- Il existe ainsi des ondes à une, deux ou trois dimensions.
 - Une onde à une dimension a lieu dans une seule direction, par exemple, le long d'une corde
 - Une onde à deux dimensions a lieu dans un plan, par exemple à la surface de l'eau.



➤ Une onde à trois dimensions a lieu dans l'espace, par exemple, une onde sonore se propage dans toutes les directions.

• On appelle célérité v de l'onde la vitesse de propagation de l'onde : C'est le rapport entre la distance d parcourue par l'onde et la durée Δt du parcours.

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{avec } v \text{ en m.s}^{-1}, d \text{ en m et } \Delta t \text{ en s}$$

• On préfère le mot célérité au mot vitesse auquel est associée la notion de déplacement de matière (vitesse d'une automobile, d'une particule etc...).

• La célérité de l'onde est une propriété du milieu de propagation, elle est donc constante dans un milieu donné dans des conditions données.

• Elle dépend de l'inertie du milieu caractérisée par sa masse linéique (μ), surfacique ou volumique pour un milieu à 1, 2 ou 3 dimensions.

➤ Plus celle-ci est grande, plus la célérité est faible.

➤ Elle dépend également de la rigidité du milieu, de sa capacité à s'opposer à la déformation, plus elle est grande, plus la célérité augmente. Elle est mesurée par différentes grandeurs selon le milieu, tension pour un fil, raideur k pour un ressort.

➤ Par exemple, la célérité v d'une onde se propageant sur une corde dépend de sa tension T et de sa masse linéique μ . $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

➤ De même, la célérité du son dans l'air dépend de sa température.

III. Ondes progressives sinusoïdales

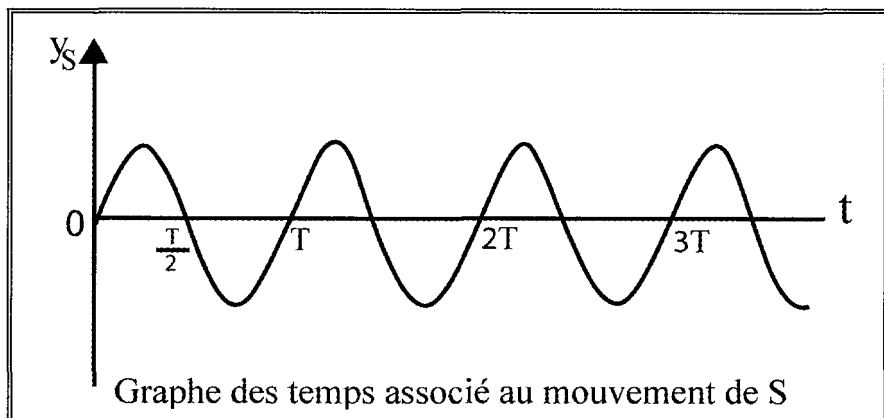
1- Mouvement de la source :

• Lorsque la source est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal, l'onde se propageant est dite sinusoïdale.

• L'équation horaire de la source s'écrit $y_s(t) = a \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

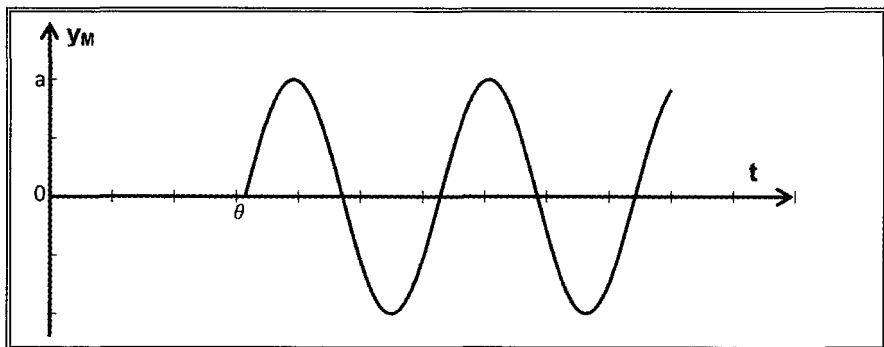
• Dans la suite on néglige la réflexion et l'amortissement de l'onde.

• Le graphe des temps de la source S : (pour $\varphi = 0$)



2- Mouvement d'un point M de la corde.

- Pour atteindre le point M du milieu de propagation le front de l'onde met un temps $\theta = \frac{OM}{V} = \frac{x}{V}$.
- On peut dire que le point M reproduit le mouvement sinusoïdal de la source avec un retard $\theta = \frac{OM}{V} = \frac{x}{V}$.



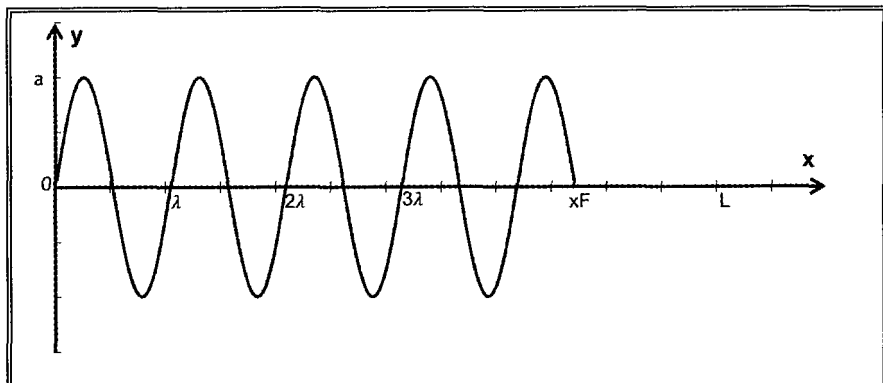
- L'équation horaire du mouvement du point M est donné par :

$$y_M(t) = y_S(t - \theta) = a \cdot \sin(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

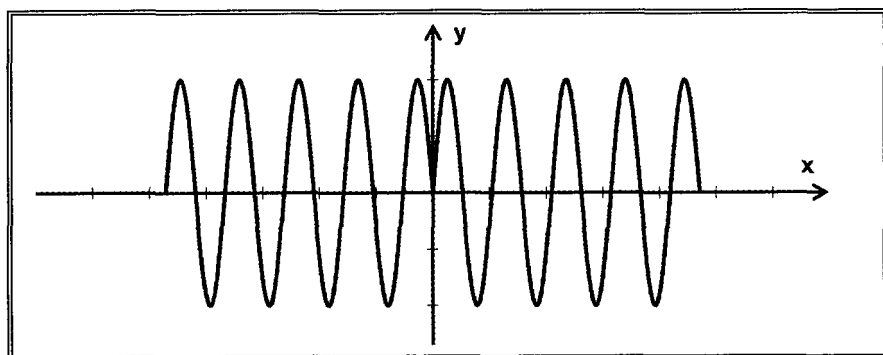
3- aspect du milieu de propagation à une date t.

- On cherche la position du front d'onde $x_F = v \cdot t$
- Si $x_F < l$ (l : longueur du milieu de propagation) une partie du milieu est affectée par l'onde
- Si $x_F \geq l$ tout le milieu est affecté

a- Cas d'une corde :

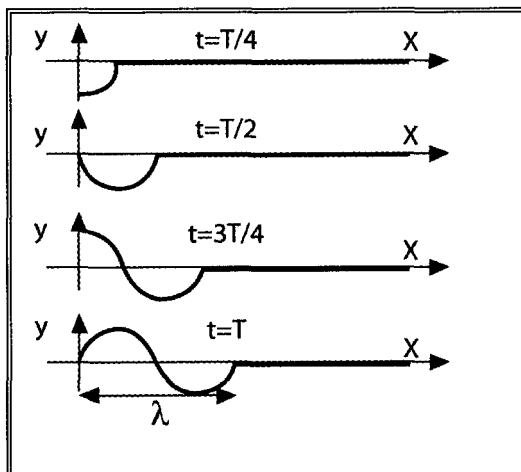


b- Cas d'une coupe transversale d'une nappe d'eau :

c- Relation entre la période spatiale λ et la période temporelle T :

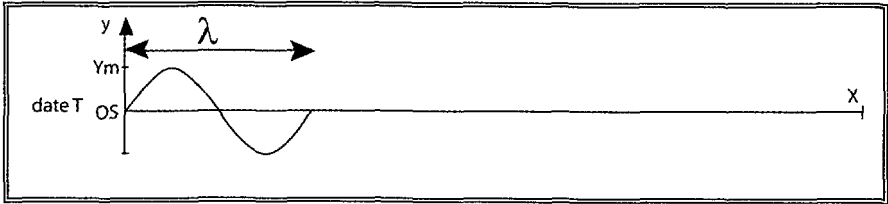
• La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à sa période T .

• $\lambda = V \cdot T$

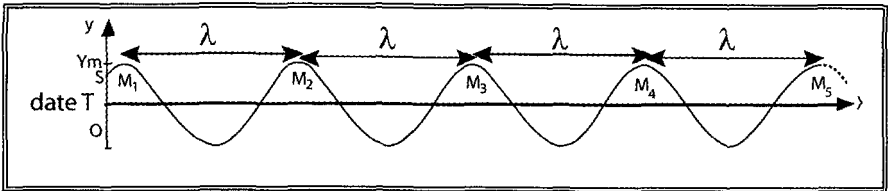


- Il y a double périodicité de l'onde :

d- Propriétés de la longueur d'onde



Le front de l'onde parti de O à la date 0 a parcouru la distance λ à la date T. La longueur d'onde λ est égale à la distance parcourue par l'onde en une période : $\lambda = V.T$



Les points M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 , distants de λ passent en même temps par leur élongation maximale. Mieux, ils ont à chaque instant la même élongation y , compris entre Y_m et $-Y_m$. On qu'ils vibrent en phase.

La longueur d'onde λ est la plus petite distance séparant deux points du milieu de propagation vibrant en phase.

- Remarque : Deux points distants de $\frac{\lambda}{2}$ ont constamment des élongations "y" de signe opposé. On dit que deux points distants de $\frac{\lambda}{2}$ vibrent en opposition de phase.