Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Onde mécanique progressive périodique (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Bac français / 1ère et 2ème Bac International SM

1- L'onde mécanique progressive périodique

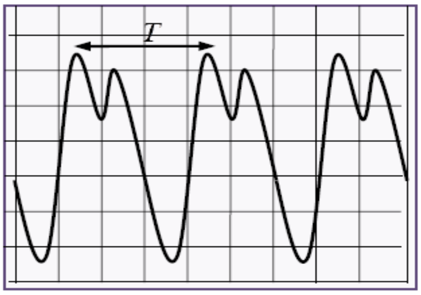
Une onde progressive est dite périodique si l'évolution temporelle de chaque point du milieu de propagation est périodique.

L'onde mécanique progressive est une succession entretenue des signaux mécaniques qui se propagent dans un milieu supposé infini.

2- la double périodicité

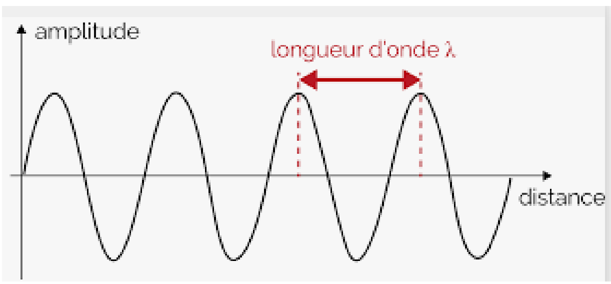
La périodicité temporelle réside dans la répétition du mouvement d'un point du milieu de propagation lorsqu'il subit une OMPP.

La période T est la durée minimale qui sépare le passage de ce point par sa position d'origine.



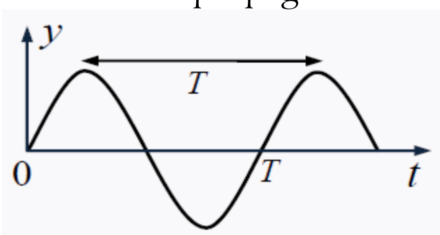
La périodicité spatiale réside dans la disposition des points du milieu qui vibrent de la même façon.

C'est la distance la plus courte entre deux points du milieu de propagation qui vibrent en phase. C'est la longueur d'onde, notée lambda (λ)



3- L'onde mécanique progressive sinusoïdale

Une onde progressive est dite sinusoïdale si l'évolution temporelle de chaque point du milieu de propagation suit une fonction sinusoïdale.



✓ Si $MM' = k\lambda$ on dit que M et M' vibrent <u>en phase</u>.

✓ Si $MM' = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ on dit que M et M' vibrent <u>en opposition de phase</u>.

Les caractéristiques d'une onde mécanique progressive sinusoïdale

- **La période T** est la durée minimale qui sépare le passage d'un point du milieu par son état d'origine (c'est aussi le temps mis par l'onde pour parcourir une distance égale à sa longueur d'onde.
- **La longueur d'onde λ** est la distance qui sépare deux point consécutifs vibrant en phase
- **La fréquence N** est le nombre de vibration d'un point du milieu par seconde

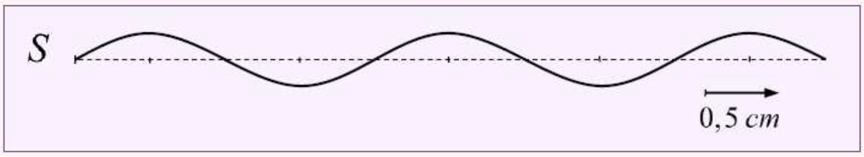
$$\boxed{N = \frac{1}{T}} \qquad \boxed{v = \frac{\lambda}{T} = \lambda N}$$

<u>Exercice d'application 1</u>:

Un vibreur génère une onde progressive sinusoïdale le long d'une corde élastique. On note N la fréquence de l'onde et v sa célérité.
On éclaire la corde avec un stroboscope de fréquence réglable N_e. La corde affiche une apparence immobile pour les fréquences suivantes :

$$N_e = \{100 \; ; \; 50 \; ; \; 33{,}33 \; ; \; 25 \;\; Hz\}$$

Le schéma suivant représente l'aspect de la corde à un instant t



1- Calculer la période T de l'onde.
2- Calculer la célérité de l'onde.
3- On règle la fréquence du stroboscope sur les valeurs $N_e = 99Hz$ et $N_e = 101Hz$. Décrire l'aspect de la corde pour chaque fréquence.

<u>Solution:</u>

1- ***La période*** T: On sait que: $T = \frac{1}{N}$ et comme N est la plus grande valeur de fréquences du stroboscope pour laquelle la corde apparait immobile, on trouve $N = 100Hz$. D'où: $\boxed{T = 0{,}01s}$

2- ***La célérité*** v: On a $v = \frac{\lambda}{T}$. L'extraction graphique nous donne une longueur d'onde $\lambda = 4 \times 0{,}5 = 2cm$

D'où: $\boxed{v = 2\ m.s^{-1}}$

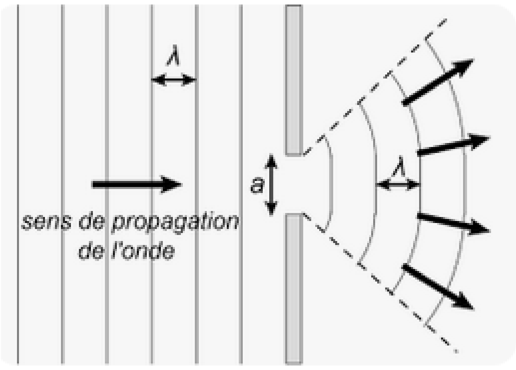
3- *L'aspect de la corde*:

* Si la fréquence des éclairs est légèrement inférieure à celle de l'onde $(N_e = 99Hz)$. La corde apparaît en mouvement ralenti dans le même sens de la propagation de l'onde.

* Si la fréquence des éclairs est légèrement supérieure à celle de l'onde $(N_e = 101Hz)$. La corde apparaît en mouvement ralenti dans le sens inverse du sens réel de la propagation de l'onde.

4- le phénomène de diffraction

La diffraction mécanique est la déformation de la direction de propagation d'une onde mécanique (comme le son ou les vagues) lorsqu'elle rencontre un obstacle ou une ouverture dont la taille est de l'ordre de sa longueur d'onde.



La diffraction est d'autant plus marquée que l'ouverture est petite.

Exercice d'application 2:

Les ondes sonores audibles par l'oreille humaine ont une fréquence comprise entre $20Hz$ et $20kHz$

Au-delà de $20kHz$ il s'agit d'ultrasons qui ne peuvent pas être entendus par l'Homme, certains animaux comme les chauves-souris, les dauphins ou les baleines sont capable de les percevoir.

1- Sachant que la célérité des ondes sonores dans l'air est égale à $340\,m.s^{-1}$ dans les conditions ordinaires de la température, déterminer le domaine de longueur d'onde des ondes sonores audibles par l'oreille humaine.

2- Nous dirigeons, vers une fente, une onde ultrasonore de fréquence $24kHz$

2-1 Quelle est la célérité des ultrasons dans l'air?

2-2 Calculer l'ordre de grandeur de la largeur d'une fente qui permet de mettre en évidence le phénomène de diffraction.

2-3 Sur cette même fente, on dirige une onde ultrason de fréquence $2MHz$ le phénomène de diffraction est-il mis en évidence? Justifier.

Solution:

1- Appliquons la formule: $\lambda = \dfrac{v}{N}$ et calculons les longueurs d'ondes extrêmes:

- Pour $N = 20\,Hz$, $\lambda = \dfrac{340}{20} = 17\,m$
- Pour $N = 20\,kHz$, $\lambda = \dfrac{340}{20.10^3} = 1,7.10^{-2}\,m = 1,7\,cm$

Le domaine de longueur d'ondes sonores audibles par l'oreille humaine est compris entre $1,7cm$ et $17\,m$.

2-1 Comme toutes les ondes sonores, les ultrasons ont une célérité dans l'air égale à $340\,m.s^{-1}$

2-2 Le phénomène de diffraction se manifeste si la largeur a de la fente est de même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ de l'onde, et comme $\lambda = \dfrac{v}{N} = \dfrac{340}{24.10^3} = 0,0141m$ donc: $a = 1,36cm$

2-3 Pour une onde ultrason de fréquence $2MHz$. la longueur d'onde associée est: $\lambda = \dfrac{v}{N} = \dfrac{340}{2.10^6} = 1,7.10^{-4}\,m$

Et comme $a \gg \lambda$ nous pouvons conclure qu'il n'y aura pas le phénomène de diffraction.