Fiche méthode 17 :
Onde plane progressive harmonique et onde stationnaire

❖ Expression littérale d'une OPPH :

L'onde plane (à une dimension selon l'axe $0x$ par exemple), progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) se propageant dans le sens des « x positifs » (sens des x croissant), est décrite par la fonction :

$$s(x,t) = A\cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

L'onde plane (à une dimension selon l'axe $0x$ par exemple), progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) se propageant dans le sens des « x négatifs » (sens des x décroissant), est décrite par la fonction :

$$s(x,t) = A\cos(\omega t + kx + \varphi_0)$$

avec A est l'amplitude de l'onde
$k = \frac{\omega}{v}$, module d'onde
φ_0 est la phase à l'origine ($t = 0$ et $x = 0$) de l'onde (en radiant)

Définition de la longueur d'onde :

La longueur d'onde λ correspond à la distance parcourue par l'onde en une période T, ce qui donne naissance à une relation fondamentale :

$$\lambda = v \times T$$

avec λ : longueur d'onde ou période spatiale (en mètre)
T : période temporelle, en seconde.
v: célérité de l'onde, en m/s

Grandeurs temporelles et spatiales analogues :

Grandeurs temporelles				Grandeurs spatiales		
Symbole/Formule	Nom	Unité		Symbole/Formule	Noms	Unité
T	Période	s	↔	λ	Période spatiale Longueur d'onde	m
$\omega = \frac{2\pi}{T}$	Pulsation	rad/s	↔	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$	Pulsation spatiale Module d'onde	rad/m
$f = \frac{1}{T}$	Fréquence	Hz	↔	$\sigma = \frac{1}{\lambda}$	Fréquence spatiale Nombre d'onde	m^{-1}

Lien entre les deux pulsations (relation de dispersion) :

On appelle relation de dispersion, la formule suivante :

$$k = \frac{\omega}{v} \Leftrightarrow \omega = k \times v$$

- **Lien entre les ondes progressives et les ondes stationnaires :**

> Deux OPPH de même fréquence et de même amplitude se propageant en sens inverse, donnent, en se superposant, une onde stationnaire.

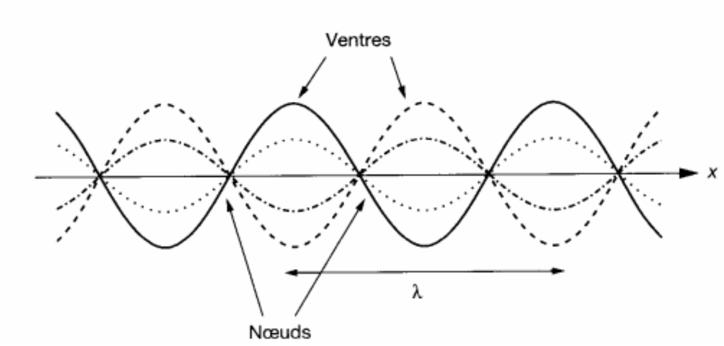
Milieu infini :
Si le milieu de propagation de l'OPPH incidente est **infini,** que le coefficient de réflexion est $|r| = 1$, il y a formation d'une onde plane stationnaire harmonique **quelle que soit la fréquence** de l'OPPH incidente.

Milieu fini :

Si le milieu de propagation de l'OPPH incidente est **limité des « deux côtés »,** que le coefficient de réflexion est $|r| = 1$, il y a formation d'une onde plane stationnaire harmonique **uniquement si la fréquence** de l'OPPH incidente correspond à la **fréquence propre** du milieu ou **à un de ses multiples entiers**.

> Dans un milieu **fini**, pour que des ondes stationnaires apparaissent, il faut valider deux conditions :
> 1. Le coefficient de réflexion en amplitude doit être $|r| = 1$
> 2. Seules les OPPH incidentes ayant pour fréquence $f_n = nf_1 \quad avec \ n \in \mathbb{N}^*$, sont permises.
> f_1 est la fréquence propre du milieu.

Nœuds et ventres d'une onde stationnaire :



Il existe des points du milieu dont l'amplitude de vibration est toujours nulle : $s(x,t) = 0, \forall t$. Ce sont les nœuds de vibration.

Deux nœuds sont distants de $\frac{\lambda}{2}$.

Il existe des points du milieu, à amplitude maximale : $s(x,t) = A, \forall t$. Ce sont les ventres de vibration.

Deux ventres sont distants de $\frac{\lambda}{2}$.