

FICHE DE COURS 15

ONDES PROGRESSIVES SINUSOÏDALES

Ce que je dois être capable de faire après avoir appris mon cours

- ☐ Définir les notions de signal, d'onde et d'onde unidimensionnelle.
- ☐ Caractériser une onde progressive unidimensionnelle par sa célérité et démontrer sa dépendance mathématique vis-à-vis d'une variable spatio-temporelle dont la définition dépend du sens de propagation.
- ☐ Prévoir l'évolution temporelle d'une onde en une position donnée (représentation graphique).
- ☐ Prévoir la forme de l'onde à un instant donné (représentation graphique).
- ☐ Donner la forme mathématique d'une onde progressive unidimensionnelle sinusoïdale (OPUS) en fonction des pulsations spatiale et temporelle ainsi que d'une amplitude et d'une phase à l'origine, suivant son sens de propagation.
- ☐ Citer quelques ordres de grandeur de fréquence et de célérité dans les domaines acoustiques et électromagnétiques.
- ☐ Donner et utiliser les équations de dispersion pour relier les grandeurs spatiales et temporelles (période, fréquence et pulsation).
- ☐ Définir le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence en indiquant son domaine de définition.
- ☐ Donner et utiliser l'expression du déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence en fonction du retard temporel pour calculer et prévoir un retard ou une avance de phase.
- ☐ Indiquer comment déterminer graphiquement le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence.
- ☐ Identifier des situations de phase, de quadrature de phase et d'opposition de phase sur un chronogramme ou dans une représentation graphique de type Lissajoux (XY).
- ☐ Utiliser les conditions de phase entre deux signaux synchrones pour déterminer la longueur d'onde d'une OPUS et en déduire sa célérité à partir de sa fréquence ou de sa période temporelles.

Les relations sur lesquelles je m'appuie pour développer mes calculs

- Évolution d'une onde progressive dans le temps et dans l'espace :

$$\begin{cases} t_B - t_A = \tau_{B/A} = \frac{(x_B - x_A)}{c} = \frac{\delta_{B/A}}{c} & \text{si l'onde se propage selon les } x \text{ croissants} \\ t_B - t_A = \tau_{B/A} = -\frac{(x_B - x_A)}{c} = -\frac{\delta_{B/A}}{c} & \text{si l'onde se propage selon les } x \text{ décroissants} \end{cases}$$

$\tau_{B/A}$ est le retard temporel de l'onde en B par rapport à A.

$\delta_{B/A}$ est la différence de marche associée à l'onde de B par rapport à A.

- Expression d'une onde progressive unidimensionnelle sinusoïdale (OPUS) :

$$\begin{cases} s(x, t) = A_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0) & \text{si l'onde se propage selon les } x \text{ croissants} \\ s(x, t) = A_0 \cos(\omega t + kx + \varphi_0) & \text{si l'onde se propage selon les } x \text{ décroissants} \end{cases}$$

- Périodes, pulsations et fréquences :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad ; \quad \lambda = \frac{2\pi}{k} \quad ; \quad \nu = \frac{1}{T} \quad ; \quad \sigma = \frac{1}{\lambda}$$

- Relations de dispersion :

$$k = \frac{\omega}{c} \quad ; \quad \sigma = \frac{\nu}{c} \quad ; \quad \lambda = cT$$

- Déphasage entre deux signaux sur un chronogramme :

$$\varphi_{B/A} = -\frac{2\pi}{T}\tau_{B/A}$$

- Cas particuliers :

- ★ $\varphi_{B/A} = 0$ soit $\tau_{B/A} = 0$: signaux en phase, droite de pente positive en XY
- ★ $\varphi_{B/A} = \frac{\pi}{2}$ soit $\tau_{B/A} = -\frac{T}{4}$: signal B en quadrature avance sur signal A
- ★ $\varphi_{B/A} = -\frac{\pi}{2}$ soit $\tau_{B/A} = \frac{T}{4}$: signal B en quadrature retard sur signal A
- ★ $\varphi_{B/A} = \pm\pi$ soit $\tau_{B/A} = \pm\frac{T}{2}$: signaux en opposition de phase, droite de pente négative en XY

- Mesure de longueur d'onde :

$$d_n = n\lambda$$

où n est le nombre de remises en phase observées lorsqu'un récepteur est déplacé sur une distance d_n