Fiche méthode *Sciences physiques*

Propagation de signaux

Contexte : signaux se propageant dans un milieu **non-dispersif** (le signal ne se déforme pas au cours de sa déformation) et **non-absorbant** (le signal n'est pas atténué au cours de sa propagation.

Le critère de non-dispersivité permet de définir une célérité pour le signal de forme quelconque considéré.

I Cas où la forme temporelle du signal émis est connue

I.1 Une relation importante

Comme le signal $s(M, t)$ se propage sans être atténué ni déformé à la célérité c, alors, le signal reçu en un point B à l'instant t prend la même valeur que le signal reçu plus tôt en un point A à l'instant $t - \tau_{A \to B}$:

$$s(B, t) = s(A, t - \tau_{A \to B})$$

où $\tau_{A \to B} = \frac{AB}{c}$ représente le retard de propagation de A vers B.

R *Si il y a atténuation, il suffit de rajout un facteur d'atténuation $a < 1$ tel que : $s(B, t) = as(A, t - \tau_{A \to B})$.*

I.2 Conséquence

Méthode : comment exprimer le signal reçu en un point quelconque ?

Si la forme temporelle du signal est connue au point O origine de l'émission, càd, **si on connaît l'expression de la fonction** $s(O, t)$ (donnée par l'énoncé), on peut exprimer le signal en n'importe quel point M par :

$$s(M, t) = s(O, t - \tau_{O \to M})$$

Donc :

1. Remplacer t par $t - \tau_{O \to M}$ dans l'expression de $s(O, t)$.
2. Exprimer $\tau_{O \to M} = \frac{OM}{c}$ en fonction des variables et paramètres utiles de l'énoncé et en fonction de c.

I.3 Cas d'une onde sinusoïdale

Signal émis en O : $S(O, t) = A\cos(\omega t + \varphi_O)$.

Signal reçu en M : $S(M, t) = A\cos(\omega t - \omega\tau_{O \to M} + \varphi_O)$.

Déphasage entre M et O : $\Delta\varphi_{M/O} = -\omega\tau_{O \to M} = -k.OM$

où $k = \frac{\omega}{c}$ **, vecteur d'onde**

Cas d'une propagation sur un axe Ox : $OM = |x|$ donc $S(M, t) = A\cos(\omega t - k|x| + \varphi_O)$

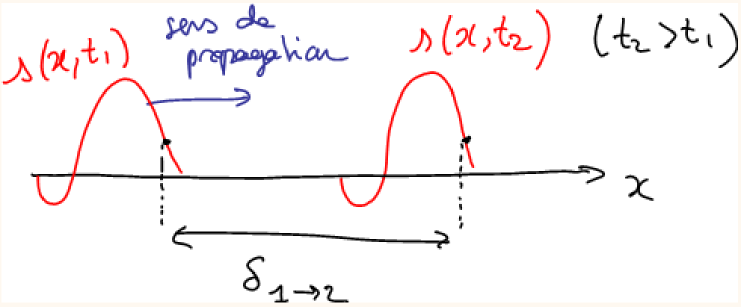
II Cas où la forme spatiale de l'onde émise est connue

II.1 Une autre relation importante

Le long d'une direction de propagation d'axe Ox, comme le signal $s(M, t)$ se propage sans être atténué ni déformé à la célérité c, alors, le forme spatial du signal à l'instant t_2 est la même que la forme spatiale du signal à l'instant $t_1 < t_2$ mais décalé de $\delta_{1\to 2}$:

$$s(x, t_2) = s(x - \delta_{1\to 2}, t_1)$$

où $\delta_{1\to 2} = c(t_2 - t_1)$ représente le distance parcourue par l'onde entre les instant t_1 et t_2.



R *Si la propagation a lieu vers les x décroissants, alors : $s(x, t_2) = s(x + \delta_{1\to 2}, t_1)$.*

II.2 Conséquence

Méthode : comment exprimer le signal reçu en un point quelconque ?

Si la forme spatiale du signal est connue à l'instant initial $t = 0$, càd, **si on connaît l'expression de la fonction** $s(x, 0)$ (donnée par l'énoncé), on peut exprimer le signal $s(x, t)$ pour t quelconque :

$$s(x, t) = s(x - \delta_{0\to t}, 0)$$

Donc :
1. Remplacer x par $x - \delta_{0\to t}$ dans l'expression de $s(x, 0)$.
2. Remplacer $\delta_{0\to t} = ct$.