

Signaux Physiques

SP1 Propagation d'un signal

I Les différents signaux.....	1
1.) Nature des signaux.....	1
2.) Signaux périodiques.....	2
II Ondes progressives.....	2
1.) Définition.....	2
2.) Onde progressive sinusoïdale.....	4

Un mascaret dans la baie de Morecambe, au Royaume-Uni.



Le **mascaret** est un phénomène naturel très spectaculaire qui se produit sur une centaine de fleuves, rivières et baies dans le monde. Ce phénomène de brusque surélévation de l'eau d'un fleuve ou d'un estuaire est provoqué par l'onde de la marée montante lors des grandes marées. Il se produit dans l'embouchure et le cours inférieur de certains fleuves lorsque leur courant est contrarié par le flux de la marée montante. Imperceptible la plupart du temps, il se manifeste au moment des nouvelles et pleines lunes. Les mascarets les plus spectaculaires s'observent aux embouchures du Qiantang (Chine), du Hooghly en Inde et de l'Amazone au Brésil.

I Les différents signaux

1.) Nature des signaux

On appelle onde un phénomène physique dans lequel une perturbation locale se déplace dans l'espace sans qu'il y ait déplacement de matière en moyenne. Toute grandeur physique, nulle dans l'état de repos et apparaissant avec la perturbation, est appelée signal physique transporté par l'onde.

Ondes longitudinales ou ondes de compression :

La perturbation locale se fait dans la direction de propagation.

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/general/onde_longitudinale.php

Ondes transversales ou ondes de cisaillement :

La perturbation locale se fait perpendiculairement à la direction de propagation.

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/general/onde_transversale.php

Type d'onde	Milieu de propagation	Signaux physiques
Ondes élastiques	solide	Déplacement transversal ou longitudinal
Ondes sonores	fluide	Surpression acoustique, vitesse (longitudinale)
Ondes électromagnétiques	Vide	Champ électrique, champ magnétique
Ondes de courant	Câble de transmission	Tension électrique, intensité électrique.
Ondes gravitationnelles	Vide	Déformation de l'espace

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/cuve_ondes/propagation_onde_circulaire.php

2.) Signaux périodiques



Signal acoustique

La fréquence correspond à la hauteur du son : un son grave a une fréquence basse, un son aigu une fréquence élevée.

Le domaine audible, intervalle des fréquences perçues par l'oreille humaine, s'étend de 20 Hz à 20 kHz.

Signal électromagnétique

II Ondes progressives

1.) Définition

Onde progressive à une dimension : Onde qui ne se propage que dans une seule direction.

Caractérisée par une fonction $s(x,t)$ représentant le signal physique.

Exemple : Pour une corde vibrante, s représente le déplacement dans la direction perpendiculaire à la corde.

Célérité c : Vitesse de propagation de l'onde dans le milieu considéré. $c \geq 0$

Hypothèse : L'onde est émise par la source au point O .

- On suppose que le milieu n'est pas dispersif : L'onde se propage sans déformation dans la direction des $x > 0$.

- On suppose que le milieu n'est pas absorbant : L'amplitude de l'onde n'est pas atténuée lors de sa propagation.



Première expression : On place des capteurs enregistreurs à différents endroits.

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/general/evolution_temporelle.php

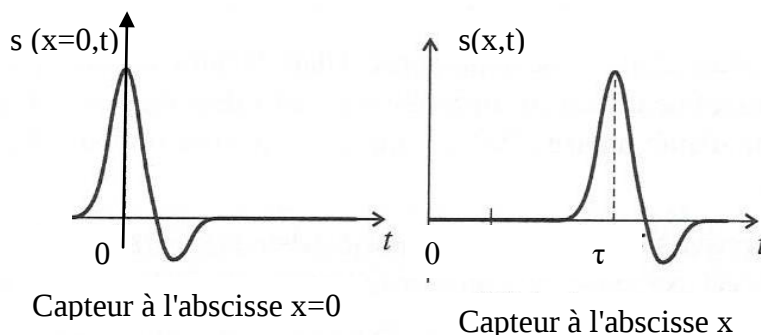


Figure 2.12 – Onde se propageant sans atténuation ni déformation dans le sens positif de (Ox) , en deux points différents.

Deuxième expression : On prend des photographies à différents instants.

<https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Ondes/general/retard.php>

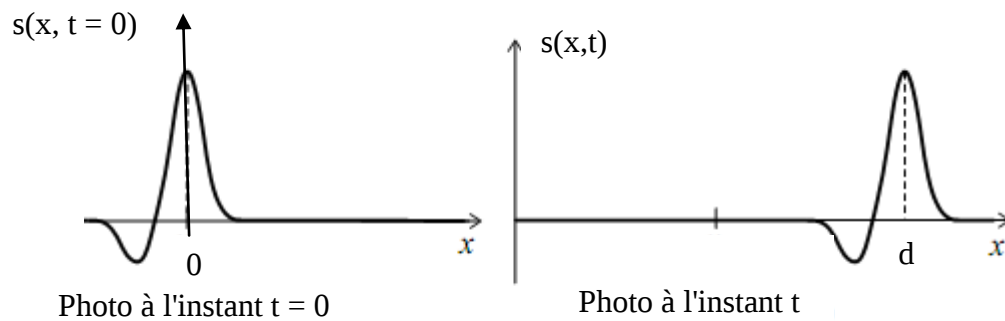


Figure 2.13 – Onde se propageant sans atténuation ni déformation dans le sens positif de (Ox) , à deux instants différents.

En l'absence d'atténuation ou de déformation, une onde progressive, se propageant à la vitesse c dans la direction (Ox) suivant $+\vec{u}_x$ s'écrit : $s(x, t) = f\left(t - \frac{x}{c}\right) = F(x - ct)$

2.) Onde progressive sinusoïdale

Onde sinusoïdale (ou harmonique) : Le signal mesuré en tout point est une fonction sinusoïdale du temps.

f et g sont sinusoïdales : $f(t) = f_0 \cos(\omega t)$ et $g(t) = g_0 \cos(\omega t)$ où f_0 et g_0 sont les amplitudes et ω la pulsation.

Pour une onde se propageant suivant les $x > 0$: $s(x, t) = f\left(t - \frac{x}{c}\right) = f_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right] = f_0 \cos(\omega t - kx)$

La vitesse de l'onde progressive sinusoïdale c est aussi appelée vitesse de phase.

Dans un milieu non dispersif, cette vitesse est indépendante de la pulsation ω .

Vecteur d'onde $\vec{k} = k\vec{u}_x$ de direction et sens ceux de la propagation. $k = \frac{\omega}{c}$

$s(x, t)$ à x fixé

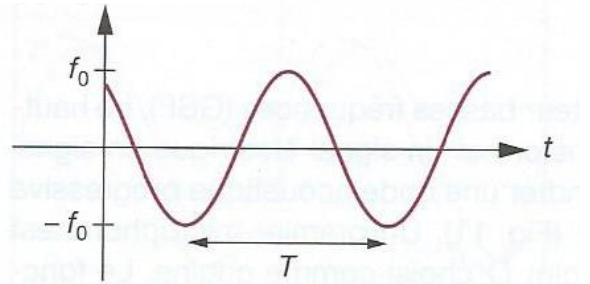


Figure 9a

$s(x, t)$ à t fixé

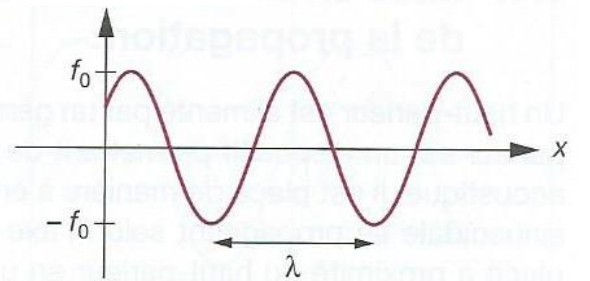


Figure 9b

Pour une onde se propageant suivant les $x < 0$ $s(x, t) = g\left(t + \frac{x}{c}\right) = g_0 \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)\right] = g_0 \cos(\omega t + kx)$

Remarque 1 : Les ondes peuvent avoir une phase à l'origine :

Pour une onde se propageant suivant les $x > 0$: $s(x, t) = f_0 \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right) + \varphi_0\right] = f_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$

Pour une onde se propageant suivant les $x < 0$: $s(x, t) = g_0 \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{c}\right) + \varphi_0\right] = g_0 \cos(\omega t + kx + \varphi_0)$

Remarque 2 : Deux photos d'une onde sinusoïdale, prises aux instants t_0 et t_1

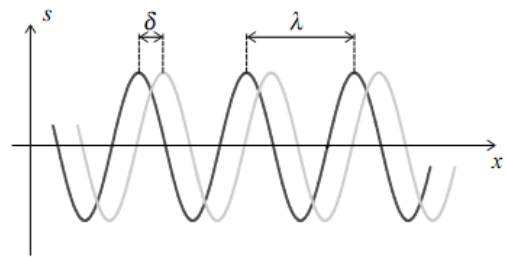


Figure 2.14 – Onde sinusoïdale se propageant dans le sens positif de (Ox) à deux instants t_0 (en gris foncé) et $t_1 > t_0$ (en gris clair).

Conclusion : Milieux dispersifs : La vitesse de propagation d'une onde progressive sinusoïdale dépend de la fréquence : $v_{\varphi}(\omega) = \frac{\omega}{k}$

La propagation des ondes acoustiques dans un fluide est non dispersive, ainsi que celle de l'onde de déformation sur une corde ou d'une onde électrique dans un câble coaxial.

La propagation des ondes à la surface de l'eau est en générale dispersive.

La propagation d'ondes électromagnétiques dans le vide est non dispersive.

Dans un milieu matériel, la vitesse de l'onde dépend de l'indice du milieu : $v_{\varphi}(\lambda) = \frac{c}{n(\lambda)}$