

# OS3 : PROPAGATION D'UN SIGNAL

## II Quelques ordres de grandeurs

La fréquence des signaux manipulés en physique varie dans de grandes proportions :

### II.1 Signaux acoustiques

La fréquence des signaux audibles varie de quelques dizaines de hertz à une quinzaine de kHz. La limite haute varie en fonction de l'auditeur et de son âge. D'une norme à l'autre l'intervalle varie beaucoup selon la qualité musicale requise :

- la norme HiFi (high fidelity) utilise la plage [20 Hz, 20 kHz] et vise une très bonne restitution du signal sonore.
- En téléphonie, les fréquences sont limitées entre 300 et 3400 Hz pour limiter la plage allouée à chaque communication.
- Un homme adulte émet des sons de fréquences comprises entre 80 et 240 Hz en parlant et jusqu'à 700 Hz en chantant. Une femme parle entre 140 et 500 Hz et un soprano peut atteindre 1100 Hz.

Un son est caractérisé par sa hauteur, son timbre et son volume.

La hauteur d'un son est la fréquence  $f$  de l'onde périodique considérée. C'est la fréquence du fondamental dans la décomposition de Fourier de ce signal.

Plusieurs instruments de musique peuvent jouer la même note à la même hauteur, en revanche le son sera perçu différemment en raison d'une différence de spectres entre les signaux.

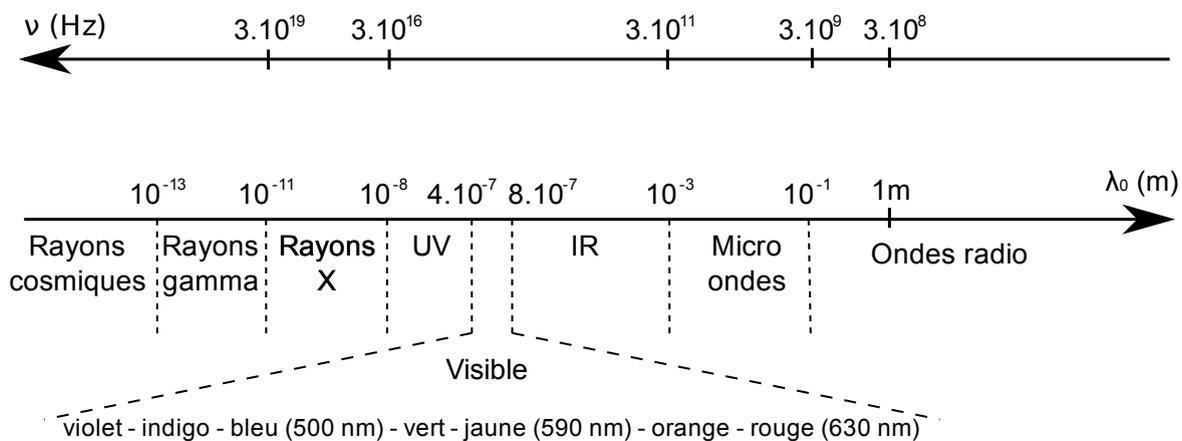
Le timbre caractérise chaque instrument de musique. Il dépend principalement de la forme du signal, c'est à dire des harmoniques présents dans le spectre, de leurs phase relatives et de leurs amplitudes.

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

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/divers/syntfour.html>

### II.2 Signaux électromagnétiques

Un signal électromagnétique est composée d'un champ électrique  $\vec{E}$  et d'un champ magnétique  $\vec{B}$  qui oscillent à la fréquence  $\nu$ . On utilise pour les signaux électromagnétique la lettre  $\nu$  plutôt que  $f$ . Dans le domaine électromagnétique, les ordres de grandeurs rencontrés s'étalent sur une très grande plage comme le montre la figure ci-dessous :



- Le transport des ondes radiophonique utilisent des ondes radio dont la fréquence est de l'ordre de la centaine de MHz (87-106MHz sur la bande FM)
- Le transport de la TNT utilise des signaux dont la fréquence est comprise entre 400 et 900 Mhz.
- Les signaux Wi-Fi utilisent des fréquences dans au voisinage de 2,4 Ghz.

### II.3 Signaux optiques

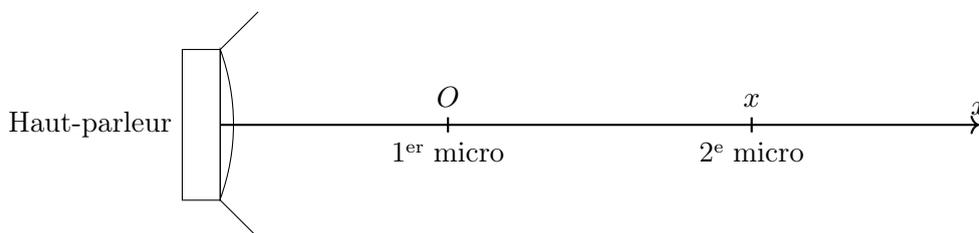
Les signaux optiques sont des signaux électromagnétiques de fréquences comprises entre 375 et 750 THz ( $10^{12}$  Hz). Ces signaux sont très utilisés dans le domaine des télécommunications.

## II.4 Signaux électriques

Afin d'utiliser, de modifier ou de visualiser ces différents types de signaux, on utilise des capteurs qui convertissent le signal étudié en un signal électrique. Ce signal électrique est alors soit une différence de potentiel (c'est-à-dire une tension) exprimée en volt (V) ou un courant exprimée en ampère. Les tensions peuvent alors être visualisées par un oscilloscope. Les fréquences des signaux électriques sont généralement inférieures au MHz dans les applications courantes de travaux pratiques mais peuvent atteindre plusieurs dizaines de GHz dans les applications de télécommunications. La fréquence des signaux assurant le transport de l'énergie électrique sur les lignes hautes tensions est de 50 Hz.

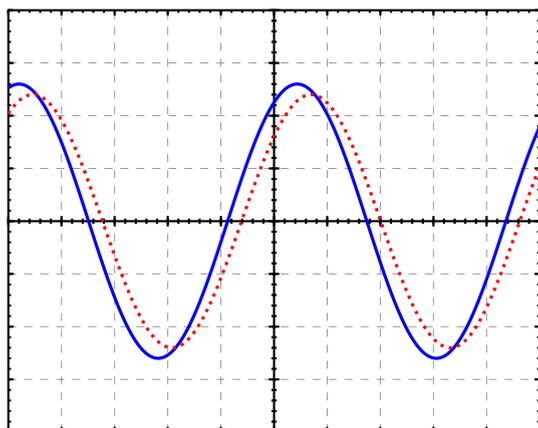
### Exercice : Détermination de la célérité, de la longueur d'onde à partir d'une courbe expérimentale

On considère un haut parleur alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) placé de manière à engendrer une onde acoustique sinusoïdale se propageant suivant l'axe ( $Ox$ ). Un premier microphone est placé à proximité du haut-parleur en un point  $O$  choisi comme origine de l'axe et est relié sur la voie 1 d'un oscilloscope. Un second microphone est mobile le long de l'axe ( $Ox$ ) et la tension qu'il délivre est envoyé sur la voie 2 de l'oscilloscope.



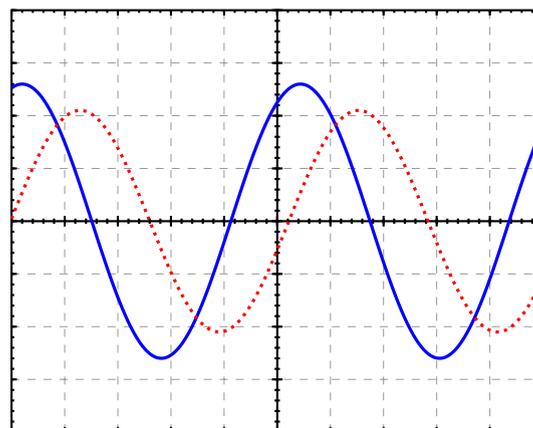
Le deuxième microphone est progressivement déplacé suivant l'axe ( $Ox$ ), et on enregistre pour différentes positions ( $x = x_1, x = x_2, x = x_3 = 17,7$  cm et  $x = x_4$ ) les oscillogrammes correspondants. On remarque que l'amplitude est de plus en plus faible au cours de sa propagation en raison de l'atténuation du son dans l'air.

a)  $x = x_1$



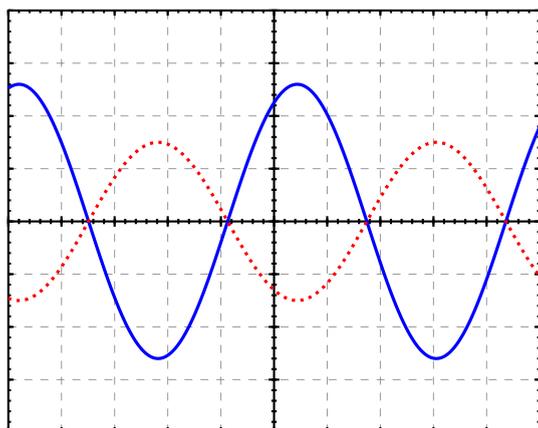
CH1 500 mV CH2 500 mV 200  $\mu$ s

b)  $x = x_2$



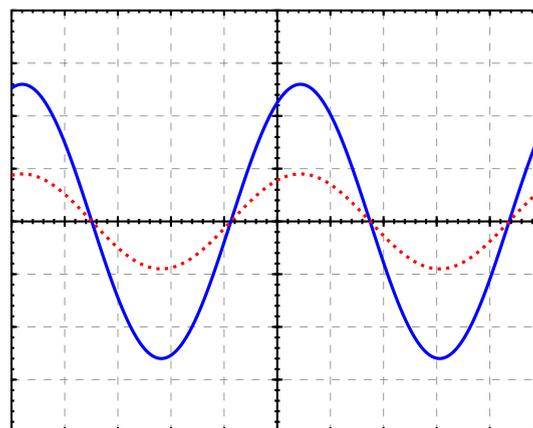
CH1 500 mV CH2 500 mV 200  $\mu$ s

c)  $x = x_3$



CH1 500 mV CH2 500 mV 200  $\mu$ s

d)  $x = x_4$



CH1 500 mV CH2 500 mV 200  $\mu$ s

1. Quelle est la fréquence  $f$  de l'onde ?
2. Quelle est la longueur d'onde de l'onde sonore ?
3. Que vaut la vitesse de propagation  $c$  de l'onde sonore ?
4. Déterminer les abscisses  $x_1, x_2$  et  $x_4$ .