



Modèle de l'onde progressive périodique

A- Définition

Une onde mécanique progressive est **périodique** lorsque le phénomène à l'origine des perturbations du milieu est périodique.

Une onde **sinusoïdale** est un cas particulier d'onde périodique : la perturbation à l'origine de l'onde évolue de façon sinusoïdale.

B- Double périodicité

Une onde mécanique progressive *périodique* est caractérisée par :

- sa **période** : c'est la plus petite durée au bout de laquelle, en un endroit donné du milieu, la perturbation est reproduite ; c'est la durée qui s'écoule entre les arrivées de deux perturbations identiques en un point donné du milieu.

Elle est généralement notée T.

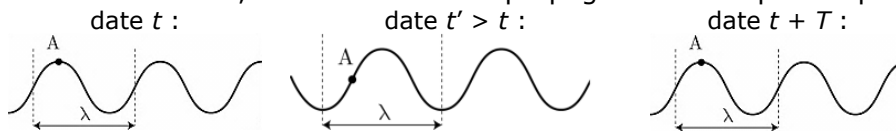
La fréquence de l'onde (en hertz) est l'inverse de la période :



- sa **longueur d'onde** : c'est la plus petite distance au bout de laquelle la perturbation dans l'espace à un instant donné est reproduite.

Elle est généralement notée λ . On l'appelle aussi parfois **période spatiale**.

Dans le cas d'une onde sinusoïdale, l'évolution spatiale (à un instant donné) est également sinusoïdale. Représentations, à différentes dates, d'une corde où se propage une onde périodique sinusoïdale :



C- Relation entre période et longueur d'onde

Pendant une période, l'onde parcourt une distance , ce qui se traduit par la relation :

D- Cas des ondes périodiques électromagnétiques

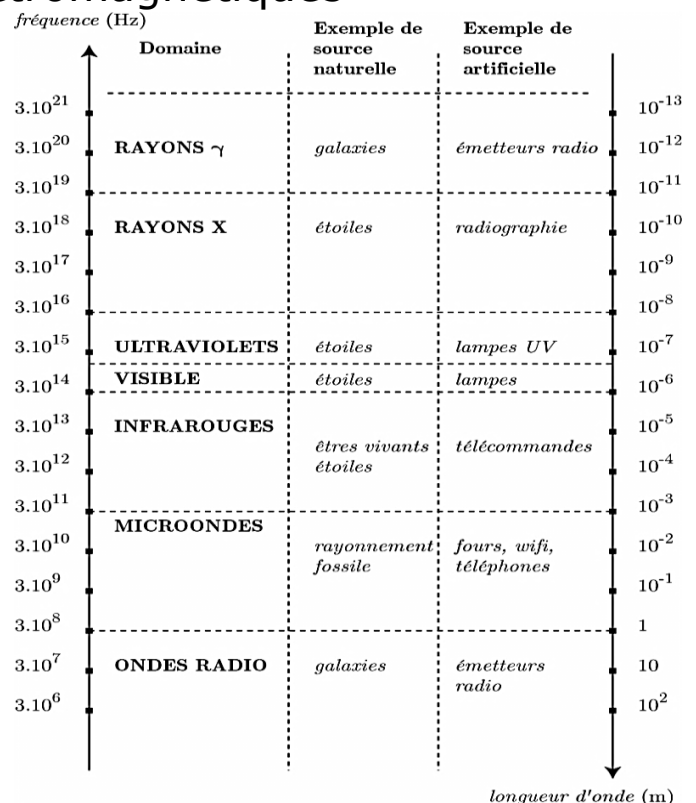
La célérité des ondes électromagnétiques **dans le vide** est une constante fondamentale :

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}.$$

Cette célérité est donc indépendante de la fréquence et du mouvement de la source.

Dans les milieux matériels, la célérité des ondes électromagnétiques est **inférieure à c** et peut dépendre de leur fréquence.

Les principaux domaines d'ondes électromagnétiques, classés selon leur fréquence et selon leur longueur d'onde dans le vide, sont donnés ci-contre.



E- Rayonnements

Le mot « rayonnement » désigne tout type d'émission. On distingue :

- **les rayonnements de particules** qui ne sont pas des ondes puisqu'ils consistent en un transport de matière
- **les rayonnements électromagnétiques** : c'est une autre dénomination des ondes électromagnétiques.



Acoustique musicale

F- Intensité et niveau d'intensité sonore

Définition de l'intensité sonore (volet « physique »)

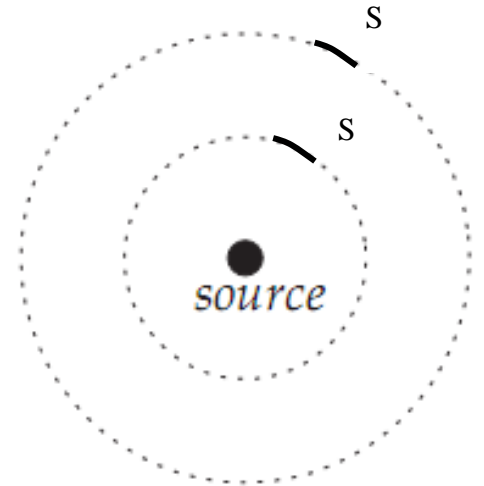
La puissance sonore, notée P , est l'énergie reçue par unité de temps, du fait de la propagation d'une onde sonore, par un récepteur. Elle s'exprime en watt(W). Lors de la propagation d'un son, la puissance sonore d'une source est répartie sur une surface de plus en plus grande. Pour un récepteur de surface S donnée (par exemple notre tympan), la puissance reçue est donc de plus en plus faible.

On définit l'intensité sonore perçue par un récepteur de surface S par le rapport de la puissance reçue et de la surface :

$$I = \frac{P}{S}$$

Elle s'exprime en $W.m^{-2}$.

Ainsi, l'intensité sonore est indépendante de la surface du récepteur (à une distance donnée de la source, si S double, P double également et I reste identique).



Définition du niveau d'intensité sonore (volet « physiologique »)

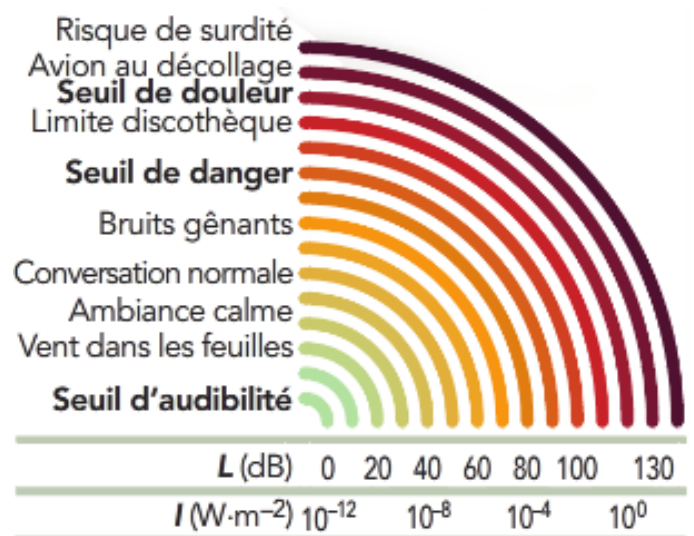
Le niveau d'intensité sonore noté L est la grandeur physique qui s'exprime en décibels (dB) et qui modélise (ou essaie de rendre compte de) la manière dont notre oreille perçoit le « volume sonore » d'un son.

Relation entre le niveau sonore et l'intensité sonore :



avec

I : intensité sonore reçue par le récepteur ;
 $I_0 = 10^{-12} W.m^{-2}$: intensité minimale audible (seuil d'audibilité).





G- Hauteur et timbre, spectre

Son et bruit

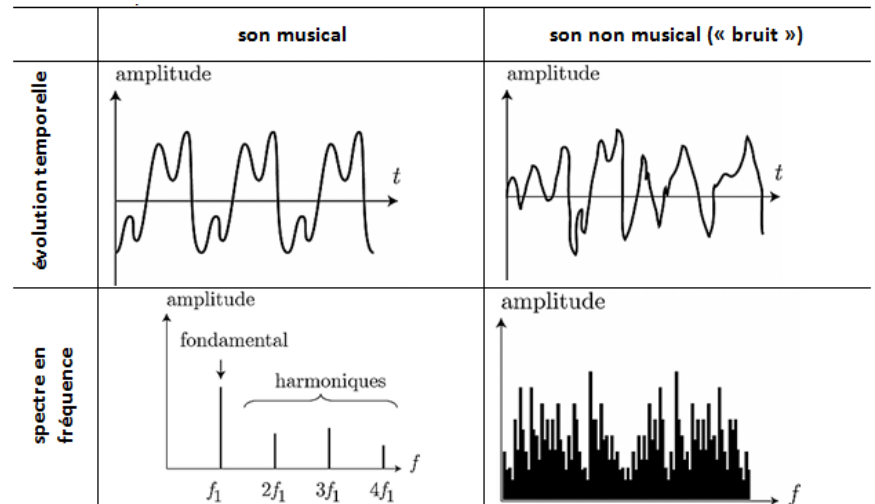
- Dans la vie courante, le bruit peut être défini comme un son auquel on ne peut pas attribuer de note.
- Physiquement, cela correspondant à une onde non périodique.
On peut donc considérer qu'à la différence d'un bruit, un son est une onde périodique. Si la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 kHz environ, ce son est audible. Pour indiquer qu'un son est périodique on précise parfois *son musical*.

Hauteur d'un son

- Dans la vie courante (perception), la hauteur d'un son permet de distinguer les sons selon leur caractère plus ou moins aigu ou grave. Les sons aigus sont « hauts », les sons graves sont « bas ».
- Physiquement, la manière dont on perçoit la **hauteur** d'un son est déterminée par sa **fréquence**.

Timbre

Dans la vie courante, la notion de **timbre** distingue les sons produits par deux instruments, jouant la même note avec le même niveau sonore. Les représentations temporelles de deux sons musicaux de même hauteur mais de **timbres différents** possèdent la même période temporelle mais **pas la même forme**.



Tout son (onde périodique donc) est la superposition d'ondes

sonores sinusoïdales de fréquences multiples les unes des autres, appelées alors ses **harmoniques** :

- l'harmonique dont la fréquence est la plus basse est le **fondamental** : c'est la fréquence du son, notée f_1 , qui fixe la **hauteur** ou la **note**.
- les autres harmoniques ont des fréquences multiples de celle du fondamental :
 $f_k = k \times f_1$.

Le **spectre en fréquences** d'un son musical est la représentation graphique des amplitudes de ses harmoniques en fonction de leurs fréquences. On peut également tracer un spectre pour n'importe quel bruit mais les fréquences peuvent alors prendre n'importe quelle valeur. Le spectre en fréquence est une autre façon de visualiser une différence de timbre donc une différence de forme du signal temporel car les harmoniques sont alors d'amplitudes différentes.

