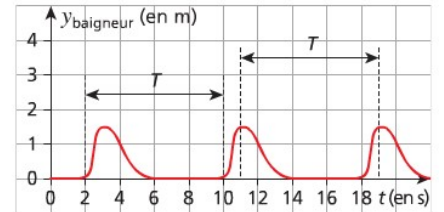
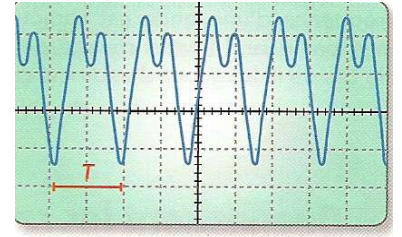


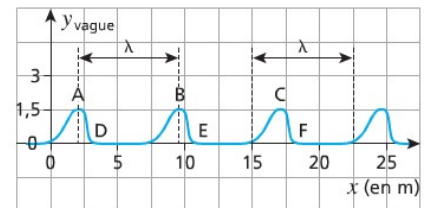
I. Onde progressive périodique**1. La période T**

- Une onde progressive est périodique lorsque la perturbation se reproduit identique à elle-même à intervalle de temps égaux.
- La plus petite durée qui sépare deux perturbations identiques d'un point du milieu est la période T de l'onde. Unité : seconde (s).
- T est imposée par la source de l'onde et ne dépend pas du milieu de propagation.
- La fréquence de l'onde, notée f, est le nombre de périodes de la perturbation par seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz ou s⁻¹) :

$$f = \frac{1}{T} \text{ si } T \text{ est en secondes}$$

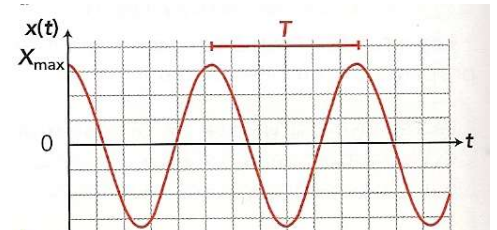
**2. La longueur d'onde λ**

- Lorsqu'une onde périodique se propage, on remarque que certains points (A, B et C ou D, E et F) sont dans le même état vibratoire : ils vibrent en phase.
- La longueur d'onde λ d'une onde progressive périodique est la distance minimale séparant deux points qui vibrent en phase.

**3. Onde sinusoïdale**

- Quand la perturbation est sinusoïdale, l'onde est progressive sinusoïdale.
- Exemple : l'élongation au cours du temps est donnée par une fonction de la forme : $x(t) = X_{\text{max}} \times \cos\left[\left(\frac{2\pi}{T}\right) \times t + \Phi\right]$

X_{max} : amplitude maximale ; T : période ; Φ : phase à l'origine.

**4. Période, longueur d'onde et célérité**

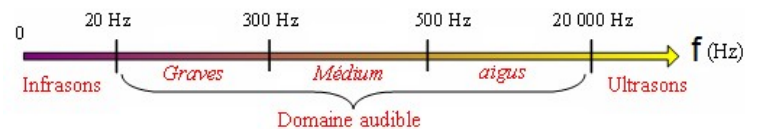
- Pour une onde se déplaçant à la célérité (ou vitesse) v , la longueur d'onde λ est aussi la distance parcourue par l'onde pendant la période temporelle T.

- La relation liant ces trois grandeurs est : $\lambda = v \times T$ ou $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f$

avec λ en mètre, v en m.s⁻¹, T en secondes et f en Hz

II. Ondes acoustiques**1. Les ondes sonores**

- L'oreille humaine perçoit des ondes sonores dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ.
- Les ondes sonores de fréquences $<$ à 20 Hz sont appelés infrasons (utilisés par les éléphants et les baleines).
- Les ondes sonores de fréquences $>$ à 20 kHz sont appelés ultrasons (utilisés par les chauves-souris et les dauphins).

**2. Analyse d'un son**

- Certaines ondes acoustiques sont créées par des instruments de musique. On parle d'onde sonore.
- Un son sinusoïdal comme celui du diapason est un son pur.

- Les sons non sinusoïdaux, quoique périodiques, comme celui de la guitare, sont qualifiés de son complexe.
- La fréquence du signal est appelée fréquence fondamentale et caractérise la hauteur du son (aigu ou grave).
- Pour la même note jouée, la forme du signal est relative au timbre du son, qui diffère selon l'instrument qui joue la note.
- Un signal périodique peut s'exprimer comme une somme de fonctions sinusoïdales caractérisées par des fréquences f_n telle que : $f_n = n \times f_1$ avec n entier positif.
- La fréquence f_1 est la fréquence fondamentale.
- Les fréquences f_n sont les fréquences harmoniques de rang n du son.
- Une transformée de Fourier permet d'obtenir un spectre en fréquence, image de la contribution relative des fréquences dans le son.
- Un son pur ne fait donc apparaître qu'un seul pic de fréquence sur son spectre : la fréquence fondamentale f_1 .
- Un son complexe fait apparaître la fréquence fondamentale f_1 et les fréquences harmoniques suivantes f_n .

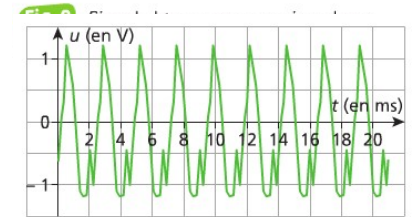
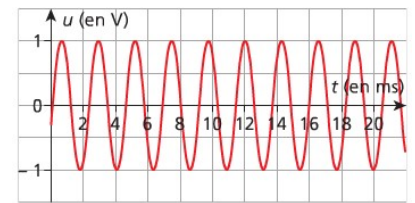


Fig.10 Signal obtenu avec la guitare a_3 .

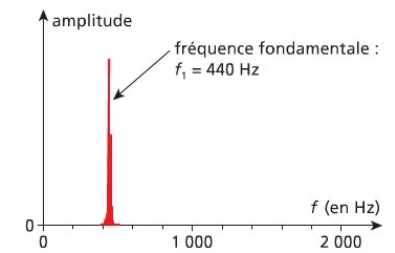


Fig.11 Spectre en fréquence du a_3 du diapason.

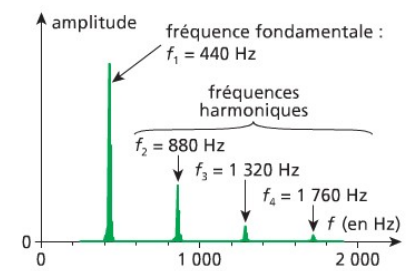


Fig.12 Spectre en fréquence de a_3 de la guitare.

3. Intensité sonore

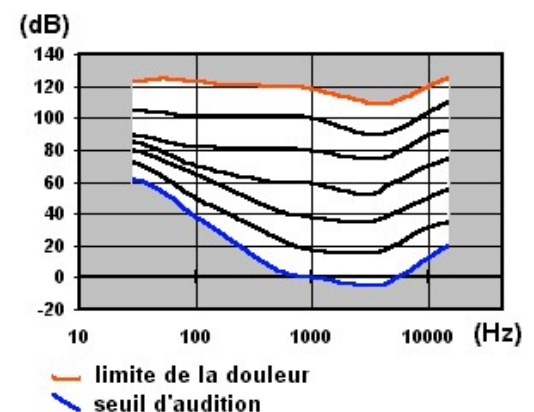
- L'intensité sonore I caractérise l'intensité du signal reçue par l'oreille. Elle s'exprime en watts par mètre carré (W.m^{-2}).
- L'oreille humaine perçoit des signaux sonores dont l'intensité est comprise entre une valeur minimale : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ (seuil d'audibilité) et une valeur maximale égale à 25 W.m^{-2} (seuil de douleur).
- On a créé une autre grandeur, le niveau sonore L (level), plus aisée à exploiter.

Il est défini par : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$; I en W.m^{-2} et L en décibel (dB)

\log étant la fonction logarithme décimal.

- Il se mesure à l'aide d'un sonomètre
- L'échelle de L est graduée de 0 à 140 dB alors que l'échelle de I est graduée de 10^{-12} à 10^{-2} W.m^{-2} .

Audition	dB	Types de bruits possibles
Silence	0-10	Laboratoire d'acoustique, désert...
Très calme	11-25	Feuilles agitées par le vent, conversation à voix basse...
Assez calme	26-50	Appartement normal, restaurant tranquille...
Bruits courants	51-75	Grands magasins, circulation importante...
Pénible	76-95	Klaxons d'autos, radio très puissante...
Difficilement supportable	96-120	Marteau piqueur, concert sonorisé de rock...
Seuil de douleur	+de 120	Réacteurs d'avions, bang d'un Mirage III...



- Deux instruments jouant la même chose ne sont pas perçus plus fort qu'un seul : la perception de l'oreille n'est pas linéaire (les intensités sonores I dues à chaque instrument s'ajoutent, par contre les niveaux sonores L ne s'ajoutent pas)
- Le niveau sonore augmente de 3 dB si l'intensité sonore est multipliée par 2.
- Le niveau sonore : augmente de 10 dB si l'intensité sonore est multipliée par 10.