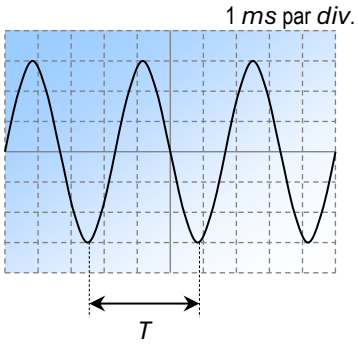
Partie N°1 : Le son, phénomène vibratoire

1/ Son pur, sons composés

Lorsqu'on enregistre une note jouée par un instrument de musique à l'aide d'un microphone, on capte en réalité les vibrations des molécules d'air engendrées par la propagation de ce son.

a/ Timbre et hauteur

Si l'on enregistre le son produit par un diapason, on observe sur l'écran une …… : le son est alors dit …… .



Pour déterminer la hauteur de la note jouée, on commence par calculer la période à l'aide de la sinusoïde obtenue sur l'écran.

Ici, on aura :……..

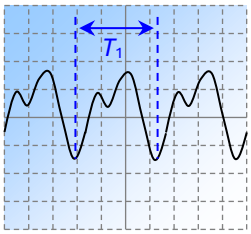
On calcule ensuite la fréquence correspondante : ……

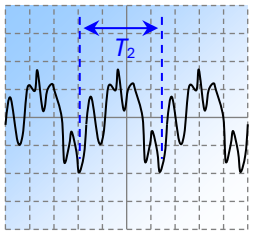
La hauteur d'un son est ……

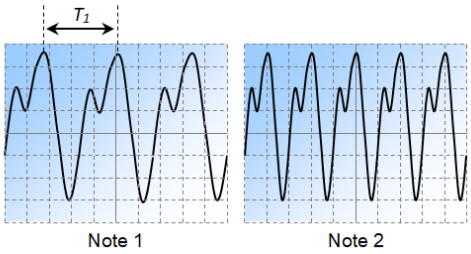
……..

Plus la fréquence est élevée, plus la note est ……. et plus sa hauteur est …….

Les deux signaux ci-contre possèdent la même fréquence (car $T_1 = T_2$ donc $f_1 = f_2$) et donc la même hauteur. Néanmoins, leur forme diffère complètement. Ces deux notes sont donc jouées par deux instruments différents car leur timbre diffère.







Le timbre d'un instrument ou d'une voix est …….

……

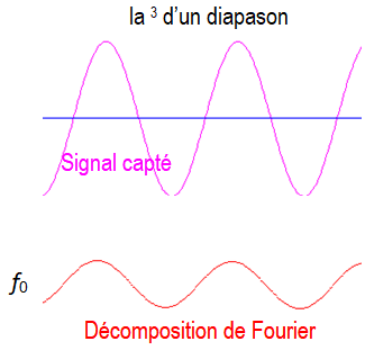
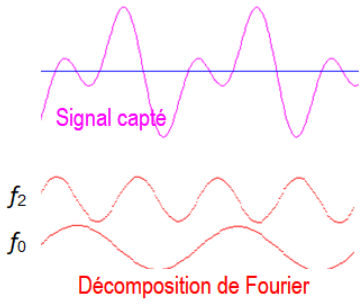
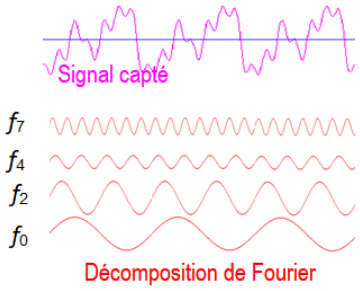
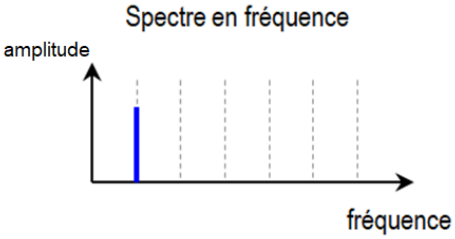
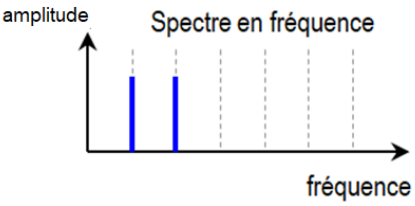
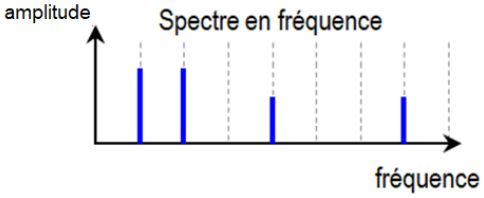
……

C'est ce qui permet de reconnaître l'instrument qui joue ou la personne qui parle juste en écoutant le son émis.

b/ Mode fondamental et harmoniques

Si une note jouée par un instrument de musique n'est pas un son pur, elle reste forcément périodique et peut donc être décomposée en une somme de sinusoïdes par une méthode mathématique appelée décomposition de Fourier.

Exemples :

la 3 d'un diapason	la 3 d'un harmonium	la 3 d'un violon
		
Un son pur n'est formé que d'une sinusoïde. La fréquence de la note jouée correspond donc à la fréquence f_0 du signal fondamental Le signal capté (la note jouée) est la somme de deux sinusoïdes.	La sinusoïde de même fréquence que le son capté est appelée le mode fondamental. Sa fréquence est f_0 (ou f_1).L'autre sinusoïde est appelée harmonique de rang 2 de fréquence $f_2 = 2 \times f_0$	Cette note est la somme de quatre sinusoïdes. • le mode fondamental de fréquence f_0 (ou f_1). • L'harmonique de rang 2 : $f_2 = 2 \times f_0$ • L'harmonique de rang 4 : $f_4 = 4 \times f_0$ • L'harmonique de rang 7 : $f_7 = 7 \times f_0$ Tous les harmoniques ne sont pas nécessairement présents.
		

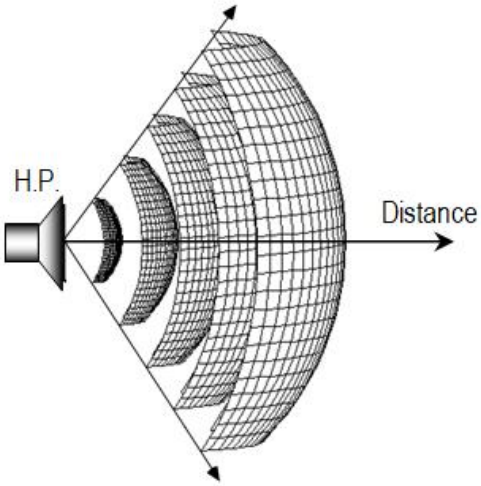
Conclusion :

- La hauteur d'une note est ……
- Le timbre d'une note est lié à ……
  ……

2/ Niveau d'intensité sonore

a/ Puissance et intensité sonore

L'intensité sonore *I* est la puissance *P* de la vibration sonore reçue par unité de surface *S* :



Plus on s'éloigne de la source sonore plus l'intensité diminue car l'énergie produite par la source se répartit sur une surface de plus en plus grande.

La perception d'un son de fréquence 1000 Hz pour l'oreille humaine est telle que :

- Le seuil d'audibilité est : $I_0 = 10^{-12}$ W.m $^{-2}$
- Le seuil de douleur est : $I_M = 1$ W.m $^{-2}$

On détermine alors une échelle permettant d'exprimer la sensation auditive : c'est ……... ……. Il exprime donc la sensation perçue par l'oreille.

Pour une intensité sonore I donnée, le niveau sonore L exprimé en décibels acoustiques (dB ou dBA) est déterminé par la formule :

3/ Les notes produites par les instruments

a/ Instruments à cordes

Une corde tendue et mise en vibration émet un son complexe, dont la fréquence fondamentale dépend des caractéristiques de la corde :

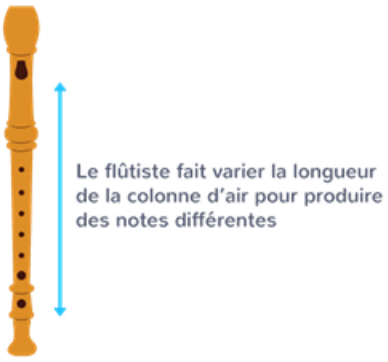
• La longueur L de la corde : plus la corde est courte, plus le son est aigu.

• La tension T avec laquelle la corde est tendue : plus la corde est tendue, plus le son est aigu.

• La masse linéique de la corde, liée à l'épaisseur de la corde : plus la corde est légère et fine, plus le son est aigu.

b/ Instruments à vent

De nombreux instruments de musique utilisent des tuyaux remplis d'air pour produire des sons (flute, saxophone, clarinette, trompette, orgue, etc …), ils font partie de la famille des instruments à vent.


Le flûtiste fait varier la longueur de la colonne d'air pour produire des notes différentes

Pour les instruments à vent, le son est produit par la vibration de l'air dans le tuyau. La hauteur de la note jouée dépend de la longueur L du tuyau et de la masse volumique de l'air qui vibre dans l'instrument. Plus la colonne d'air est courte, plus le son est aigu.