

Partie Observer : Ondes et matière

CHAP 02-POLY Caractéristiques des ondes

notions et contenus	compétences exigibles
Caractéristiques des ondes Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.	Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.
Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.	Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.
Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.	Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

1. LES ONDES PROGRESSIVES

1.1. Définition

- Perturbation qui prend naissance dans un milieu matériel élastique puis qui se propage

Attention : La propagation se fait sans transport de matière mais avec transport d'énergie

1.2. Le milieu de propagation

- les **ondes** ont besoin d'un milieu matériel pour se propager Ex :

- les **ondes** se propagent également dans le vide Ex :

1.3. Les directions de propagation

L'onde peut se propager dans :

- une **seule direction** => onde progressive à **1 dimension**. Ex :

- dans **un plan** => onde progressive à **2 dimensions**. Ex :

- **dans l'espace** => onde progressive à **3 dimensions**. Ex :

1.4. Les directions de déformation

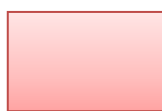
La direction de la déformation peut être :

- **parallèle** à la direction de propagation => onde Ex :

- **perpendiculaire** à la direction de propagation => onde Ex :

2. VITESSE DE PROPAGATION D'UNE ONDE

- La propagation se fait avec une certaine vitesse appelée aussi



v : vitesse de l'onde en $m.s^{-1}$
 d : la distance parcourue par l'onde (m)
 Δt : Durée du parcourt (s)

3. RETARD ET ELONGATION

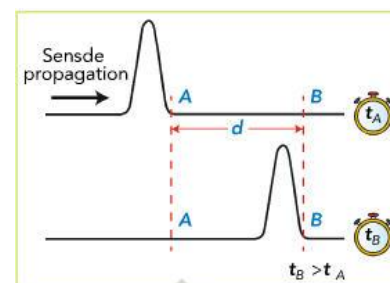
3.1. Retard

La perturbation observée au point A arrive au point B avec un retard τ (TAU)

Le retard est la durée mise par l'onde pour se propager de A à B :

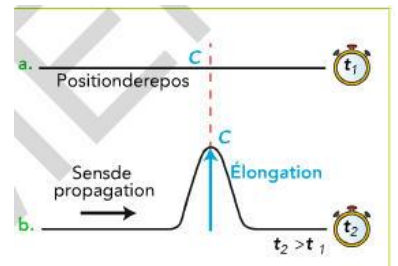


v : vitesse de l'onde en $m.s^{-1}$
 AB : la distance parcourue par l'onde (m)
 τ : Le retard (s)



3.2. Elongation

-un point est repéré par son élongation, càd sa position par rapport au repos

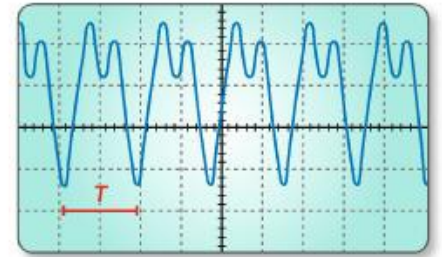


4. ONDE PROGRESSIVE PERIODIQUE

4.1. Définitions

a) Onde progressive périodique

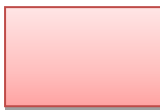
La perturbation se reproduit identique à elle-même à intervalles de temps égaux appelés **période temporelle T**.



Doc. 7 Oscillogramme d'une tension périodique de période T.

b) Fréquence

La **fréquence f** de l'onde est le nombre de répétitions de la perturbation par seconde.

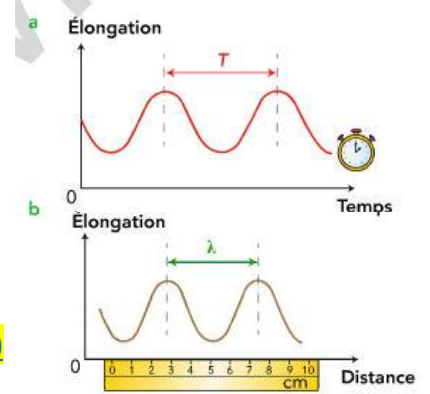
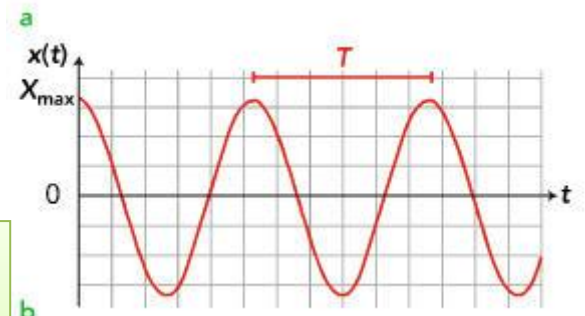


*T : Période temporelle (s)
f : Fréquence de l'onde (Hz)*

c) Onde progressive périodique sinusoïdale

$$x = \dots \cos(\dots t + \dots)$$

*X_{max} : L'amplitude maximale (en mètres),
(la plus grande valeur que peut atteindre x)
φ : La phase à l'origine, est donnée par les conditions initiales.
T : Période temporelle (s)*



4.2. Double périodicité

a) Période temporelle ou période notée T (s)

b) Période spatiale ou longueur d'onde notée λ (LAMBDA) (en m)

c) relation entre λ et T



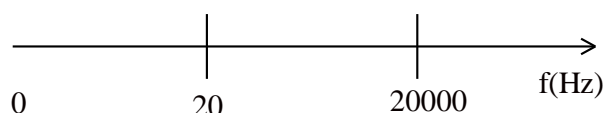
*λ : Longueur d'onde (m)
T : Période temporelle (s)
v : vitesse (célérité) de l'onde (m.s⁻¹)*

-la longueur d'onde λ correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à la période T

Application: une onde sonore de fréquence f = 1000 Hz est produite par un HP. Lorsque la distance entre les 2 couches d'air vaut d = λ = 34 cm on remarque qu'elles vibrent en phase. Que vaut la célérité de l'onde sonore?

5. CARACTERISTIQUES DES ONDES SONORES ET ULTRASONORES

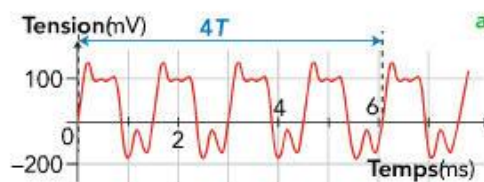
5.1 Les ondes sonores



5.2. Le spectre d'un son

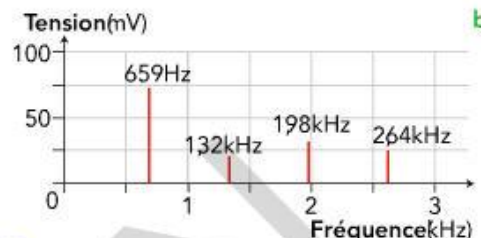
- Le son produit par une guitare est périodique, mais pas sinusoïdal.

- En 1822, le mathématicien français Joseph FOURIER a montré que tout signal périodique de fréquence f , peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences f_n multiples de f_1
 - Ces signaux sinusoïdaux sont appelés **harmoniques**.



a) spectre en fréquence

- représentation graphique de l'amplitude de ses composantes sinusoïdales en fonction de la fréquence.



b) fondamental et harmoniques

- Les fréquences 659 Hz, 1,32 kHz, 198 kHz et 2,64 kHz sont celles des
 - La fréquence la plus faible ($f_1 = 659$ Hz) est le ou 1^{ère} harmonique. C'est la fréquence du son.
 - Toutes les fréquences du spectre sont des de la fréquence du fondamental

c) Hauteur d'un son

- La **hauteur** d'un son est égale à sa, qui est aussi celle de son fondamental.
 - Plus elle est élevée, plus le son est aigu; plus elle est basse, plus le son est grave.
 - La hauteur (fréquence) d'un son est mesurée par la fréquence du fondamental

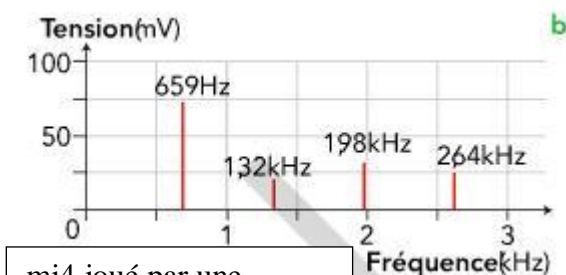
DEFINITIONS :

- Lorsqu'une note a une fréquence double d'une autre, on dit qu'elle est à l'.....
 - Un son est qualifié de **pur** s'il est

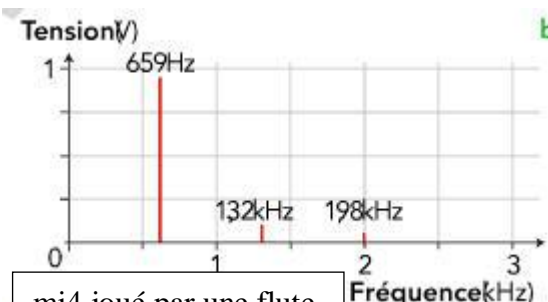
Application : Représenter le spectre en fréquence d'un son pur de période $T = 0,2$ ms

d) Timbre

- Le timbre du son est lié au et à l'..... des harmoniques.



mi4 joué par une



mi4 joué par une flûte

6. NIVEAU D'INTENSITE SONORE

6.1. Intensité sonore :

- L'intensité d'un son est la qualité qui donne la sensation qu'un son est plus ou moins fort.
 - L'intensité d'un son est liée à de la vibration sonore perçue.

6.2. Le niveau sonore et le décibel

Le **niveau sonore** L , exprimé en décibels acoustiques (dB) est défini par la relation suivante :

$$L = \dots \log(\dots)$$

I_0 : seuil d'audibilité de l'oreille humaine ($10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$)
 I : est l'intensité sonore de la vibration acoustique (W.m^{-2})
 La notation « log » fait référence à la fonction logarithme décimal.
 L'échelle de L est graduée de 0 à 140 dB environ

Application : Calculer l'augmentation du niveau sonore lorsque l'intensité sonore est multipliée par 2.