

CHAPITRE 10

Emission, caractérisation et perception d'un son

1. Emission et propagation d'un son

1.1. Rappels et généralités

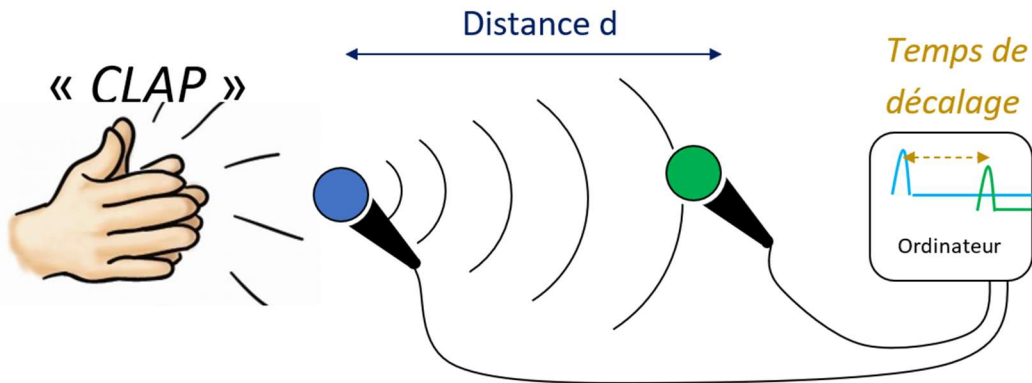
Noter ce que vous savez déjà sur l'émission et la propagation d'un son

Bilan – à retenir

1.2.1. Vitesse de propagation du son

La propagation du son n'est pas instantanée. Le son a une vitesse de propagation (appelée aussi célérité). Elle est différente selon le milieu de propagation.

Expérience : mesure de la vitesse de propagation du son dans l'air.



On réalise l'expérience schématisée ci-dessus.

Questions :

1. Les deux micros captent-ils le son « clap » en même temps ? sinon, lequel le capte en premier.
2. Attribuer à chaque courbe, dessinée sur l'écran ci-dessus, son micro (utiliser des couleurs ou des notations claires)
3. On réalise l'expérience au bureau.

Résultats obtenus : Distance entre les micros : $d = \dots\dots\dots$

Décalage de temps mesuré à l'ordinateur $\Delta t = \dots\dots\dots$

- 3.1. Effectuer le calcul de la vitesse de propagation du son dans l'air de la salle de classe :

- 3.2. La valeur théorique est $v_{\text{son}} = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Déterminer le pourcentage d'erreur de notre mesure

4. Comparer v_{son} à la valeur c de la vitesse de propagation de la lumière dans l'air ou le vide

5. Application : un orage
 - 5.1. Calculer le temps mis pour entendre le son du tonnerre quand la foudre tombe à $d = 2,0 \text{ km}$
 - 5.2. Comparer avec le temps mis pour voir la lumière de l'éclair quand la foudre tombe à $d = 2,0 \text{ km}$.
 - 5.3. Justifier la méthode ancestrale qui consiste à compter les secondes entre éclair et tonnerre et à diviser par 3 pour déterminer à quelle distance se trouve l'orage

Quelques valeurs de vitesse de propagation du son :

Milieu	Air	Eau	Acier
Vitesse du son (m.s ⁻¹)	340	1500	5800

Questions :

1. A partir des valeurs du tableau, établir un lien entre la valeur de la vitesse du son et la nature du milieu de propagation.

2. Un avion supersonique se déplace plus rapidement que le son dans l'air. Dès que l'avion atteint la vitesse du son, cela provoque un son très fort qui ressemble à une explosion appelé le "mur du son".

A quelle vitesse vole un avion qui passe le "mur du son" ?

3. Convertir le résultat précédent en km.h⁻¹

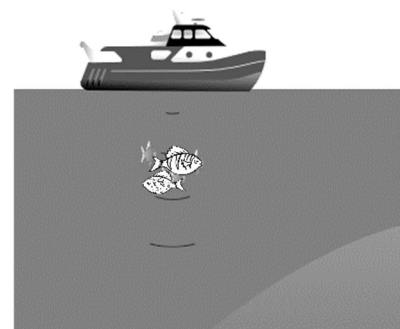
4. Le principe du sonar :

Pour repérer les bancs de poissons, certains bateaux de pêche utilisent un sonar.

Le sonar est constitué d'un émetteur et d'un récepteur sonores placés côte à côte sous la coque d'un bateau.

L'émetteur émet un son (en réalité un ultrason, non audible pour l'homme, mais se propageant à la même vitesse), qui se propage dans l'eau, se réfléchit sur les obstacles et revient vers le récepteur.

L'appareil mesure la durée qui s'écoule entre émission et réception, et en déduit la distance de l'obstacle.



Déterminer la profondeur du banc de poisson, si la durée mesurée vaut $\Delta t = 250$ ms

2. Périodicité du son

2.1. Qu'est ce qu'un signal périodique ?

Définitions :

- Un phénomène périodique est un phénomène qui se reproduit à l'identique à intervalles de temps régulier. La durée de cet intervalle de temps s'appelle la période et se note T

Citer des phénomènes périodiques ainsi que la valeur de la période de chacun :

- La fréquence est le nombre de périodes présentes pendant un temps donné.

Exemples :

Quand on détermine le nombre de périodes observées en 1s, l'unité de la fréquence s'appelle le Hertz : Hz
On passe de T à f par la relation suivante :

$$f = \frac{1}{T}$$

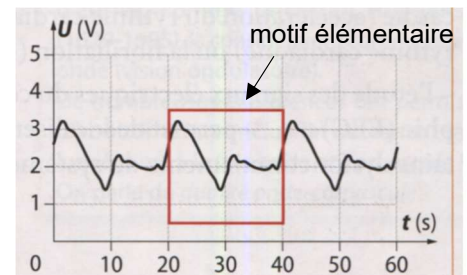
Avec f : la fréquence en hertz Hz
T la période en seconde s
(remarque Hz est équivalent à s⁻¹)

- La représentation graphique d'un phénomène périodique, utilisant un axe d'abscisse représentant le temps, s'appelle un signal périodique. La représentation est dite temporelle.

On appelle le motif élémentaire, la plus petite partie de courbe qui se répète (voir exemple ci-contre). La période T est la durée d'un motif élémentaire.

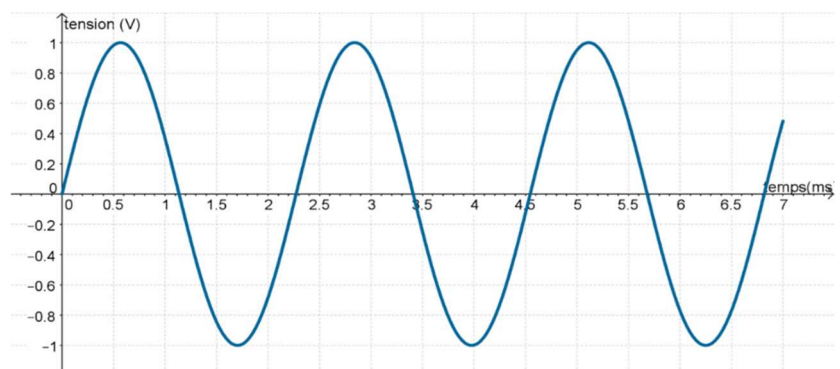
Déterminer la valeur de la période T puis de la fréquence en Hz du signal périodique ci-contre (remarque : il ne s'agit pas d'un son)

Exemple de signal périodique



Même question pour le son émis par un diapason et enregistré par un micro.

Méthode à utiliser : relever la durée d'un nombre entier de motifs, avant de diviser pour évaluer la durée d'un seul motif



2.2. Les sons périodiques

Remarque : Les différents enregistrements faits dans ce cours ont été fait par des dispositifs variés :

- Microphone relié à un oscilloscope (fig 1) ;
- Microphone relié à un ordinateur avec un logiciel de traitement du son (page 6) (logiciel audacity, gratuit, déjà installé sur vos ordinateurs dans le cartable numérique ou autre logiciel).
- Mais on peut également étudier un son avec des applis de téléphone. Notamment l'appli **FIZZIQ** ou l'appli **PHYPHOX**, gratuites sont très intéressantes.

Dans ce chapitre, vous avez l'autorisation d'enregistrer les sons étudiés en classe avec vos téléphones et les applis conseillées.

1^{ère} partie : Reconnaître un signal sonore périodique

Pour visualiser un signal sonore, on utilise un micro, qui le capte et le transforme en signal électrique.

Certains signaux sonores sont périodiques et d'autre pas.

Fig. 1 : Signal sonore émis par un diapason

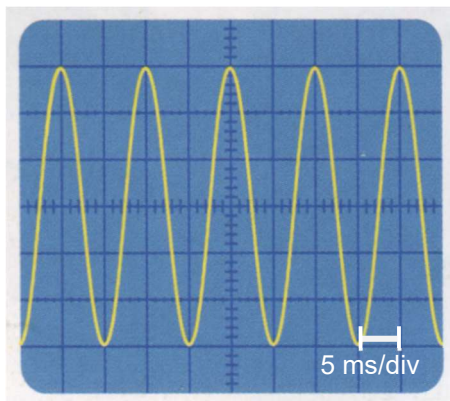
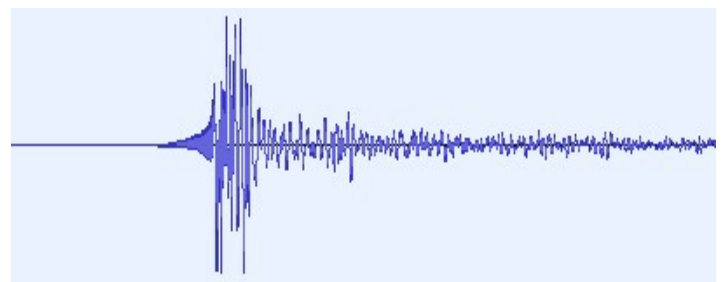


Fig. 2 : Signal sonore émis par un « clap »



- 1) Parmi les deux sons ci-dessus, lequel est un signal sonore périodique ?

A retenir : Un son périodique est un son musical, on l'associe à une note de musique.
Un son non périodique s'appelle du bruit.

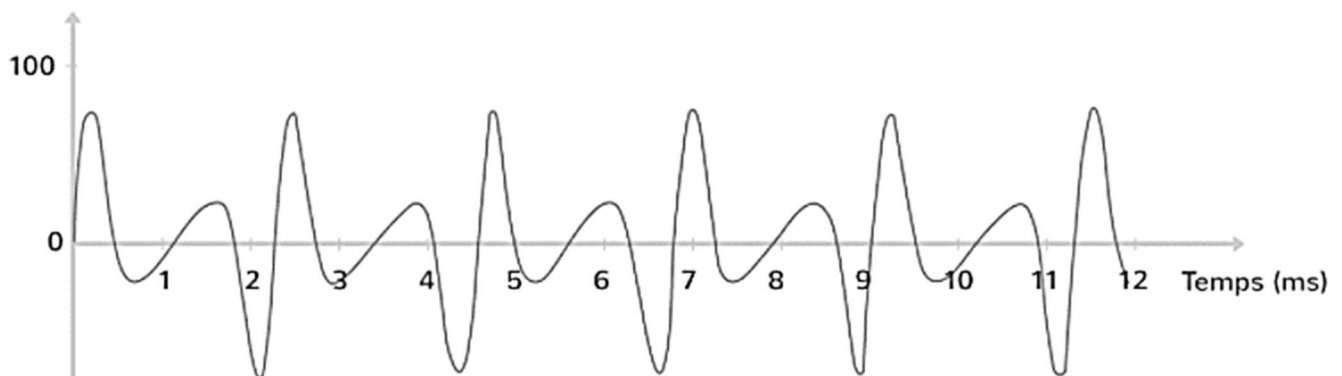
2^{ème} partie : Caractériser un signal sonore périodique par sa période T et sa fréquence f

La fréquence f (en Hz) d'un son est la fréquence calculée grâce à l'analyse du graphe signal sonore.

Exemple : Déterminer avec la meilleure précision possible la fréquence du son suivant :

Méthode à utiliser :

- Mesurer la période du son en relevant la durée d'un nombre entier de motifs, avant de diviser pour évaluer la durée d'un seul motif.
- Puis calculer la fréquence avec la relation $f = \frac{1}{T}$, en s'assurant que T est bien exprimée en s.



2.3. La perception du son

Même si on n'est pas musicien on est capable de dire si un son :

- est plus aigu ou plus grave qu'un autre son
- est plus fort ou plus faible qu'un autre son
- est produit par un piano ou un violon

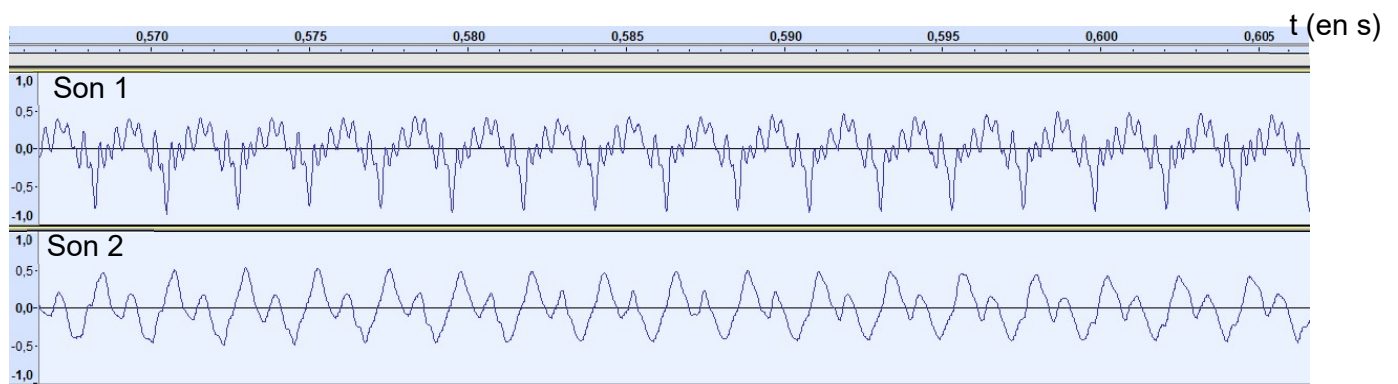
Les musiciens utilisent **trois expressions** pour décrire ces sensations auditives :

Sensation auditive	Expression du musicien	Exemple
Sensation aiguë/grave du son	Hauteur du son	La note Ré est plus aiguë que la note Do. Plus un son sera aigu, plus sa hauteur sera grande.
Sensation fort/faible du son	Intensité du son	Plus un son sera fort, plus son intensité sera grande.
Sensation liée au type d'instrument	Timbre	Le violon et la guitare n'ont pas le même timbre .

1^{ère} étude : Un violon et un piano jouent la même note de musique.

Parmi les sensations auditives quelle est celle qui permet de distinguer les deux sons :

- la hauteur
 l'intensité sonore
 le timbre

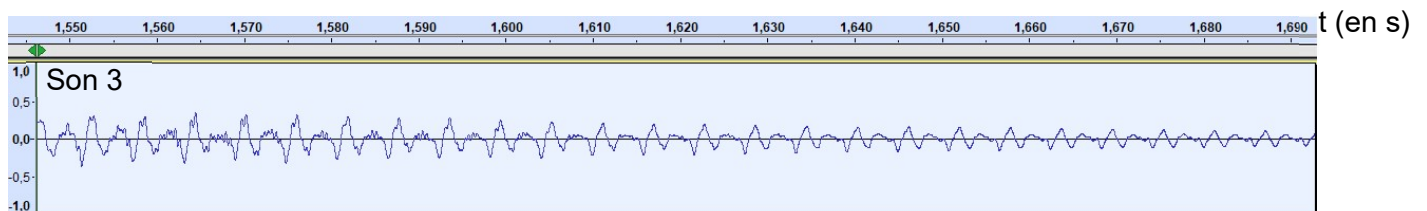


Ci-dessus, l'enregistrement de ces deux sons. Sans faire de calcul, pourquoi peut-on dire que la fréquence de ces deux sons est la même. Expliquer votre démarche.

2^{ème} Etude : une note jouée à la guitare s'atténue (s'arrête) progressivement

Parmi les sensations auditives quelle est celle qui évolue au cours du temps :

- la hauteur
 l'intensité sonore
 le timbre



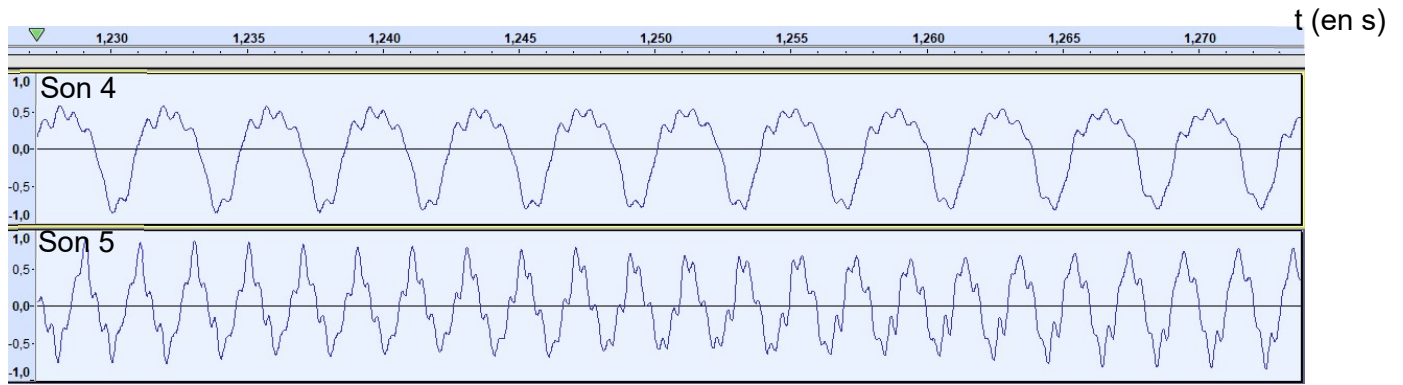
Voici l'enregistrement de ce son. Sans faire de calcul que peut-on dire de la fréquence du signal au cours du temps ?

Quelle évolution dans la courbe nous montre que le son s'atténue progressivement ?

3^{ème} Etude : on enregistre deux notes différentes, le son 5 est plus aigu que le son 4.

Parmi les sensations auditives quelle est celle qui permet de distinguer les deux sons :

- la hauteur l'intensité sonore le timbre



Voici l'enregistrement de ces deux sons. Sans faire de calcul identifier le son qui a la plus grande fréquence. Expliquer votre démarche.

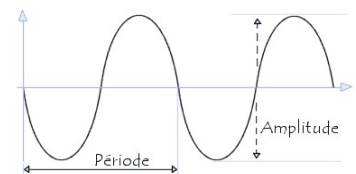
Bilan :

Relier les caractéristiques d'un signal sonore à la sensation auditive qui lui correspond :

- | | | | |
|---------------------|---|---|-----------|
| Forme du signal | • | • | Hauteur |
| Amplitude du signal | • | • | Timbre |
| Fréquence du signal | • | • | Intensité |

Compléter les phrases :

- Plus un son est fort, plus
- Plus un son est aigu, plus...

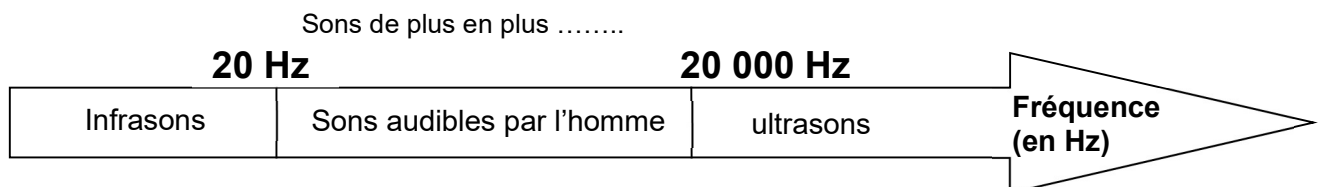


2.4. L'oreille humaine

Domaine d'audibilité :

L'homme n'est pas capable de percevoir avec son oreille toutes les fréquences qui existent.

Les sons audibles par l'homme :



Niveau sonore :

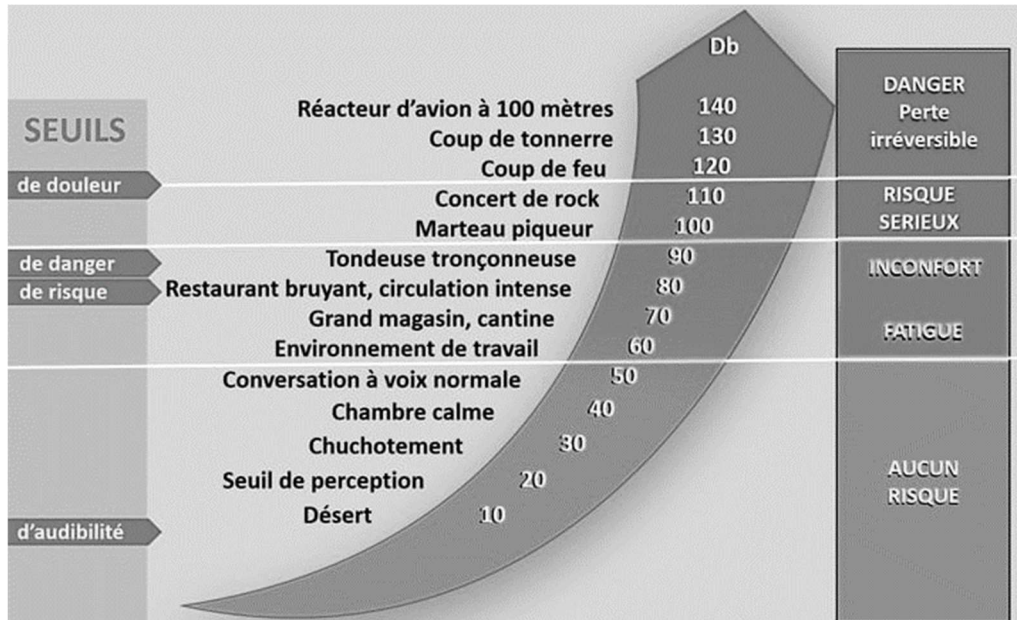
Même dans une fréquence audible, un son peut ne pas être entendu s'il est trop faible, trop peu intense.

Les intensités des sons que l'homme perçoit s'étalent sur une très large palette, du très léger bruissement d'intensité $1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ au son puissant d'une explosion à 100 W/m^2 .

Un tel étalement des valeurs numériques est peu pratique

On utilise généralement une échelle plus fonctionnelle pour chiffrer le niveau d'intensité d'un son (son volume). Elle utilise une fonction mathématique appelée le logarithme (sera revu en 1^{ère})

On exprime les niveaux sonores en décibels, notés dB. Le niveau sonore varie de 0 à 140 dB.



Indiquer à partir de quel niveau sonore en décibel un son est gênant, dangereux, douloureux. Donner un exemple à chaque fois

- Gênant
- Dangereux
- Douloureux

Indiquer les précautions à prendre dans différentes situations quotidiennes pour préserver son audition le plus longtemps possible.