



ACOUSTIQUE 3 : **ACOUSTIQUE MUSICALE ET PHYSIQUE DES SONS**

Connaissances et savoir-faire exigibles :

- (1) Savoir que la hauteur d'un son est mesurée par la fréquence de son fondamental.
 - (2) Savoir que le timbre d'un son émis par un instrument dépend de l'instrument (harmoniques, transitoires d'attaque et extinction).
 - (3) Savoir que le niveau sonore s'exprime en dBA.
 - (4) L'expression du niveau sonore étant donnée, savoir l'exploiter.
 - (5) Savoir lire et exploiter un spectre de fréquences.
- Savoir-faire expérimentaux :
- (6) Acquisition et analyse d'une note produite par un instrument de musique.

La réception sonore :

*Lecture document livre p 78 et réponses aux deux questions +
Quel est le domaine de fréquences audibles par l'homme ?*

1) L'oreille de l'homme et les sons :

La perception des sons dépend de chaque individu. Pour l'homme, on réalise un audiogramme pour tester la « qualité » de l'audition : on enregistre **l'intensité sonore** perçue par le sujet en fonction de la fréquence.

.....
.....
.....

2) Notion d'intensité sonore :

Comme le montre l'audiogramme, certains sons seront perçus douloureusement par l'oreille lorsque leur intensité sonore est trop élevée :

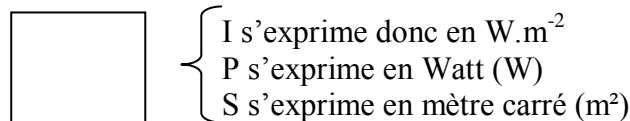
Expérience : enregistrement de la corde de guitare pincée faiblement puis fortement

L'intensité sonore est liée à l'..... de la sonore perçue et dépend de la transmise par cette au récepteur (membrane du micro, tympan de l'oreille...) :

La émise se répartit sur une portion de dont la surface augmente avec l'..... de la source sonore : l'intensité sonore s'..... donc avec la du récepteur à la source.

Définition mathématique :

Soit I l'intensité sonore et P la puissance acoustique transférée à travers la surface d'aire S :



Deux valeurs références :

- le seuil d'audibilité est fixé à $I_0 = \dots\dots\dots$
- le seuil de douleur est atteint pour $I = \dots\dots\dots$

3) Niveau sonore ^{(3) et (4)} :

.....
.....

En effet, lorsque l'on assiste à un concert, les intensités sonores dues à chaque instrument s'ajoutent, pourtant on ne perçoit pas le son proportionnellement plus fort.

a. Expérience :

Prouvons ce qui est dit ici par une expérience de **mesure de niveau sonore : cette mesure se réalise avec un sonomètre, qui mesure le niveau sonore en décibel acoustique (dBA).**

- Alimenter séparément avec des tensions de même fréquence (en, utilisant un GBF), deux haut-parleurs HP_1 et HP_2 placés côte à côte.
- Branchez HP_1 seul et réglez l'amplitude de la tension afin qu'un sonomètre placé à une distance de l'ordre de 2 m environ indique 50 dBA environ.
- Branchez HP_2 seul et réglez-le de la même manière.
- Branchez alors les deux HP simultanément et lisez l'indication du sonomètre.

b. Observation :

Le sonomètre indique 53 dBA !

c. Définition mathématique :

En effet, le niveau sonore, grandeur liée à la sensibilité de l'oreille est définie par :

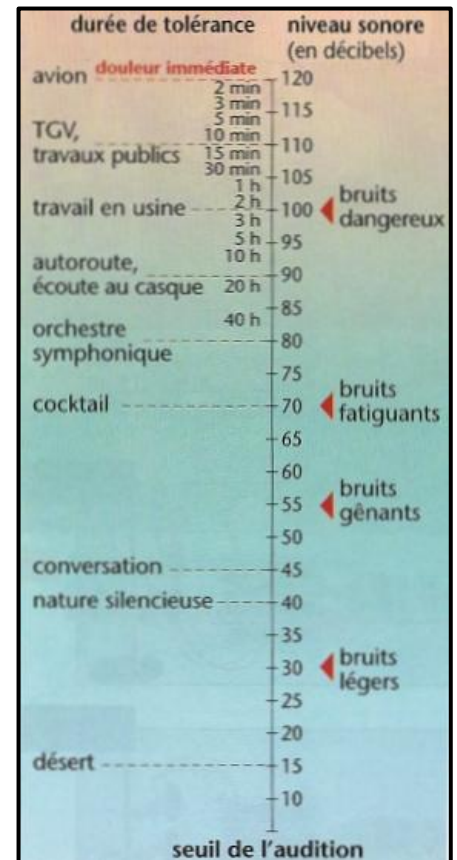
	{	<p>L : niveau sonore en décibel acoustique (dBA)</p> <p>I : intensité sonore du son perçue en Watt par mètre carré ($W.m^{-2}$)</p> <p>I_0 : seuil d'audibilité ($W.m^{-2}$)</p>
--	---	---

Vérifiez que si on double l'intensité sonore du son perçue, le niveau sonore augmente de 3 dBA :

d. Echelle de niveau sonore :

On peut associer un niveau sonore aux sons courants que nous pouvons percevoir, et ainsi définir des bruits légers, gênants, dangereux.

Grâce au logarithme, on a une échelle plus commode à exploiter qui s'étend de 0 à 120 dBA, alors qu'en intensité sonore elle s'étendait de 10^{-12} à $25 W.m^{-2}$.



II Analyse d'un son :

1) Intensité sonore :

Comme nous l'avons vu précédemment, l'intensité d'un son dépend de l'..... de la qui produit le son.

2) Hauteur d'un son⁽¹⁾ :

a. Expérience :

- On enregistre sous le logiciel synchronie, par l'intermédiaire d'un micro relié à un amplificateur, le son produit par deux cordes différentes de la guitare.
- On mesure la fréquence obtenue grâce aux deux signaux périodique obtenue.
- On compare la hauteur des deux sons perçus à l'oreille avec leur fréquence.
- On peut vérifier les mesures de fréquences en demandant au logiciel de tracer les spectres en fréquences de ces deux signaux.

b. Conclusion :

.....

.....

.....

3) Timbre d'un son^{(2) et (5)} :

a. Expérience :

- Enregistrons à l'aide d'un synthétiseur et de notre logiciel d'acquisition le signal obtenu par la même note jouée par des instruments différents.



- *Comparez les signaux obtenus :*

.....

.....

.....

Nous avons déjà vu qu'un signal périodique non sinusoïdal pouvait être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de diverses fréquences : quand on fait cette opération, on obtient le spectre en fréquence du signal considéré, et on a ainsi accès au mode fondamental et aux modes harmoniques du son analysé.

- Réalisons le spectre en fréquence de chaque instrument pour la note considérée.
- *Que remarque-t-on ?*

.....

.....

.....

b. Notion de timbre :

Une même note jouée par ne donne pas la même auditive, pourtant on reconnaît tous (enfin presque tous ...) la même note :

Une note est caractérisée par la fréquence du mode (.....) mais sa auditive est caractérisée par son qui correspond au des : la richesse des différents dans ce change la

Mais le timbre est aussi déterminée par les **transitoires d'attaque et d'extinction** de la note, c'est à dire la **manière dont l'intensité sonore de la note s'établit et disparaît** lorsque l'instrument joue la note :

c. Enveloppe d'un son

Une vibration sonore associée à une note émise par un instrument ne conserve pas généralement la même amplitude pendant toute la durée de l'émission. L'enveloppe du son nous permet de « visualiser » les transitoires d'attaque et d'extinction, ainsi que le corps du son :

- L'attaque du son : il s'agit de la montée en amplitude de la vibration sonore au début de l'émission.
- L'extinction du son : il s'agit de la phase pendant laquelle l'amplitude de la vibration diminue avant de s'annuler, à la fin de l'émission.
- Le corps du son : c'est la phase entre l'attaque du son et son extinction.

Expériences :

- Enregistrements et visualisation des enveloppes de sons émis par différents instruments.
- Aussi, on peut voir que la durée de présence des harmoniques dans le son est également perceptible et intervient dans le timbre d'un son :
Expérience : sur la guitare et avec le logiciel synchronie ou winoscillo, « enregistrez » le spectre en fréquence de la corde de guitare pincée à trois instants différents : attaque, corps et extinction du son.

d. Création d'un son :

On peut pour parfaire cette théorie d'étude des sons complexes, essayer de créer un son à l'aide d'un générateur, en faisant varier la présence des différents harmoniques et en écoutant le son perçu.

III Octave et gamme tempérée :

Lecture document livre p 81

- L'intervalle entre deux notes (ou deux sons) est le rapport de leurs fréquences : la fréquence la plus grande (plus aigu) par la fréquence la plus faible (plus grave).
- Une octave correspond à un intervalle égal à 2. La gamme tempérée divise l'octave en 12 intervalles égaux, appelés demi-ton, de valeur $2^{1/12}$.
- La gamme tempérée basée sur les intervalles nécessite une fréquence de référence. Par convention, il s'agit de la fréquence du La₃ égale à 440 Hz.