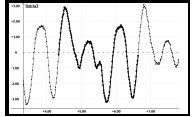


TP Son
n°3

Acoustique musicale- Physique des sons



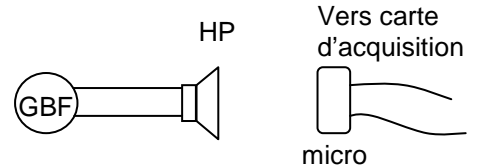
Objectifs: - savoir définir la hauteur, le timbre et l'intensité sonore d'un son.
- savoir lire et interpréter un spectre en fréquence.

• Pour décrire les sons, les musiciens leur associent des caractéristiques telles que l'intensité, la hauteur et le timbre. Nous allons étudier les grandeurs physiques qui permettent de définir un son et considérer leurs effets sur notre perception auditive.

I. INTENSITE

1) Intensité d'un son

- Un haut parleur (HP) est branché aux bornes d'un GBF réglé en tension sinusoïdale à la fréquence $f_1 = 440 \text{ Hz}$. Ecouter le son produit et effectuer une acquisition.
- Augmenter l'amplitude du GBF en gardant la même fréquence f_1 . Ecouter de nouveau le son et enregistrer le signal.

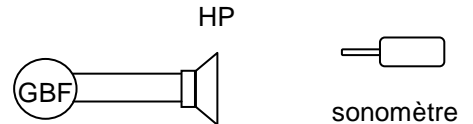


- Quelle différence perçoit-on entre les deux sons ?
- Quelle différence observe-t-on entre les deux signaux enregistrés ?

• L'intensité d'un son est liée à l'..... de l'onde sonore.

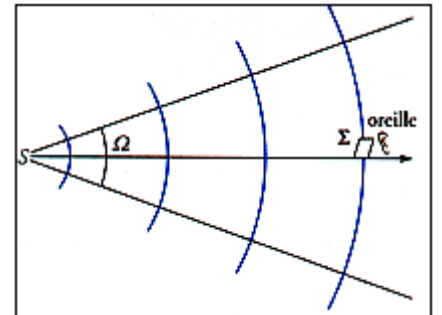
2) Niveau acoustique

- Placer un sonomètre à distance fixe du HP. Un sonomètre mesure le **niveau acoustique** du son exprimé en **décibel : dB**.



- Pour une distance fixe, augmenter l'amplitude du signal. Noter vos observations
- Pour une tension fixe, éloigner le sonomètre. Noter vos observations.

• **L'énergie acoustique E_a** (en joule, **J**) produite par une **source sonore S** est répartie sur une surface sphérique de plus en plus grande au fur et à mesure que l'onde sonore se propage (voir schéma ci-contre). L'oreille, de surface fixe Σ , reçoit une partie de l'énergie acoustique totale émise : l'énergie reçue est de moins en moins importante au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source sonore.



• **La puissance acoustique P_a** est l'énergie acoustique E_a reçue par unité de temps: elle se mesure en **watt (symbole W)**: $P_a = E_a / \Delta t$. ($1 \text{ W} = 1 \text{ J.s}^{-1}$)

• **L'intensité sonore I** est la puissance acoustique reçue par **unité de surface**: $I = P_a / S$. Elle s'exprime en W.m^{-2} . Dans le domaine des sons audibles, elle varie de $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ (seuil d'audition) à 25 W.m^{-2} (seuil de douleur).

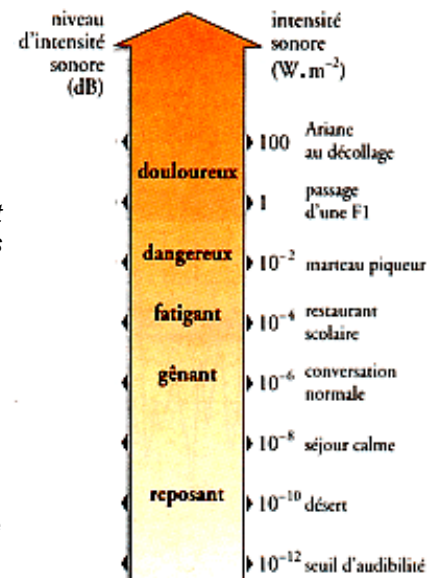
• L'intensité sonore $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ semble négligeable devant 25 W.m^{-2} : pourtant nous entendons des sons ayant ces intensités sonores. Pour comparer les intensités sonores entre elles, on utilise une échelle logarithmique: le **niveau sonore**. Le **niveau sonore L** associé à l'intensité sonore I d'un son est défini par:

$$L = 10 \times \log(I / I_0)$$

L s'exprime en **décibel dB**.

- Compléter le schéma ci-contre en calculant le niveau acoustique en dB des différentes intensités sonores.

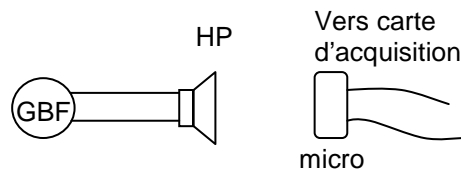
- Montrer que lorsque l'intensité sonore **double** le niveau sonore augmente de **3 dB**.



II. HAUTEUR

1) Fréquence ou hauteur d'un son

• Le GBF réglé en tension sinusoïdale à la fréquence $f_1 = 440$ Hz. Ecouter le son produit et effectuer une acquisition. Augmenter la fréquence f_1 à 1000 Hz et effectuer de nouveau une acquisition en écoutant le son.

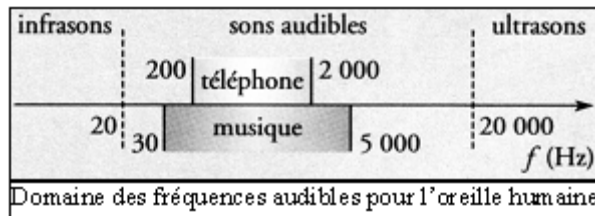


- Quelle différence perçoit-on entre les deux sons ?
- Quelle différence observe-t-on entre les deux signaux enregistrés ?

• La hauteur d'un son est liée à la de l'onde sonore.

Un son est d'autant plus / que la hauteur du son est grande / petite.

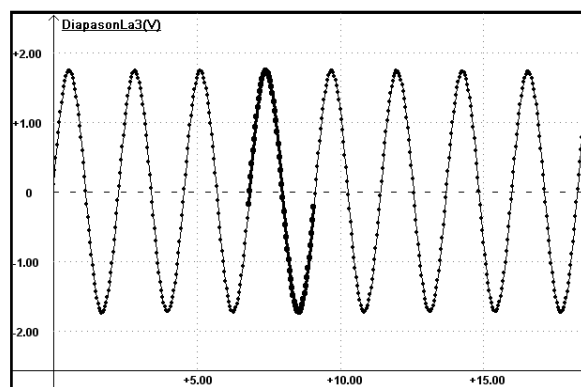
- Quel est le domaine des fréquences audibles pour l'oreille humaine ? Comment qualifie-t-on les sons en-dehors de ce domaine ?



2) Hauteur d'un son pur

• Dans Synchronie, ouvrir le fichier **DIAPLA3.SCN**, correspondant à la note **La₃** jouée par un diapason.

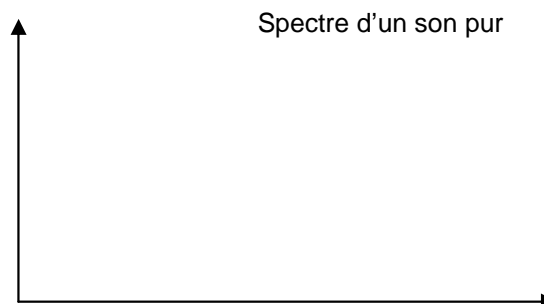
- Quelle est l'allure du signal sonore ?
- Avec l'outil réticule, déterminer la période **T** du signal sonore et en déduire sa fréquence **f**. (Mesurer plusieurs périodes à partir du passage par la valeur 0).
- Comparer avec la fréquence **440 Hz** associée à cette note: écart relatif.



3) Spectre d'un son pur

- Avec l'icône **Analyse de Fourier**, choisir le signal à analyser.
- Sélection** → **Choisir**: avec les deux flèches qui apparaissent sélectionner **exactement une période T** du signal à partir du passage par la valeur 0. (On peut déplacer les deux traits en pointillés en cliquant dessus). **Valider** → **Calculer**.
- Une seconde fenêtre s'ouvre dans laquelle apparaît le **spectre** du son étudié.

• Le spectre d'un signal périodique est la représentation de l'amplitude des signaux sinusoïdaux (axe vertical) constituant le signal en fonction de leur fréquence (axe horizontal).



- Reproduire le spectre du son pur du diapason sur le schéma ci-dessus (compléter les grandeurs sur les axes, les unités, les graduations...).
- Décrire le **spectre d'un son pur**.
- Quelle est l'abscisse de la raie spectrale ? A quelle caractéristique du signal sinusoïdal correspond-elle ?
- Mesurer sur le spectre l'amplitude de la raie du spectre. Comparer avec l'amplitude du signal sinusoïdal.

• A chaque **signal sinusoïdal** est associée d'amplitude et de fréquence correspondant au signal sinusoïdal.

4) Hauteur et spectre d'un son complexe

• Charger le fichier **VIOLOLA3.SCN** associé au **violon**.

- Le signal sonore est-il sinusoïdal ? Périodique ? Justifier.
- Déterminer la période **T** puis la fréquence **f** du signal sonore. (Faire des zooms successifs avec **la loupe** si nécessaire pour isoler une période).

• Réaliser le **spectre du son complexe** associé au signal du violon en isolant un motif du signal. Choisir 10 kHz comme fréquence maximale sur l'axe des abscisses du spectre.

- Reproduire le spectre du son complexe du violon sur le schéma ci-contre (compléter les grandeurs sur les axes, les unités, les graduations...).

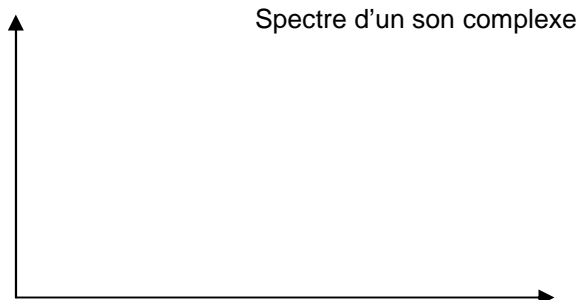
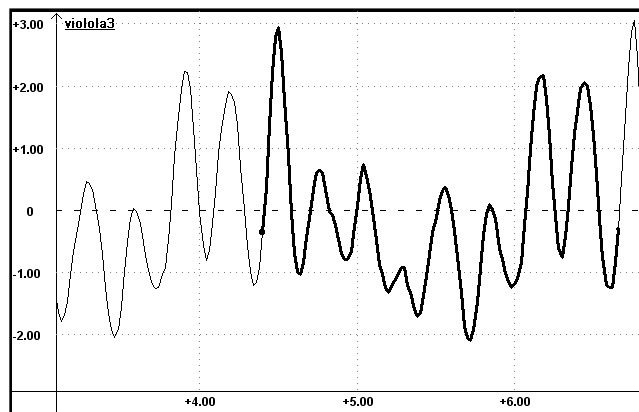
b) Décrire le **spectre d'un son complexe**.

- Relever les valeurs des fréquences des 3 premières raies (harmoniques), notées f_1 , f_2 et f_3 .

- Comparer la fréquence f_1 de **l'harmonique n°1** avec la fréquence **f** du signal sonore.

• La hauteur d'un son est de l'

- Quelle relation simple a-t-on entre la fréquence f_n de **l'harmonique de rang n** et la fréquence f_1 du fondamental ?

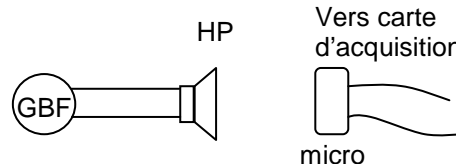


III. TIMBRE

1) Timbre d'un son

• Le GBF réglé en tension sinusoïdale à la fréquence $f_1 = 440$ Hz. Ecouter le son produit.

En gardant la **même fréquence f_1** et **la même amplitude**, choisir une tension triangulaire puis une tension créneau. Ecouter le son produit.



La sensation sonore est-elle la même ?

• Ecouter une même note (La3) jouée par un violon et une clarinette.

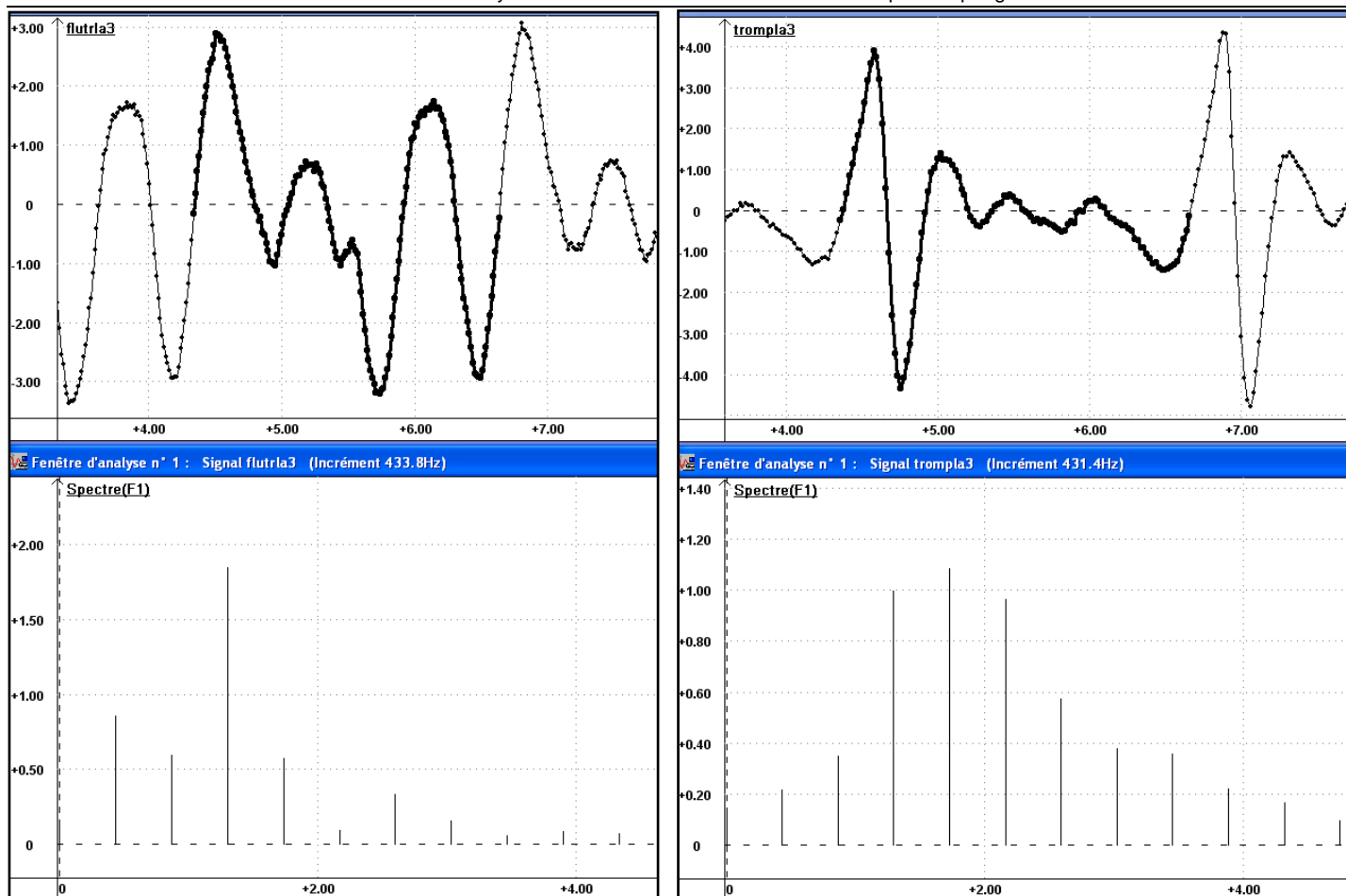
• Le timbre permet de différencier **deux notes de même** jouées par des **instruments**

2) Spectres du La3 joué par deux instruments différents

• On a enregistré la note **La3** jouée par une **flûte** (flutrla3) et une **trompette** (trompla3).

- Les harmoniques des deux spectres ont-elle-même fréquence ? Même amplitude ?

- Pour une **même note jouée** par deux instruments différents, **le timbre** dépend-il de la **hauteur du son** ? De quoi dépend-il alors ?



3) 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**. On définit alors:
 - **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 partie entre l'attaque du son et son extinction.
- L'attaque et l'extinction constituent **les transitoires** du son.

• Ouvrir le fichier **FORMSON.SCN**: on visualise simultanément l'enveloppe des notes **Do, Ré, Mi** jouées au piano, au violon, à la clarinette et à la guitare (voir ci-contre).

a) Que peut-on dire de l'**attaque** et de l'**extinction** pour la note **Do** jouée par le **piano** ? Par le **violon** ?

b) Que peut-on dire de l'**attaque**, du **corps** et de l'**extinction** pour la note **Do** jouée par la **clarinette** ?

Sur le CD « instruments de musique » écouter les notes jouées par chaque instrument et vérifier « à l'oreille » les caractéristiques propres de chacun des sons.

- **Les transitoires** jouent un rôle important dans le **timbre** d'un instrument.

