

Activité : Acoustique musicale

– P3 Production d'un son par un instrument –

Objectifs :

Analyser un son produit par un instrument de musique.

Relier les caractéristiques musicales d'un son à ses caractéristiques physiques.

Réaliser un audiogramme.

A. Analyse d'un son

I. Hauteur et timbre d'un son

Écouter les 7 enregistrements obtenus à partir de sources sonores différentes.

Mesure de périodes

Mesurer **plusieurs périodes** pour plus de précision.

Utiliser l'outil réticule (clic droit sur la zone graphique puis "réticule")

⇒ Un double clic gauche permet alors de fixer une origine relative. Un clic gauche unique donne alors les coordonnées du point choisi par rapport à cette origine.

⇒ Un clic droit puis "origine initiale" permet de revenir en origine absolue (par rapport au point O).

n°	Sources sonores	Amplitude U_M (V)	Période T (ms)	Fréquence f (Hz)	Note	Son
1	Haut-parleur soumis à une tension sinusoïdale	1,04	2,11	475	–	pur
2	Haut-parleur soumis à une tension sinusoïdale	2,22	2,11	475	–	pur
3	Diapason	2,19	2,25	444	La ₃	
4	Clarinette (note jouée par un synthétiseur)					complexe
5	Orgue (note jouée par un synthétiseur)					complexe
6	Flûte (note jouée par un synthétiseur)	2,53	1,14	878	La ₄	complexe
7	Trompette (note jouée par un synthétiseur)					complexe

1. Compléter le tableau en utilisant les fichiers LatisPro. Comparer les enregistrements 1 et 2.

Quelle est la grandeur qui varie quand le son devient plus « fort », plus **intense**.

2. Les enregistrements 1 et 3 correspondent à des sons de **hauteurs** différentes. De quelle grandeur dépend la hauteur d'un son ? Quels sont les sons de même hauteur ? D'un son aigu et d'un grave, quel est le plus haut ?

3. Quelle différence fait-on entre un son **pur** (1, 2, 3) et un son **complexe** (4, 5, 6 et 7) ?

4. Les enregistrements 4, 5 et 7 sont de même **hauteur** mais ils possèdent un **timbre** différent. Qu'est ce qui les différencie ?

5. Déterminer les notes qui ont été jouées lors des enregistrements 4, 5 et 7 en utilisant le tableau ci-contre.

6. L'enregistrement 6 correspond au La₄.

Quelle relation peut-on écrire entre 2 mêmes notes séparées d'une **octave** ?

Note	Fréquence (Hz)
Mi ₁	82
La ₁	110
Re ₂	147
Sol ₂	196
Si ₂	247
Mi ₃	330
La ₃	440

Vérifier cette relation entre le Mi₁ et le Mi₃.

Une gamme est une suite de note de musique comprise dans une octave.

La **gamme tempérée** aujourd'hui utilisée en occident est divisée en **douze intervalles**.

Les notes de fréquence croissante de la gamme tempérée sont le Do, Do#, Ré, Ré#, Mi, Fa, Fa#, Sol, Sol#, La, La#, Si qui correspondent aux touches blanches et noires (#) du clavier d'un piano.

On passe de la fréquence d'une note à une autre **en multipliant toujours par le même nombre** $q = \sqrt[12]{2}$.

Le **La₃** de fréquence égale à **440Hz** servant de **référence**.

7. Que dire de la suite des fréquences des notes de la gamme tempérée ?

II. Spectre en fréquence d'un son

n°	Sources sonores	Période T (ms)	Fréquence f (Hz)	Amplitude
3	Diapason	2,25	444	2,19
7	Trompette	4,07	246	2,48

On démontre qu'un son complexe est la **superposition** de sons purs de fréquence f , $2f$, $3f$, $4f$, où f est la fréquence du fondamental. **L'analyse de Fourier d'un son va permettre d'effectuer cette décomposition en somme de signaux purs.** C'est un calcul qui s'applique sur toutes fonctions périodiques (voir animations [spectre](#) et [somme](#)).

1. Enregistrement n°3 (diapason)

- Quelle est l'amplitude du signal reçue par le système d'acquisition lors de la vibration du diapason ?
- Effectuer l'analyse de Fourier du 3^{ème} enregistrement :
 ⇒ Cliquer sur **Traitements / Calculs spécifiques / Analyse de Fourier** ⇒ faire glisser la courbe à analyser dans le cadre puis **Avancé / Sélection de périodes : Manuelle** ⇒ utiliser les curseurs pour sélectionner une période ⇒ **Calcul**.
 ⇒ Le graphe obtenu s'appelle le **spectre en fréquence** du son étudié. Régler $f_{\max}$ à 2500Hz en abscisse.
 Quelles informations retrouve-t-on sur ce spectre ? En déduire les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée.

2. Enregistrement n°7 (trompette)

Effectuer l'analyse de Fourier du 7^{ème} enregistrement. Régler $f_{\max}$ à 2500Hz en abscisse.
 Comparer la fréquence du 1^{er} pic à la fréquence du signal.

3. Quelle différence fait-on entre le spectre en fréquence d'un son pur par rapport à celui d'un son complexe ?

4. Deux sons possèdent la même hauteur mais ont un timbre différent. Que peut-on en déduire sur leurs spectres en fréquence ?

Un son musical est caractérisé par :

- sa hauteur : elle correspond à la _____ du _____ du son.
- son intensité qui est liée à _____ de la vibration sonore.
- son timbre qui est définie par _____ représentant la vibration sonore au cours du temps.

B. Intensité sonore

I. Niveau sonore

Définition : Le niveau sonore L d'un son d'intensité I est donné par la relation : $L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$

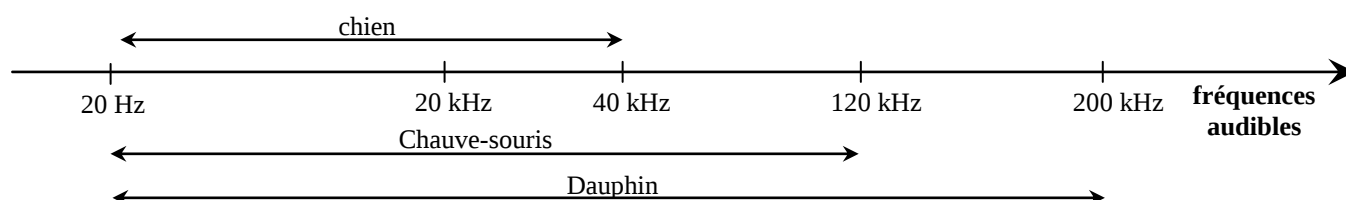
I_0 correspond au seuil d'audibilité moyenne de l'oreille humaine $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

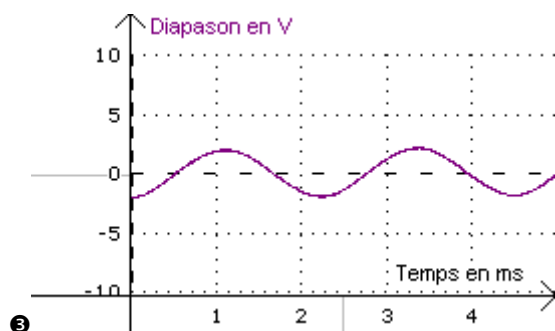
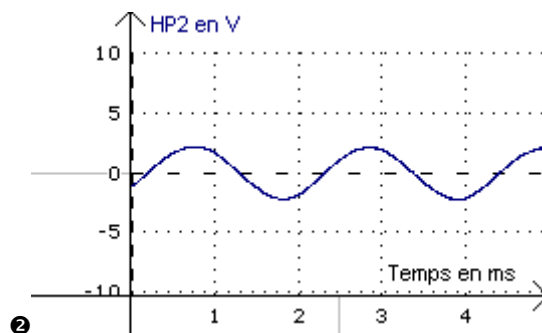
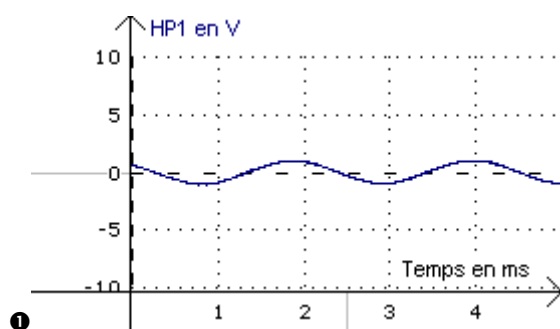
L s'exprime en décibel acoustique, de symbole dB_A et se mesure avec un sonomètre.

De combien augmente le niveau sonore L lorsque l'intensité I est 2 fois plus grande ?

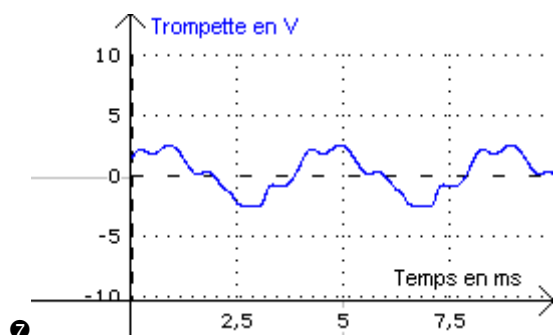
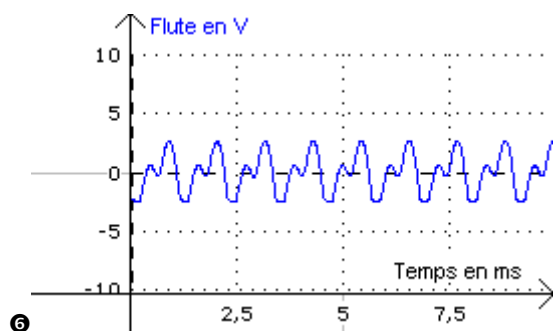
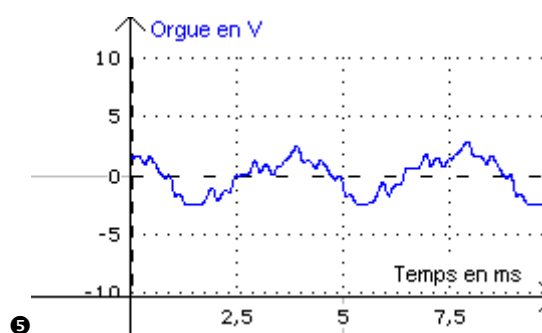
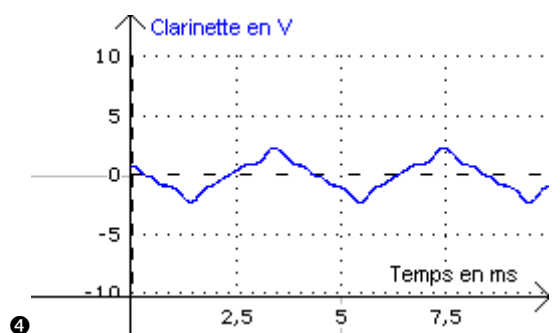
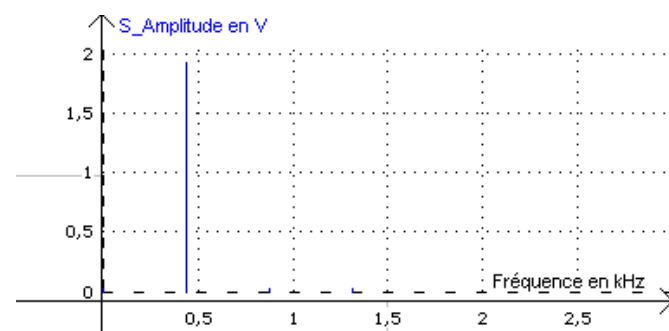
II. Sensibilité de l'oreille humaine

Un GBF alimente un haut-parleur. On modifie la fréquence du son émis en cherchant les valeurs extrêmes du domaine audible (en maintenant constante la tension aux bornes du haut-parleur). Ajouter sur le document le domaine de l'audible pour l'homme.





Fourier
⇒



Fourier
⇒

