

Lorsque les banches d'un diapason vibrent, elles émettent un son dit « pur », alors que la plupart des instruments produisent un son « composé ».

Etudions les sons produits par un diapason et une trompette ?

Document 1 : Spectre d'un son

Un son est une onde périodique.

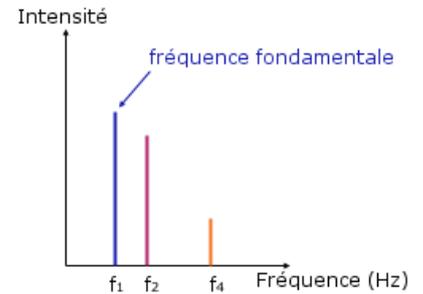
Le mathématicien Joseph Fourier (1768 - 1830) a montré qu'un signal périodique de fréquence f_1 peut être décomposé en une somme de signaux sinusoidaux appelés harmoniques dont les fréquences sont des multiples de la fréquence fondamentale f_1 .

Soit $f_n = n \times f_1$ (n entier positif)

L'ensemble de ces fréquences constitue le spectre d'un son :

La fréquence du 1^{er} pic correspond à la fréquence du 1^{er} harmonique ou du **fondamental** autrement dit à la fréquence de la note jouée.

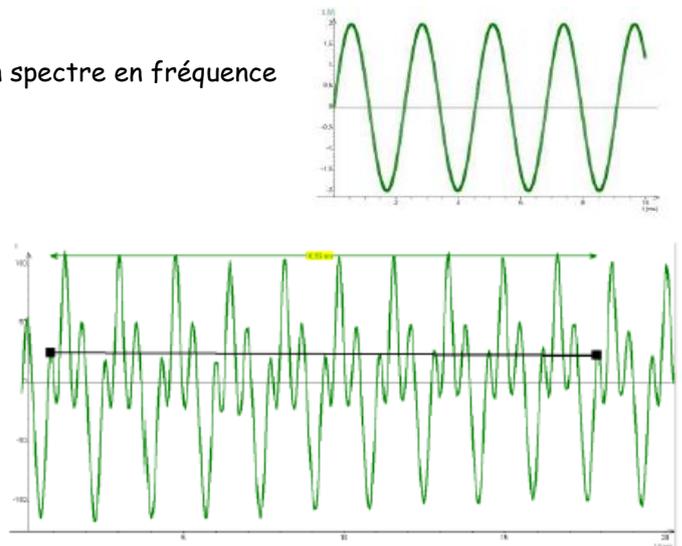
Les autres pics sont appelés **harmoniques** de rang 2, de rang 3



Document 2 : Son pur et son composé

- Un son pur est un son dont le signal est sinusoidal. Son spectre en fréquence ne présente qu'un seul pic, celui du fondamental.

- Cependant, la plupart des sons, tels que ceux produits par les instruments de musique jouant qu'une seule note sont bien périodiques mais pas sinusoidaux. On parle alors de sons composés. Leur spectre en fréquence présente plusieurs pics.



Document 3 : Matériel

- Téléphone portable
- Application Phypox (à télécharger voir document 4)
- Fichiers audio : « son diapason » et « son trompette »
- Ordinateur ou 2^{ème} téléphone (pour écouter les fichiers audio)

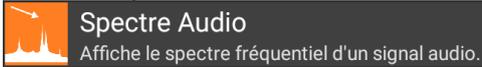
Document 4 : Utilisation de l'application phyphox pour déterminer la période et le spectre en fréquences d'un son

Télécharger l'application phyphox sur votre téléphone (si ce n'est pas déjà fait !)



Pour déterminer la période T :

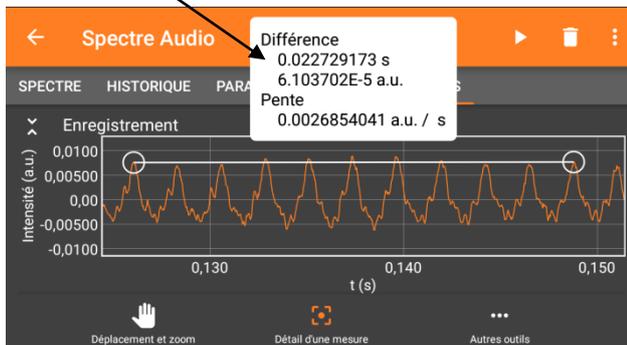
- 1) Ouvrir « Spectre Audio »



- 2) Dans « paramètres », choisir 32 768 échantillons.
- 3) Sélectionner « Données brutes »
- 4) Sur un ordinateur par exemple, ouvrir le fichier son à analyser (« son diapason » ou « son trompette »).
- 5) Ecouter le son (assez fort), l'enregistrer puis pause.



- 6) Positionner votre téléphone en mode paysage puis cliquer sur le graphe pour faire apparaître « Déplacement et zoom » ainsi que « Détail d'une mesure ».
- 7) Sélectionner « Déplacement et zoom » et agir sur le graphe pour afficher 10 périodes.
- 8) Sélectionner « Détail d'une mesure ». Placer votre curseur au début d'une période et faire glisser jusqu'à la 10^{ème} période. La durée de $10T$ s'affiche alors en secondes.



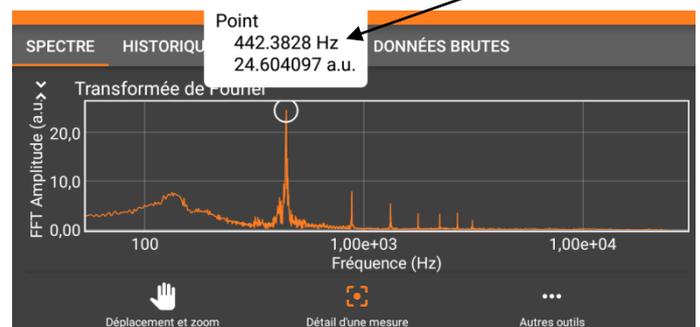
« Son piano »

Pour obtenir le spectre en fréquence :

- 9) Conserver l'enregistrement précédent et ouvrir l'onglet « spectre ».



- 10) Cliquer sur le graphe pour faire apparaître « Déplacement et zoom », « Détail d'une mesure » et « Autres outils ».
- 11) Dans « Autres outils », décocher « Echelle logarithmique pour l'axe y ».
- 12) Zoomer le spectre pour ne garder que les pics supérieurs à 200 Hz (les autres sont dus au bruit ambiant).
- 13) Sélectionner « Détail d'une mesure ». Placer votre curseur sur le 1^{er} pic (> à 200 Hz) et noter la valeur de sa fréquence. Recommencer pour les pics suivants (s'ils sont présents !)



Travail à faire :

- 1) A l'aide de phypox, enregistrer le son émis par le diapason.
- 2) Pourquoi peut-on qualifier ce son de son « pur » ?
- 3) Déterminer sa période T_d .
- 4) En déduire sa fréquence f_d .
- 5) Afficher le spectre en fréquences de ce son.
- 6) Vérifier qu'il ne comporte qu'un seul pic (pour des fréquences > 200 Hz) et noter la valeur f_1 de la fréquence de ce pic.
- 7) Enregistrer le son émis par la trompette.
- 8) Est-ce un son « pur » ? Justifier.
- 9) Déterminer sa période T_t .
- 10) En déduire sa fréquence f_t .
- 11) Afficher le spectre en fréquences de ce son.
- 12) Noter la valeur f_1 du fondamental et les valeurs f_2 , f_3 et f_4 des harmoniques de rang 2,3 et 4.
- 13) Vérifier que $f_2 = 2 \times f_1$, $f_3 = 3 \times f_1$ et $f_4 = 4 \times f_1$.

Conclusion :

- 14) Que peut-on dire de la note jouée par le diapason et celle émise par la trompette ?
- 15) Ces 2 sons ne sont pas perçus de la même manière par nos oreilles. Proposer une explication.