

DIFFÉRENCIER LES INSTRUMENTS

4.1

Noms Prénoms :

1^{ère} ES

Depuis des millénaires, les êtres humains ont développé des instruments leur permettant de produire des sons agréables à l'écoute. Pour qu'ils puissent jouer ensemble, on les accorde tous par rapport à une note de référence : le la_3 . Cette note est également utilisée pour la tonalité du téléphone.

Qu'est-ce qui distingue des instruments jouant la même note ?

Doc. 1 Deux instruments et un téléphone

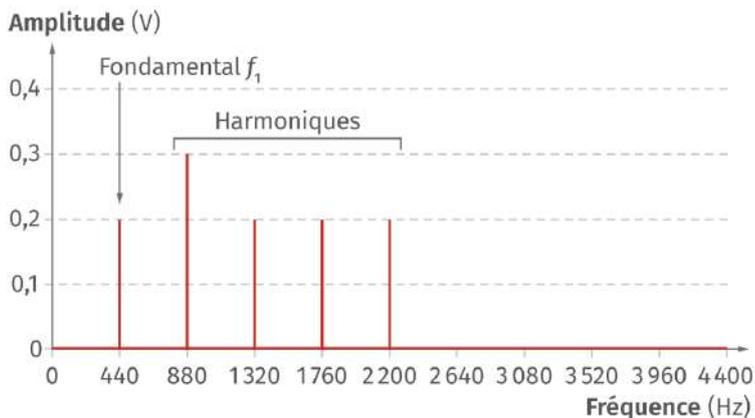
Originaire d'Hawaï, le ukulélé est un instrument à 4 cordes traditionnellement accordé en *sol, do, mi et la*. La guitare, quant à elle, est un instrument à six cordes, beaucoup plus populaire. Son accordage le plus standard est le suivant : *mi, la, ré, sol, si et mi*. Le téléphone n'est pas un instrument. Mais sa tonalité d'appel correspond à un *la* qui peut permettre aux musiciens qui en ont besoin d'avoir une référence pour s'accorder.



Crédits : Superikonoskop/Wikimedia

Quatre ukulélés placés à côté d'une guitare classique (à droite).

Doc. 2 L'analyse spectrale



Les instruments de musique sont des appareils permettant de produire des signaux sonores complexes, composés d'une multitude de fréquences. Pour étudier les caractéristiques de leurs sons, il est possible de réaliser une analyse spectrale.

L'analyse spectrale d'un signal sonore permet d'obtenir la décomposition de ce signal en un signal fondamental de même fréquence f_1 que le signal et des harmoniques de fréquences f_n multiples du fondamental.

Doc. 3 L'accordage d'un ukulélé

Pour accorder un ukulélé, rien de plus simple... Il suffit de tourner les mécaniques (également appelées clés) pour tendre ou détendre les cordes.

En effet, la fréquence des notes émises par la vibration d'une corde de longueur L dépend notamment de la tension appliquée à la corde.

En musique, la note correspond à la hauteur du son, c'est-à-dire à sa fréquence fondamentale. Prêt ? Alors rien de plus simple. Il vous faut votre oreille et un instrument de référence.



Crédits : Artem Zarubin/shutterstock

Doc. 4 La musique vue par une mathématicienne

« Une onde sonore est caractérisée mathématiquement par son amplitude et sa fréquence... C'est la fréquence qui a été le point focal des réflexions mathématiques sur la musique depuis le temps de Pythagore (VI^e siècle av. J.-C.). Prenons un point sur la corde. Pendant que la corde vibre, ce point atteint de temps en temps sa hauteur maximale. La fréquence, mesurée en hertz [(Hz)], nous dit combien de fois par seconde la hauteur maximale est atteinte par ce point... Par exemple, la corde produit le son associé à la note la si elle vibre à la fréquence de 440 Hz, c'est-à-dire que la crête sur la corde apparaît 440 fois par seconde.

Toute la musique que nous connaissons est faite de sept notes do, ré, mi, fa, sol, la, si[...] et cinq notes altérées [do#, mi♭, fa#, sol#, sib] [...]. La partie entre deux notes de même nom les plus proches l'une à l'autre est une octave. »

*Professeure Vasilisa Shramchenko,
Département de mathématiques, Université de Sherbrook*

Doc. 5 Les fréquences en hertz et les octaves correspondant à différentes notes de la gamme tempérée

Note/Octave	1	2	3	4
do	65,4	130,8	261,6	523,3
ré	73,4	146,8	293,7	587,3
mi	82,4	164,8	329,6	659,3
fa	87,3	174,6	349,2	698,5
sol	98,0	196,0	392,0	784,0
la	110,0	220,0	440,0	880,0
si	123,5	246,9	493,9	987,8

Vocabulaire

Fréquence fondamentale : fréquence la plus basse d'un son composé.

Gamme : suite finie de notes réparties sur une octave. La gamme tempérée correspond à la division d'une octave en 12 intervalles égaux.

Intervalle entre deux sons : rapport entre les fréquences fondamentales de deux sons.

Octave : lorsque l'intervalle entre deux notes vaut 2, cet intervalle s'appelle une octave. Cela se traduit par le doublement d'une fréquence fondamentale pour passer d'une note à l'octave qui suit.

Son pur : son dont l'analyse spectrale ne fait apparaître que le fondamental. Sa représentation au cours du temps est une sinusoïde.

Travaux pratiques : l'analyse spectrale avec Audacity

Protocole expérimental :

- Ouvrir le fichier audio (présent dans le cloud de votre espace de travail EcoleDirecte) avec le logiciel Audacity.
- Écouter l'enregistrement et sélectionner la partie du signal à analyser (une note).
- Tracer le spectre à partir de l'onglet « Analyse » - « Tracer le spectre ».
- En passant la souris sur le spectre, vous pouvez lire la fréquence des pics.

1- Se familiariser avec le matériel et le vocabulaire

- 1- En suivant le protocole expérimental ci-dessus, tracer le spectre des 3 fichiers audio la₃ d'un ukulélé, d'une guitare et d'un téléphone et comparez les spectres des signaux grâce au logiciel Audacity.
- 2- (3 pts) Déterminez la fréquence fondamentale f_1 en Hertz (Hz) de chaque signal.

Signal	Guitare	Ukulélé	Téléphone
Fréquence f_1 (en Hz)			

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6- (2 pts) Expliquez ce qu'est une octave puis indiquez quelles seraient les fréquences des trois notes obtenues si elles étaient à l'octave du dessus. Justifiez mathématiquement votre réponse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

