

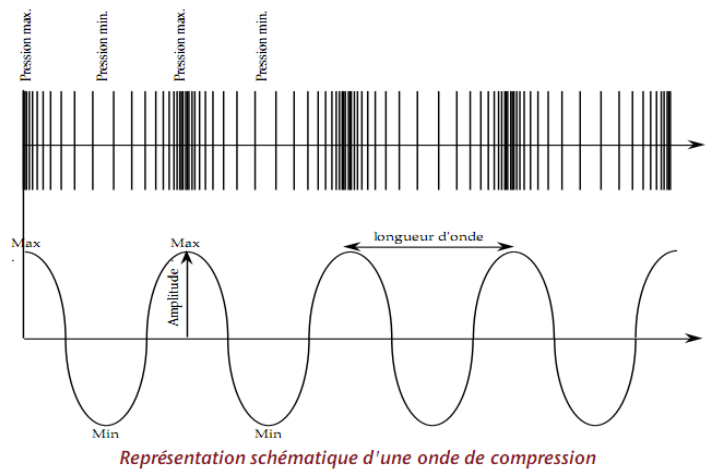
ACOUSTIQUE MUSICALE



Doc. 1 Définition d'un son

Notre oreille transmet au cerveau un signal que nous interprétons comme étant un son lorsque le tympan est atteint par une variation alternative très rapide de la pression de l'air. Cette alternance de pression, de quelques dizaines à plusieurs milliers de fois par seconde, correspond à ce qu'on appelle une vibration. Le son résulte donc de la mise en vibration de l'air par un émetteur. Les émetteurs sont nombreux. Ils sont les causes de tous les bruits

La vibration de l'air est une onde de compression. Cette onde transmet le son dans l'air à la vitesse d'environ 330 mètres par seconde.

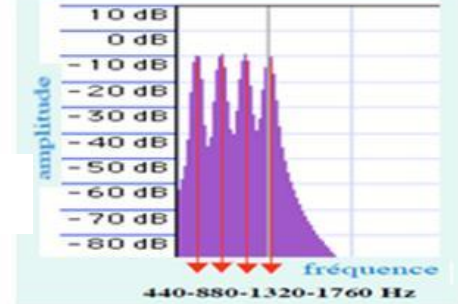
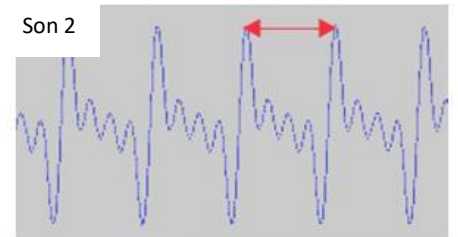
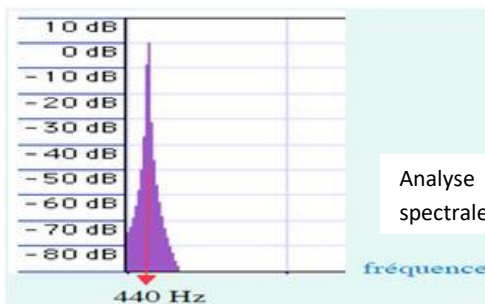
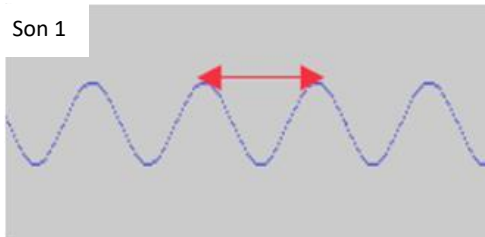


Doc. 2 Son simple et son complexe

Consulter [l'animation suivante](#) permettant de décomposer un son et de déterminer le spectre en fréquences (on parle de la décomposition en série de Fourier ou analyse spectrale)

Un son qui par analyse spectrale ne présente qu'un seul harmonique (appelé **le fondamental**), est un **son simple**. Il est donc **parfaitement sinusoïdal**

Pour un **son complexe**, la courbe représentative d'une fonction périodique peut être considérée comme la somme de courbes sinusoïdales élémentaires convenablement choisies (**un son complexe est donc une somme de sons simples**). La fréquence de chacune des courbes (dite harmonique) est alors un **multiple entier de la fréquence fondamentale**.



Doc. 3 Caractéristiques d'un son

Hauteur d'un son :

La hauteur d'un son correspond à la fréquence (nombre de vibrations par seconde) de la note c'est-à-dire son **fondamental**. Les sons aigus sont caractérisés par des fréquences élevées correspondant à de courtes longueurs d'onde. Les sons graves sont caractérisés par des fréquences basses et de grandes longueurs d'onde. L'oreille est un récepteur extrêmement sensible qui détecte les sons dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz (son grave) et 18000 Hz (son aigu).

Intensité d'un son :

L'intensité du son dépend de l'amplitude de l'onde. Dans l'exemple des vaguelettes sur un étang, l'amplitude est la hauteur de la vaguelette au-dessus du plan de l'eau. On comprend intuitivement qu'une vague énorme véhicule une plus forte énergie qu'une vaguelette. L'intensité d'un son (on dit aussi la force) est donc la caractéristique permettant de distinguer un son fort faible ; les musiciens parlent de nuances pour exprimer la dynamique créée par les différents niveaux d'intensité. Il s'agit, en termes scientifiques, d'une grandeur liée au logarithme de l'amplitude de la vibration qui se mesure en décibels.

Timbre d'un son :

Le timbre d'un instrument dépend du **mélange des harmoniques** c'est ce qui nous permet d'apprécier la différence entre une flûte, un hautbois ou une clarinette, est dû aux proportions des différents harmoniques qui accompagnent le son fondamental. Ainsi, à la fréquence fondamentale qui détermine la hauteur du son s'ajoute donc un savant dosage d'harmoniques, avec plus ou moins d'intensités, qui déterminent le timbre de l'instrument.

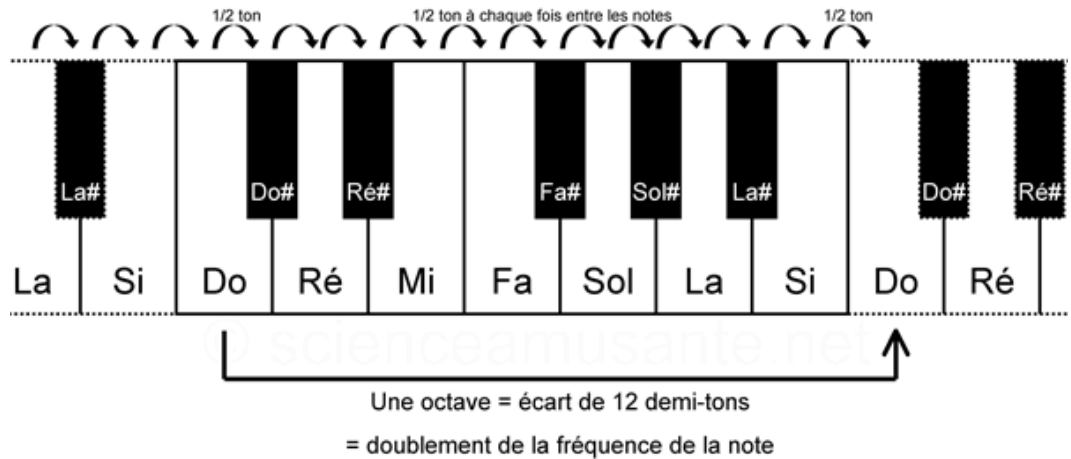
Fréquence et longueur d'onde de quelques notes		
	fréquence	longueur d'onde
la le plus grave du piano	27.5	12,36 m
la du diapason	440	0,773 m
la le plus aigu du piano	3520	0,0939 m

Questions

A. Caractéristiques d'un son musical

1. D'après le doc 2, les sons 1 et 2 sont-ils des sons simples ou complexes. Justifier
2. Ces deux sons ont-ils la même hauteur ? Les instruments jouant ces deux sons jouent-ils la même note ? Ces 2 instruments sont-ils identiques ? Justifier
3. Ouvrir l'application Flash_FFT.exe. Choisir un instrument quelconque, puis une note quelconque. Trouver la fréquence de la note choisie puis à partir du spectre sonore, la fréquence du fondamental et des 3 premières harmoniques, faire ensuite la synthèse harmonique. Que montrent ces mesures ?
4. Choisir un instrument quelconque puis une note quelconque. Trouver la fréquence du son puis relever la valeur du fondamental et des 10 premières harmoniques. Refaire la même chose avec un autre instrument et la même note. A part l'intensité, qu'y a-t-il de différent pour ces deux cas, timbre ou hauteur ? Argumenter.

B. Harmonies.



Une gamme musicale est déterminée par les écarts de fréquence entre les notes qui composent la gamme. Il existe un grand nombre de gammes, selon leur origine culturelle. La gamme utilisée dans la musique occidentale classique (et même moderne) est basée sur la gamme tempérée (inventée par Jean-Sébastien Bach). Dans cette gamme il y a 12 notes séparées chacune d'un demi-ton.

Comme cette relation doit être valable pour n'importe quelle note (c'est la contrainte imposée par Bach), on en déduit que **le rapport de fréquences de 2 notes successives doit être égal à $2^{1/12}$** .

Les rapports sont identiques entre n'importe quel couple de notes qui se suivent, d'où le nom de gamme tempérée ou tempérament égal pour cette gamme. C'est actuellement la fréquence du La de la 4e octave (noté La4) qui est fixée à 440 Hz comme référence.

Il existe des accords de 2 notes harmonieux : **l'octave dont le rapport de fréquence est 2, la tierce dont le rapport est 5/4, la quinte 3/2 et la quarte 4/3**

En musique, une **dissonance** (par opposition à consonance) désigne la discordance d'un ensemble de sons (dans un accord ou un intervalle) produisant une impression d'instabilité, de contrariété entre les notes.

1. **En utilisant Flash FFT et un tableau sur Excel**, relever pour un instrument quelconque les fréquences de toutes les notes (do ré mi fa sol la si do) ainsi que les fréquences des 10 premières harmoniques.
2. En rentrant une formule, vérifier que chaque note est séparée d'un ton ou d'un demi-ton. Imprimer votre tableau.
3. Trouver alors par le calcul, les fréquences des notes noires du clavier.
4. Trouver la note associée au do pour obtenir une octave, une tierce, une quarte et une quinte. Justifier les noms octave, tierce, quarte et quinte.
5. [L'animation suivante](#) propose un piano. Jouer un accord de note correspondant à une seconde (par exemple Do-Ré), puis une tierce (Do-Mi), puis une quarte, puis une quinte. Quel accord semble dissonant ? Quels accords semblent consonants ou harmonieux ?

6. On a enregistré à l'aide d'un microphone, différents accords de note. Identifier les graphiques correspondant à une seconde, une tierce, une quarte et une quinte. Retrouve-t-on les conclusions de la question 5 ? Justifier.

