

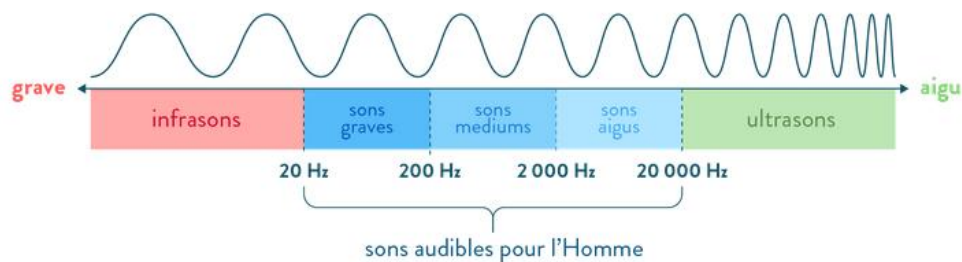
TP Sons purs, sons complexes, bruits

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

1. Hauteur d'un son

1. Hauteur et fréquence d'un son

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



2. Qu'est-ce qu'un son grave ? Un son aigu ?

La hauteur d'un son est associée à la fréquence de la vibration sonore.

2. Mesure de la hauteur d'une onde sonore

Matériel

Un diapason et un microphone relié à une carte d'acquisition pilotable à l'aide du logiciel Latispro.

Réglages préalables

Relier le micro entre la voie EA0 et la masse.

Ouvrir le logiciel Latispro.

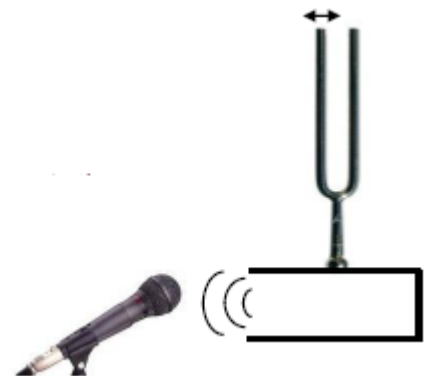
Dans « Paramètres », cliquer sur EA0 pour activer cette voie (le micro y est relié...).

Faire un clic droit sur EA0 :

- Choisir le calibre + 0,200 / -0,200 V (échelle verticale)

- Propriétés puis Affichage puis Style, choisir trait.

Dans « Acquisition », choisir 500 points de mesures et une durée totale d'acquisition de 10,0 ms.



Acquisition

Positionner le microphone proche du diapason, produire un son avec le diapason et appuyer immédiatement sur F10 pour faire une acquisition ou sur l'icône « lecture ».

Un clic droit dans la fenêtre 1 permet de faire un Calibrage afin d'adapter l'échelle au signal enregistré.

1. Quelle est l'allure du signal sonore ? Définir alors un son pur.
2. Avec l'outil réticule, déterminer la période T du signal sonore et en déduire sa fréquence f. (Pour plus de précision, mesurer plusieurs périodes).
3. Comparer avec la fréquence 440 Hz associée à cette note.

3. Spectre en fréquence d'un son pur

Dans Latispro, cliquer sur l'icône « traitements » puis « calculs spécifiques » puis « analyse de Fourier ». Le logiciel fait alors l'analyse de Fourier du signal étudié.

Le spectre d'un signal périodique est la représentation de l'amplitude des signaux sinusoïdaux constituant le signal en fonction de leur fréquence.

1. Quelle est l'allure du spectre d'un son pur ?
2. Avec l'outil « réticule », déterminer sur le spectre la fréquence du signal sonore associé au signal sonore du diapason.
3. Mesurer sur le spectre l'amplitude de la raie du spectre. Que représente l'amplitude de la raie spectrale ?

A chaque signal sinusoïdal est associée une raie spectrale d'amplitude et de fréquence correspondant au signal sinusoïdal.

4. Mesure de la hauteur d'un son complexe

En utilisant le même principe que précédemment, enregistrer le son émis par une flûte à bec jouant un Sol ou une note émise par un autre instrument de musique.

1. Le signal sonore est-il sinusoïdal ? Est-il périodique ? Justifier.
2. Déterminer la période T puis la fréquence f du signal sonore.
3. Réaliser le spectre de ce son complexe associé au signal. Quelle est l'allure du spectre d'un son complexe ?
4. A l'aide du « curseur données » relever les fréquences des trois premières harmoniques, notées f_2 , f_3 et f_5 .

5. Comparer la fréquence f_1 du fondamental avec la fréquence f du signal sonore. Conclure.

La hauteur d'un son est mesurée par la fréquence de son fondamental.

6. Quelle relation simple a-t-on entre la fréquence f_n de l'harmonique de rang n et la fréquence f_1 de l'harmonique de rang 1 ?

7. Comparer l'intervalle en fréquences entre deux harmoniques consécutifs sur le spectre et la fréquence f_1 .

8. Définir un son complexe.

2. Timbre d'un son

1. Timbre et instrument de musique

A l'aide du logiciel Audacity, écouter la note Do jouée par les instruments de musique : contrebasse, clarinette et violon.
La sensation sonore est elle la même ?

Le timbre permet de différencier deux notes de même hauteur jouées par des instruments différents.

2. Spectres sonores du Do3 joué au violon et à la clarinette

On a enregistré la note Do3 associée aux instruments : violon (Do3violon.WAV) et clarinette (Do3clarinette.WAV).
Réaliser le spectre du son complexe associé à chaque instrument.

1. Noter les valeurs des fréquences et amplitudes des 3 premiers harmoniques pour chaque instrument.

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

Exercice

On dispose de deux fichiers correspondant aux enregistrements de deux notes (NOTE1 & NOTE2).

1. Les deux notes jouées sont-elles identiques ? Justifier.

2. Quelles sont les différences entre les deux notes jouées ? Comment appelle-t-on cette différence ?

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 phase entre l'attaque du son et son extinction.

L'attaque et l'extinction constituent les transitoires du son.

Ouvrir le fichier Do2guitare.WAV et le fichier Do4flute.WAV à l'aide dans Audacity, observer les enveloppes de ces deux Do émis par des instruments différents.

1. Que peut-on dire de l'attaque et de l'extinction pour la note Do jouée par la flûte et la guitare ?

2. Vérifier vos observations en écoutant les notes jouées pour chaque instrument.

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

4. La gamme tempérée

Une gamme est une succession de notes dont les combinaisons produisent des effets sonores agréables. Jean Sébastien Bach (1685-1750) a élaboré la gamme dite tempérée qui est toujours utilisée de nos jours.

Deux notes dont le rapport de fréquences est 2, sont séparées par une octave.

Une octave comprend sept notes : do, ré, mi, fa, sol, la, si.

L'octave est divisée en douze intervalles égaux appelés demi-tons.

Le rapport de fréquences de deux demi-tons consécutifs est donc égal à : $2^{1/12}$.

Deux notes de musique successives sont séparées par un ton ou par un demi ton.

Note	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do
Rapport de fréquence	1	$2^{1/12}$	$2^{2/12}$	$2^{3/12}$	$2^{4/12}$	$2^{5/12}$	$2^{6/12}$	$2^{7/12}$	$2^{8/12}$	$2^{9/12}$	$2^{10/12}$	$2^{11/12}$	2

Clavier d'un piano associant la fréquence à la note correspondante :

La ₋₁	27,500	Si ₋₁	30,868	Do ₀	32,703	Ré ₀	36,708	Mi ₀	41,203	Fa ₀	43,654	Sol ₀	48,999	La ₀	55,000	Si ₀	61,735	Do ₁	65,406	Ré ₁	73,416	Mi ₁	82,407	Fa ₁	87,307	Sol ₁	97,999	La ₁	110,00	Si ₁	123,47	Do ₂	130,81	Ré ₂	146,83	Mi ₂	164,81	Fa ₂	174,61	Sol ₂	196,00	La ₂	220,00	Si ₂	246,94	Do ₃	261,63	Ré ₃	293,66	Mi ₃	329,63	Fa ₃	349,23	Sol ₃	392,00	La ₃	440,00	Si ₃	493,88	Do ₄	523,25	Ré ₄	587,33	Mi ₄	659,26	Fa ₄	698,45	Sol ₄	783,99	La ₄	880,00	Si ₄	987,77	Do ₅	1046,5	Ré ₅	1174,7	Mi ₅	1318,5	Fa ₅	1396,9	Sol ₅	1568,0	La ₅	1760,0	Si ₅	1975,5	Do ₆	2093,0	Ré ₆	2349,3	Mi ₆	2637,0	Fa ₆	2793,8	Sol ₆	3136,0	La ₆	3520,0	Si ₆	3951,1	Do ₇	4186,0
------------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	------------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------	-----------------	--------

Exemple

La fréquence du ré₃=293,66 Hz. Calculer celle du mi₃.

3. Les bruits

Un bruit est un signal aléatoire mais il peut posséder des caractéristiques, notamment sa densité spectrale de niveau d'intensité sonore. Elle permet de distinguer les différents types de bruit. Ceux-ci sont alors classés en « couleurs ».

1. Le bruit blanc

Par définition, un bruit blanc est une superposition d'ondes de même niveau d'intensité acoustique quelle que soit la fréquence.

1. À l'aide du logiciel « Audacity » l'ordinateur peut émettre un bruit blanc. Pour cela, cliquer sur l'onglet « Générer » puis « Bruit » puis « Blanc ». Choisir une amplitude de 1 et une durée de 1,0s.

2. Émettre le bruit blanc. À l'oreille, est-il plutôt grave ou plutôt aigu ?

3. À l'aide de la souris, sélectionner la totalité du signal puis dans l'onglet « Analyse » cliquer sur « Tracer le spectre ». Quelle est l'allure de ce spectre ? Le représenter sur le compte rendu.

4. L'allure obtenue est-elle en accord avec la définition de ce bruit ?

2. Le bruit rose

Par définition, un bruit rose est une superposition d'ondes acoustiques pour lesquelles le niveau d'intensité acoustique pour chaque bande d'octave de son spectre est constant.

De par leur définition, les bandes d'octave n'ont pas la même largeur. Il y a beaucoup plus de fréquences représentées dans les bandes d'octave aiguës que dans les graves. Ainsi pour obtenir le même niveau acoustique dans chaque bande, les fréquences graves doivent avoir un niveau acoustique plus important. C'est pourquoi le bruit rose est plus riche en basses fréquences que le bruit blanc.

1. Rappeler ce qu'est une bande d'octave.

2. À l'aide du logiciel « Audacity » l'ordinateur peut émettre un bruit rose. Pour cela, cliquer sur l'onglet « Générer » puis « Bruit » puis « rose ». Choisir une amplitude de 1 et une durée de 1,0s.

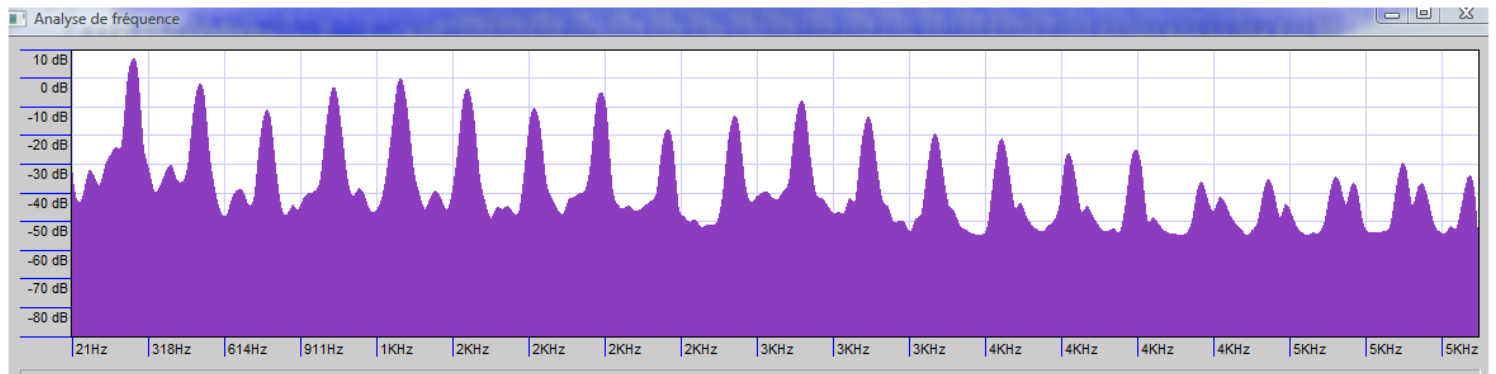
3. Émettre le bruit rose. À l'oreille, est-il plus grave ou plus aigu que le bruit blanc ?

4. À l'aide de la souris, sélectionner la totalité du signal puis dans l'onglet « Analyse » cliquer sur « Tracer le spectre ». Quelle est l'allure de ce spectre ? Le représenter sur le compte rendu.

5. L'allure obtenue est-elle en accord avec la définition de ce bruit ?

Annexe

Spectre pour le Do3 violon



Spectre pour le Do3 clarinette

