

Thème : OBSERVER, ondes et matière : caractéristiques des ondes

Contenus :

- Analyse spectrale. Hauteur et timbre.

Compétences :

- Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

Compétences réinvesties :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence d'une onde progressive sinusoïdale.

Objectifs :

Mettre en pratique une technique pour accorder une guitare à l'oreille et vérifier par analyse spectrale la validité de la méthode.

Au préalable, les fichiers musicaux obtenus par enregistrement de différentes notes d'instruments de musique permettront d'illustrer les notions de hauteur, timbre, analyse spectrale, fondamental et harmoniques.

Matériel :

- un ordinateur avec un logiciel d'acquisition et de traitement du signal (Latis)
- une centrale d'acquisition
- un boîtier de connexion
- un casque audio
- un micro
- Instruments de musique

Documents joints :

fichiers musicaux :

fichier 1	guitare (2e corde, 5e case) (note 1)
fichier 2	guitare (1ère corde à vide) (note 2)
fichier 3	guitare (1ère corde à vide) (note 3)
fichier 4	note 1 + note 2 en même temps
fichier 5	note 1 + note 3 en même temps
fichier 6	diapason
fichier 7	la3 de la guitare
fichier 8	la3 du piano
fichier 9	la3 du saxo
fichier 10	si3 de la guitare

fiche d'aide Latis (acquisition, mesure de période et fréquence, analyse spectrale)

Compétences travaillées :

- mettre en œuvre une démarche expérimentale : usage des TICE (traitement du signal)
- repérer des informations spécifiques (fréquence fondamentale, harmonique)
- calculer, convertir
- être critique sur ces mesures
- repérer les sources d'erreurs (aléatoires,...)
- communiquer par les outils adéquats un compte rendu des travaux réalisés

liens : accorder une guitare

<http://www.coursdeguitareenligne.com/cours-de-guitare-gratuit/debuter/comment-accorder-sa-guitare.html>

battement entre deux sons

<http://www.levirtuose.com/index.php?id=1292>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Battement>

analyse spectrale

<http://www.cyberphon.ish-lyon.cnrs.fr/Partie2/P2C4.htm>

Page web du TP sur le site du lycée Victor Hugo pour accéder directement aux fichiers musicaux

<http://www.lyceehugobesancon.org/lvh/spip.php?article1042>

Déroulement :

- Obtenir des fichiers musicaux

Utiliser ceux déjà réalisés ou faire enregistrer des notes jouées par des instruments apportés par les élèves (possibilité de mixer les deux). Un appareil photo, un téléphone portable ou un micro relié à l'ordinateur permettent d'enregistrer des sons.

2 - La situation déclenchante (par groupes de 4)

Le mieux est de disposer d'une guitare et de montrer comment l'accorder (à réaliser par un élève musicien de préférence).

Pour accorder une guitare, on utilise généralement une note de référence (le diapason par exemple).

On accorde la corde 5 à partir de cette référence.

Les autres cordes sont accordées successivement à partir de cette référence.

Par exemple, admettons que nous ayons accordé la corde 4 à partir de la corde 5 puis la corde 3 et enfin la corde 2. Pour accorder la corde 1 (mi), on gratte en même temps la corde 2 avec un doigt sur la 5e case et la corde 1 à vide. Les deux notes jouées doivent être identiques. On règle la tension de la corde 1 jusqu'à ce que le son produit par les deux cordes soit le même.

Lorsque la note jouée par la guitare est légèrement différente, on entend une modification régulière de l'intensité sonore (phénomène de battement). La tension de la corde doit être ajustée de façon à faire disparaître ce battement.

L'objectif est de mettre en pratique cette technique des battements à l'oreille et de vérifier par analyse spectrale la validité de la méthode. Pour ceci, on dispose de deux fichiers musicaux de la corde 1 jouée à vide. Il s'agit de déterminer lequel correspond à une note accordée.

Au préalable, les fichiers musicaux obtenus par enregistrement de différentes notes d'instruments de musique permettront d'illustrer les notions de hauteur, timbre, analyse spectrale, fondamental et harmoniques.

Les fichiers 2 et 3 sont les notes jouées par la corde 1 de la guitare (mi). L'élève les compare à l'écoute au fichier 1 (2e corde, 5e case). La note du fichier 2 est accordée mais pas celle du fichier 3.

Pour vérifier, on entend des battements en jouant les notes 1 et 3 en même temps (fichier 5). Ceux ci sont absents en jouant les notes 1 et 2 en même temps (fichier 4).

3 - Illustrer les notions d'analyse spectrale, de fondamentale et d'harmoniques

L'analyse spectrale du son émis par le diapason donne un seul pic à 440 Hz (fréquence du son émis par le diapason). Un signal sinusoïdal n'a pas d'harmoniques.

L'analyse spectrale du la3 de la guitare donne la même fréquence pour le fondamental (même hauteur de la note) mais la présence d'harmoniques (modifie le timbre).

L'analyse spectrale du si3 de la guitare indique une modification de la fréquence du fondamental (hauteur différente)

L'analyse spectrale du la3 du piano ou du saxo indique une modification des harmoniques (timbre différent) mais un même fondamental (même hauteur)

4 - Accorder la guitare à partir d'une analyse spectrale

Pour la corde mi de la guitare (1ère corde) :

Le signal du fichier 4 ne comporte pas de battement. Le spectre donne des pics à 330 Hz, 660 Hz, 989 Hz. La note du fichier 2 est juste (voir document 4).

Le signal du fichier 5 comporte des battements. le spectre donne des pics à 321Hz, 643 Hz, 964 Hz (1ère corde) et 330 Hz, 660 Hz, 989 Hz (2e corde). La note du fichier 3 n'est pas juste.

Le compte-rendu est informatisé. Les courbes et les spectres sont copiés depuis latis après chaque acquisition. Autre possibilité suivant le temps : les groupes réalisent une partie du compte-rendu. Ils rendront compte aux autres lors du bilan.

1 Situation déclenchante

Document 1 Comment accorder sa guitare à l'oreille ?

Étape 1 : trouver une note de référence

On peut se servir d'un simple diapason pour obtenir un La à 440 Hz permettant d'accorder la corde 5 de votre guitare (en comptant à partir de la plus fine). Pour ce faire, il suffit de frapper le diapason sur une surface dure et non fragile (surtout pas sur la guitare !), afin de faire résonner les deux tiges métalliques du diapason avant de pincer la corde 5 à vide (la).



Enfin, tournez la mécanique de la corde jusqu'à ce que la note que vous entendez et celle émise par le diapason soient accordées.

Étape 2 : Accorder les autres cordes de la guitare - méthode des battements entre cordes adjacentes

Grâce à la corde 5 (La) que vous avez correctement ajustée, nous pouvons accorder les cinq autres cordes en se basant sur celle-ci.

Pour accorder les autres cordes, nous allons utiliser le concept des battements.

Par exemple, admettons que nous ayons accordé la corde 4 à partir de la corde 5 puis la corde 3 et enfin la corde 2.

Pour accorder la corde 1 (Mi), on gratte en même temps la corde 2 avec un doigt sur la 5e case et la corde 1 à vide. Les deux notes jouées doivent être identiques. Réglez la tension de la corde 1 jusqu'à ce que le son produit par les deux cordes soit le même. Tant que l'accordage n'est pas identique, vous entendrez une légère « vague » dans le son (l'intensité varie au cours du temps). La tension de la corde doit être ajustée de façon à diminuer puis faire disparaître ce battement.

<http://www.coursdeguitareenligne.com/cours-de-guitare-gratuit/debuter/comment-accorder-sa-guitare.html>

L'objectif est de mettre en pratique cette technique des battements à l'oreille et de vérifier par analyse spectrale la validité de la méthode. Pour ceci, on dispose de deux fichiers musicaux de la corde 1 jouée à vide. Il s'agit de déterminer lequel correspond à une note accordée.

Les fichiers musicaux obtenus par enregistrement de différentes notes d'instruments de musique permettront d'illustrer les notions de hauteur, timbre, analyse spectrale, fondamental et harmoniques.

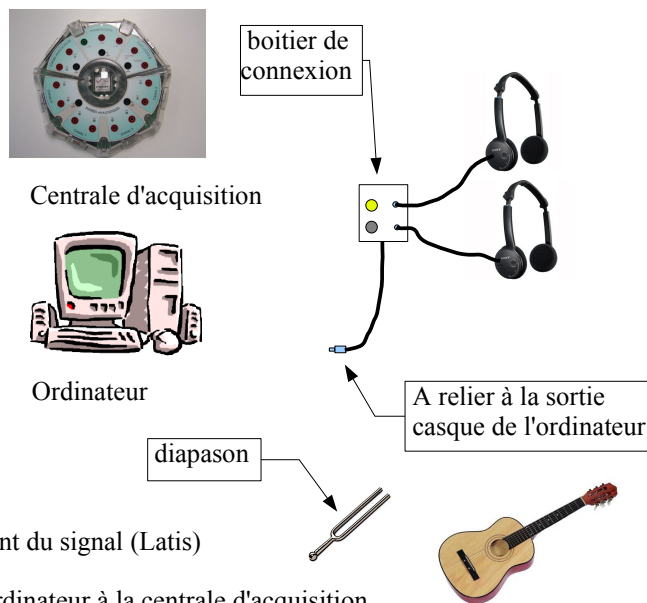
2 Matériel et fichiers musicaux

fichiers musicaux :

fichier 1	Mi guitare (2e corde, 5e case) (note 1) accordée
fichier 2	guitare (1ère corde à vide) (note 2)
fichier 3	guitare (1ère corde à vide) (note 3)
fichier 4	note 1 + note 2 en même temps
fichier 5	note 1 + note 3 en même temps
fichier 6	diapason
fichier 7	La3 de la guitare
fichier 8	La3 du piano
fichier 9	La3 du saxo
fichier 10	Si3 de la guitare

Matériel :

- un ordinateur avec un logiciel d'acquisition et de traitement du signal (Latis)
- une centrale d'acquisition
- un boîtier de connexion pour relier la sortie casque de l'ordinateur à la centrale d'acquisition
- un casque audio



3 Travail à effectuer

3.1 - Accorder la guitare à l'oreille :

Accorder la corde 1 à partir de la corde 2 préalablement accordée

On a enregistré deux fichiers (2 et 3) de la corde 1 jouée à vide. Une seule note est accordée. Laquelle ?

Commencer par écouter les fichiers musicaux 2 et 3 correspondant à la corde 1 à vide (Mi) de la guitare.

Indiquer celui qui vous semble accordé à la corde 2 avec un doigt sur la 5e case (fichier 1).

Écouter les fichiers musicaux 4 et 5. Modifier si nécessaire la réponse précédente en utilisant la méthode des battements.

3.2 - Illustrer les notions d'analyse spectrale, de fondamentale et d'harmoniques

Proposer une méthode pour acquérir un son à partir d'un fichier musical.

Appeler le professeur pour vérification

Commencer par créer une feuille d'OpenOffice qui sera utilisée pour le compte-rendu. Chaque courbe acquise et son spectre seront copiés puis collés dans OpenOffice (voir fiche d'aide) avant de réaliser l'acquisition suivante.

Acquérir le son émis par le diapason (fichier 6). Réaliser le montage et régler les paramètres d'acquisition (100000 pts ; durée totale : 500 ms ; déclenchement : EA0, 100 mV).

Appeler le professeur pour vérification

Déterminer sa période et sa fréquence.

Réaliser l'analyse spectrale de ce son. Décrire et justifier le spectre obtenu.

Acquérir le son émis par le La3 de la guitare (fichier 7). Déterminer sa période et sa fréquence.

Réaliser l'analyse spectrale de ce son. Identifier le fondamental et les harmoniques.

Faire de même pour le Si3 de la guitare (fichier 10) et le La3 du piano (fichier 8) ou le La3 du saxo (fichier 9)

3.3 - Illustrer les notions de hauteur et de timbre

A partir des enregistrements et des spectres obtenus, définir les caractéristiques de deux notes qui ont des hauteurs différentes et de deux notes identiques qui ont un timbre différent.

3.4 - Accorder la guitare à partir d'une analyse spectrale

Accorder la corde 1 à partir de la corde 2 préalablement accordée

Réaliser l'acquisition et l'analyse spectrale des fichiers 4 et 5. Interpréter les résultats et comparer à ceux obtenus à l'oreille.

4 Compte-rendu

Réaliser un compte-rendu informatisé comportant les différentes courbes réalisées.

Documents

document 2 Analyse spectrale :

En 1822, Joseph Fourier, mathématicien français, a montré que tout signal périodique de fréquence f_1 peut être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux.

Par exemple, un son musical de fréquence f_1 est décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux : le fondamental de fréquence f_1 et des harmoniques de fréquences égales à $f_n = n \times f_1$ (n étant un nombre entier).

Par exemple, le la2 a pour fondamental $f_1 = 220$ Hz et pour harmoniques $f_2 = 440$ Hz, $f_3 = 880$ Hz, $f_4 = 1320$ Hz.

Le spectre en fréquence d'un son est la représentation graphique de l'amplitude de ses composantes sinusoïdales en fonction de la fréquence.

<http://www.cyberphon.ish-lyon.cnrs.fr/Partie2/P2C4.htm>

document 3

Hauteur d'un son :

Deux notes différentes jouées par un même instrument ont des hauteurs différentes (l'une est plus grave, l'autre plus aiguë)

Timbre d'un son :

Deux sons de même hauteur émis par deux instruments différents ne sont pas perçus de la même manière. Ils ont un timbre différent.

Document 4 Notes des cordes d'une guitare :



Notes à vide

Corde 1 (la plus fine) : mi (329,6 Hz)

Corde 2 : si (246,9 Hz)

Corde 3 : sol (196 Hz)

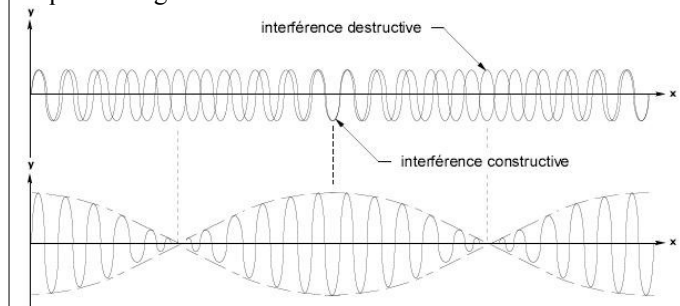
Corde 4 : ré (146,8 Hz)

Corde 5 : la (110 Hz)

Corde 6 : mi (82,4 Hz)

document 6 Les battements :

Les battements résultent de la combinaison d'ondes de fréquences légèrement différentes.



Si un son vibre à une fréquence de 436 Hz en même temps qu'un diapason de 440 Hz, alors la fréquence de battement (f_b) perçue sera égale à la différence entre les deux, soit 4 Hz.

<http://www.levirtuose.com/index.php?id=1292>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Battement>

Document 5 Accordage standard d'une guitare :

- (1) Accorder la corde 5 à vide avec le diapason,
- (2) puis la corde 4 (corde 4 à vide identique à corde 5, 5ième case)
- (3) puis la corde 3 (corde 3 à vide identique à corde 4, 5ième case)
- (4) puis la corde 2 (corde 3 à vide identique à corde 5, 4ième case)
- (5) puis la corde 1 (corde 1 à vide identique à corde 2, 5ième case)
- (6) puis la corde 6 (corde 5 à vide identique à corde 6, 5ième case)

