

TP B09 : Instrument à Percussion



Spécialité-Partie B2
Son et musique

Mot Clé : Instrument à percussion

Problème scientifique :

Un instrument à percussion est un instrument de musique dont l'émission résulte de la frappe ou du grattage d'une membrane ou d'un matériau résonant. Alors qu'une corde est un système vibrant à une dimension, les peaux tendues sur des toms de batterie, les lames de claviers et les cloches, sont des systèmes à deux dimensions. On désire mettre en évidence dans cette activité expérimentale que la hauteur du son n'est pas inversement proportionnelle à la longueur des lames comme l'est le son émis par une corde, mais au carré de sa longueur.



Fig.1 : Xylophone

Documents à disposition du candidats

Doc.1 : Description d'un xylophone

Le **xylophone** (des racines grecques *xylo* : bois et *phon* : son) est un instrument de musique à percussion, de la famille des idiophones (classe des lamellophones).

Le xylophone est constitué de lames de bois ou de métal de différentes longueurs extensibles qui sont frappées au moyen de mailloches terminées par une sphère parfois recouverte de caoutchouc ou de feutre. L'accordage des lames se fait différemment suivant les époques et les lieux surtout. La disposition des lames est, le plus fréquemment, semblable à celle du clavier de piano.

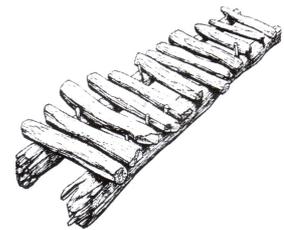


Fig.2 : Xylophone primitif d'Afrique

Source : wikipedia

Doc.2 Correspondance entre note anglo-saxones / françaises/allemandes

Enlish	Français	Deutch	Fréquences de la gamme naturelle (en Hertz)	Fréquences de la gamme tempérée/chromatique (en Hertz)
A	la	A	110/220/440/880	110/220/440/880
B	si	H	123,7/247,5/495/990	123,5/246,9/493,9/987,8
C	do (ut)	C	132/264/528/1056	130,8/261,6/523,3/1046,5
D	ré	D	148,5/297/594/1188	146,8/293,7/587,3/1174,7
E	mi	E	165/330/660/1320	164,8/329,6/659,3/1318,5
F	fa	F	176/352/704/1408	174,6/349,2/698,5/1396,9
G	sol	G	198/396/792/1584	196/392/784/1568

Dans la gamme tempérée, on passe d'un demi-ton au suivant en multipliant chaque fréquence par 1,059463095 (racine douzième de 2). Le système de notation anglosaxon (A,B,C,D...) est d'origine grecque (Pythagore). Le système de notation des latins (Do, Ré, Mi...) a été inventé par le moine Guido d'Arezzo qui vécut en l'an 1000. Il est basé sur les syllabes initiales de l'acrostiche baptisé "hymne à saint Jean-Baptiste" : "**U**t queant laxis / **R**esonare fibris / **M**ira gestorum / **F**amuli tuorum / **S**olve polluti / **L**abii reatum / **S**ancte **I**hannes". Le **SI** (qui n'est rien d'autre qu'un **LA** dièse) fut ajouté par Anselme de Flandres à la fin du XV^e siècle et le **UT**, jugé trop difficile à prononcer, transformé en **DO** par Bononcini en 1673.

C'est également Guido d'Arezzo qui est à l'origine du système moderne d'écriture des portées et du mot "gamme".

Jean-Sébastien Bach est souvent cité en tant qu'inventeur de la gamme tempérée (également appelée "chromatique" parce qu'elle inclut les demi-tons). Il semble cependant que cette attribution de la gamme tempérée à J-S Bach soit erronée. Quoi qu'il en soit, cette gamme n'est réellement utilisée que depuis le 18^e siècle. La gamme tempérée est celle que nous utilisons aujourd'hui dans le monde occidental.

Les fréquences données ci-dessus sont communément admises depuis le seizième siècle. Elles ont beaucoup varié auparavant.

Source : <http://www.freesoundeditor.com/Notes.html>

Doc. 3 lame posée à ses deux extrémités

« L'exemple type de lame posée aux deux extrémités est fourni par le xylophone. Dans le modèle simplifié où l'on suppose que la lame est posée exactement aux extrémités (ce qui n'est pas très réaliste, mais passons), ...les solutions harmoniques ou modes propres sont ainsi de la forme [...]



$$f_n = n^2 \frac{g c_L}{L^2} = n^2 \frac{K}{L^2}$$

où g est le rayon de giration qui est une constante qui dépend de la forme de la section de la lame, et c_L la vitesse de propagation des ondes longitudinales dans la lame

Remarques :

- On constate que comme pour les cordes, les modes propres sont stationnaires et ont la même forme.
- Par contre, les fréquences propres f_n ou harmoniques suivent une progression quadratique $1, 4, 9, 16, \dots, n^2, \dots$ qui s'oppose à la progression arithmétique des fréquences propres de la corde de la forme $f_n = n f_0$.
- Remarque similaire concernant la longueur : les fréquences propres sont maintenant inversement proportionnelles au carré de la longueur. »

Extrait du Module d'Ouverture de 2de année de l'INSA de Toulouse, « Sons et musiques » par Philippe Guillaume
<http://www-gmm.insa-toulouse.fr/~guillaum/sons-musique.pdf>

Matériel à disposition

Matériel :

- Xylophone à 12 lames + mètre ;

Logiciels :

- Application IAnalyzerLite sur Ipad ou Application Sound Spectrum Analyzer sur Android ;
- Tableur.

Travail à réaliser :

1. Analyse du problème et formulation d'un protocole expérimental (durée conseillée : 20 min maximum)

A partir de la liste de matériel à disposition, proposer un protocole expérimental détaillé permettant de vérifier l'influence de la longueur de la lamelle sur la hauteur du son émis. Ce protocole devra comprendre le tracé d'un graphique avec une modélisation effectuée à l'aide d'un tableur grapheur. On ne s'intéressera qu'à une octave en sélectionnant les sons les plus graves.

Appeler le professeur pour valider le protocole (appel 1)

2. Réalisation du protocole expérimental proposé (durée conseillée : 20 min)

Mettre en œuvre le protocole.

Appeler le professeur pour vérifier le montage et l'une des mesures. protocole (appel 1)

3. Communication sur le travail réalisé et sur les résultats obtenus (10 min minimum) :

- a) Conclure sur le fait que vous avez ou non vérifié la relation qui existe entre la longueur de la lamelle et la hauteur de la note qu'elle émet.
- b) Commenter l'écart de hauteur entre les notes prévues et la réalité.
- c) Relever sur l'une des acquisitions, les harmoniques présentes dans le son émis par l'une des lames. Est-ce cohérent avec la théorie ?