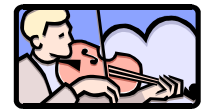


TPB08 : Acoustique musicale, gammes, harmonie



Spécialité-Partie B1
Instrument de
musique

Mots clés : Harmonies et gammes tempérées.

Introduction et problématique

Une gamme est une succession de notes dont les fréquences sont reliées les unes aux autres de manière bien définie. La gamme de Pythagore a été utilisée de l'Antiquité au Moyen Âge et a servi de base pour la construction d'autres gammes, comme la gamme tempérée actuelle. La construction d'une gamme est intimement liée aux phrases musicales et à l'harmonie, c'est-à-dire aux accords, que ses notes permettent de produire.

Contexte et problématique :

En musique, la **gamme tempérée** ou **gamme au tempérament égal**, aussi appelée **tempérament égal**, est un système d'accord qui divise l'octave (rapport 2 en douze intervalles chromatiques égaux). Il existe plusieurs manières de définir les fréquences des notes d'une gamme. Dans la **gamme tempérée**, le rapport entre une note et la note suivante (appelé demi-ton) a une valeur constante valant $2^{1/12}$. Ainsi la gamme tempérée est une suite géométrique de raison $a = 2^{1/12}$. On se propose de vérifier cette affirmation.



Fig.1 Jean Sébastien Bach, l'un des promoteurs de la gamme tempérée

Documents à disposition

Doc.1 Vocabulaire

L'**intervalle** entre deux sons est le quotient de la fréquence du son le plus aigu par celle du son le plus grave. Les intervalles d'**octave** (de valeur 2) et de **quinte** (de valeur 3/2) sont, dans la musique occidentale, considérés comme **consonants**, c'est-à-dire harmonieux à l'oreille.

Une **gamme** est une succession de notes de musiques comprises dans l'intervalle d'une octave.

Les douze notes de la **gamme chromatique** sont do, do#, ré, ré#, mi, fa, fa#, sol, sol#, la, la#, et si.

Les notes non altérées sont do, ré, mi, fa, sol, la, si (doc.2).

La **gamme de Pythagore**, elle, utilise les intervalles de quinte et d'octave pour construire les notes.

Doc.2 Correspondance entre hauteur de la note et numéro de cette note dans la gamme tempérée

Note	do	do#	ré	ré#	mi	fa	fa#	sol	sol#	la	la#	si	do
Degré n dans la gamme	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intervalle avec le do dans la gamme tempérée	1	$2^{1/12}$	$2^{2/12}$	$2^{3/12}$	$2^{4/12}$	$2^{5/12}$	$2^{6/12}$	$2^{7/12}$	$2^{8/12}$	$2^{9/12}$	$2^{10/12}$	$2^{11/12}$	$2^{12/12}$

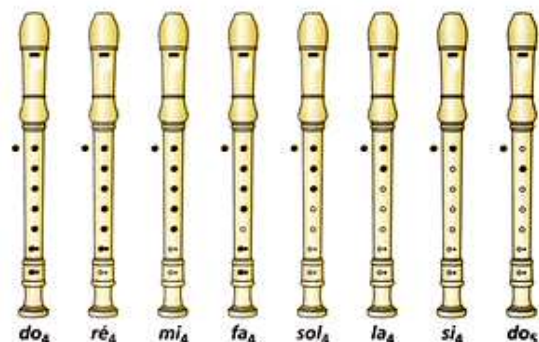
Doc.3 : Utiliser la fonction logarithme pour vérifier une dépendance en puissance

La vérification d'une dépendance entre x et y de la forme $y = ka^x$ peut se faire en traçant $\log(y)$ en fonction de x.

La fonction logarithme vérifie les propriétés suivantes :

- $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$
- $\log(a^b) = b \log(a)$
- $10^{\log(a)} = a$, quels que soient a et b strictement positifs.

Doc.4 : Doigtés de quelques notes jouées à la flûte



MATERIEL A DISPOSITION

- Flûte de Pan ;
- iPad avec application iAnalyzerLite (free) ou Android avec Sound Spectrum Analyzer ;
- Tableur : Excel ou Open Office.

Travail à réaliser

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

- Trouver une relation linéaire entre la hauteur f_n d'une des notes de la gamme tempérée et le numéro n de cette note dans cette gamme. Aide : pour une suite géométrique de raison a, $u_n = u_0 \cdot a^n$

- Proposer alors un protocole expérimental détaillé permettant de vérifier cette relation. Ce protocole devra inclure le tracé d'un graphique et sa modélisation et on s'intéressera uniquement à la 4^{ème} octave.

Appeler le professeur pour valider votre protocole.

2) Réalisation du protocole proposer (durée conseillée : 20 min)

Mettre en œuvre votre protocole.

Appeler le professeur pour vérifier l'une des mesures.

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

- La relation recherchée est-elle vérifiée ?
- Comparer la valeur « a » expérimentale de la raison de la suite géométrique et la valeur théorique attendue.

4) Prolongement :

- a) Comparer les fréquences des harmoniques du do grave à celles du do aigu. Proposer un lien entre ces fréquences et le caractère consonant de l'intervalle d'octave.
- b) En procédant de même, expliquer la consonance de l'intervalle de quinte [do-sol].
- c) Expliquer la dissonance de l'intervalle sol-la.
- d) Les intervalles de quinte [do-sol], de quarte [do-fa] et de tierce pure [do-mi] ont pour valeurs respectives $3/2$, $4/3$ et $5/4$. Montrer que ces intervalles se retrouvent approximativement dans la gamme tempérée.