Lycée Joliot Curie à 7	*PHYSIQUE – Thème 3*	Classe de 1ère Enseignement φχ
Fiche exercices COURS n°2 « Je cherche les notes qui s'aiment … »		

Exercice 1 : GAMME TEMPÉRÉE ET GAMME DE PYTHAGORE

Il y a eu dans l'histoire de nombreuses constructions de gammes pour ordonner les notes à l'intérieur d'une octave. Cet exercice étudie deux types de gammes à douze notes : la gamme tempérée et la gamme de Pythagore.
L'octave peut être divisée en douze intervalles en formant douze notes de base (Do, Do$^{\#}$, Ré, Mi^{b}, Mi, Fa, Fa$^{\#}$, Sol, Sol$^{\#}$, La, Si^{b}, Si). La gamme fréquemment utilisée de nos jours est la gamme tempérée**,** dans laquelle le rapport de fréquences entre deux notes consécutives est constant.

1- Préciser la valeur du rapport des fréquences de deux notes séparées d'une octave.

2- Expliquer pourquoi la valeur exacte du rapport des fréquences entre deux notes consécutives de la gamme tempérée est $\sqrt[12]{2}$.

3- La fréquence du La$_3$ est égale à 440 Hz. Calculer la valeur, arrondie au dixième, de la fréquence de la note suivante (Si$_3$) dans la gamme tempérée.

4- Jusqu'au XVII^{e} siècle, la gamme la plus utilisée était la gamme de Pythagore, obtenue à partir des quintes successives d'une note initiale. Le tableau ci-dessous donne les fréquences des différentes notes de la gamme de Pythagore en partant de 440 Hz.

Note	Mi$_3$	Fa$_3$	Fa$_3^{\#}$	Sol$_3$	Sol$_3^{\#}$	La$_3$	Si$_3^{b}$	Si$_3$	Do$_4$	Do$_4^{\#}$	Ré$_4$	Ré$_4^{\#}$
Fréquence (Hz)	330	352,4	371,3	396,4	417,7	440	469,9	495	528,6	556,9	594,7	626,5

4-a- Calculer le rapport des fréquences des notes Si$_3$ et Mi$_3$ et donner le nom d'un tel intervalle.

4-b- On considère la fonction Python `freq_suivante` ci-dessous qui permet de construire la gamme de Pythagore :

```
def freq_suivante(f) :
    f = 3/2*f
    if f >= 660 :
        f = f/2
    return(f)
```

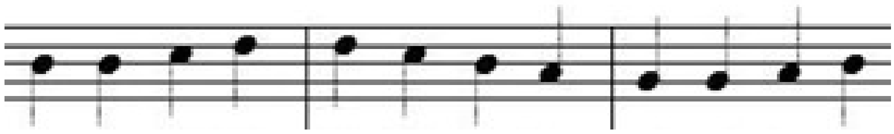
Donner les nombres renvoyés après l'exécution de freq_suivante(330) et de freq_suivante(440) et préciser les notes correspondantes.

Exercice 2 : BEETHOVEN ET LA MUSIQUE

Beethoven est un compositeur allemand qui a composé la neuvième symphonie en 1823. L'hymne européen, un arrangement de l'Ode à la joie, est le dernier mouvement de cette symphonie.

Document 1 : la neuvième symphonie

Figure 1a : Extrait de la partition de la neuvième symphonie et fréquences des notes jouées

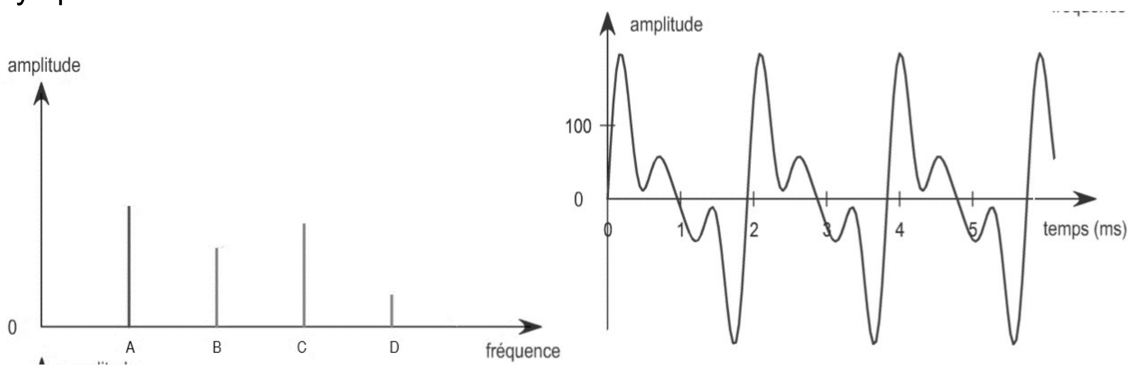


Notes jouées : si3 si3 do4 ré4 ré4 do4 si3 la3 sol3 sol3 la3 si3

Fréquences : 494 523 587 440 392

Source : http://www.nelpallone.net/partition-piano-ode-à-la-joie-beethoven.html

Figure 1b : spectre et signal du son d'une note jouée au piano pendant la 9^{e} symphonie



Source : http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/general/synthese.html

1- On s'intéresse à une note jouée au piano, dont le spectre et le signal sont donnés en figure 1b.
1-a- Ce son est-il pur ou composé ? Justifier.
1-b- Montrer que la note jouée correspond au do4.

2- Le spectre de la figure 1b présente quatre pics notés A, B, C et D.
2-a- Quelle est la valeur de la fréquence associée au pic A ? Justifier.

2-b- Quelle est la valeur de la fréquence associée au pic C ? Justifier.

3- L'extrait de la neuvième symphonie (figure 1a) est joué sur les octaves 3 et 4. Ainsi, la note do4 indique que la note jouée est le do de la quatrième octave.

La succession des notes des octaves 3 et 4 de la gamme à tempérament égal (également appelée gamme tempérée) est donnée dans un tableau dans le document réponse de l'annexe.
Deux notes successives sont séparées d'un demi-ton, ce qui correspond à un intervalle de fréquence de racine douzième de 2, notée $\sqrt[12]{2}$ ou $2^{1/12}$.
Compléter le tableau en calculant les fréquences manquantes arrondies à l'unité dans **l'annexe** à rendre avec la copie.

4- Une grande partie de la neuvième symphonie est chantée. Un baryton ne peut chanter que des notes dont les fréquences sont comprises entre 130 Hz et 400 Hz.
On souhaite transposer l'extrait de la partition (document 1, figure 1a) afin que ce baryton puisse la chanter.
On rappelle que la transposition musicale consiste à décaler les fréquences de toutes les notes vers l'aigu ou le grave en les multipliant ou les divisant par un nombre fixé de demi-tons.

4-a- Justifier que le baryton ne peut pas chanter la note la plus aiguë de la partition donnée.

4-b- L'algorithme ci-contre permet de déterminer le nombre N de demi-tons ($2^{1/12}$) de l'intervalle minimal pour réaliser cette transposition.
En arrondissant les valeurs des fréquences F à l'unité, compléter le tableau du **document réponse à rendre avec la copie** en écrivant les valeurs des différentes variables au fur et à mesure de l'algorithme.

4-c- Conclure en donnant le nombre de demi-tons correspondant à cette transposition.

Algorithme :
$F \leftarrow 587$ $N \leftarrow 0$ Tant que $F > 400$ faire : $\quad F \leftarrow \dfrac{F}{2^{1/12}}$ $\quad N \leftarrow N + 1$ Fin Tant que

Annexe à rendre avec la copie

Exercice 1

Question **3-**
Tableau à compléter :

Note	ré3	ré3#	mi3	fa3	fa3#	sol3	sol3#	la3	la3#	si3	do4	do4#	ré4
Fréquence (en Hz)	294	311				392	415	440	466	494	523	554	587

Question **4-b**
Tableau à compléter :

F	587									
N	0									
Condition $F > 400$	VRAI									