Bac S 2013 Amérique du nord EXERCICE III. CONCERT EN SOUS-SOL (5 points) Spécialité

Trois jeunes musiciens amateurs (un guitariste, un pianiste et un flûtiste) projettent de donner un concert devant leurs amis dans le sous-sol d'une maison. Lors d'une répétition dans ce lieu, ils s'interrogent sur les améliorations à apporter pour éviter une réverbération trop importante.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Les documents utiles sont regroupés à la fin de l'exercice.

1. Accord des instruments.

Avant le concert, les musiciens doivent « accorder » leurs instruments. Pour cela, ils utilisent un diapason qui émet la note « La3 ». Chacun joue cette note sur son instrument, la compare à celle émise par le diapason et procède aux réglages permettant d'obtenir une note de même hauteur.

En utilisant les enregistrements des différents sons produits et leurs spectres, répondre aux questions suivantes :

1.1. Quelle est la fréquence f de vibration du son émis par le diapason ?
1.2. Les trois musiciens jouent-ils une note de même hauteur ? Justifier.

2. La pièce du sous-sol est-elle une bonne salle de concert ?

Le concert a lieu dans une salle au sous-sol d'une maison. La salle a une forme parallélépipédique, de longueur L = 10,0 m, de largeur l = 5,0 m et de hauteur h = 3,0 m.

Cette salle, vide et sans vitrage, possède une porte en bois de surface S_{bois} = 3,0 m².
Le sol, les murs et les plafonds sont en béton d'une surface totale : $S_{béton}$ = 187 m².

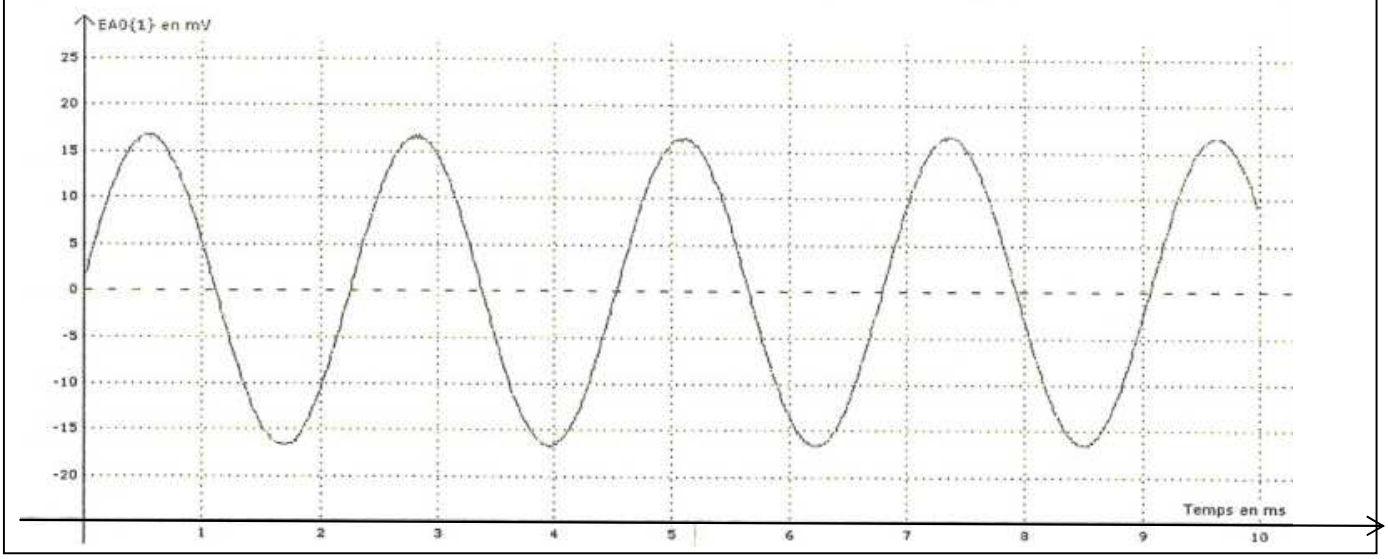
2.1. Quels sont les phénomènes physiques qui interviennent au cours de la propagation du son dans une salle ? En citer au moins trois.
2.2. Quelle est l'unité du coefficient de valeur 0,16 dans la formule de Sabine (**document 7)** ?
2.3. En l'absence de spectateurs, la pièce du sous-sol est-elle une bonne salle de concert ? Justifier.
2.4. On souhaite obtenir une durée de réverbération égale à 2,0 s. Pour cela, on dispose sur les murs des panneaux absorbants verticaux de coefficient d'absorption acoustique $\alpha_{panneau}$ = 0,50.
Quelle surface de panneau faut-il utiliser pour satisfaire la nouvelle durée de réverbération T_R ?

DOCUMENTS DE L'EXERCICE III

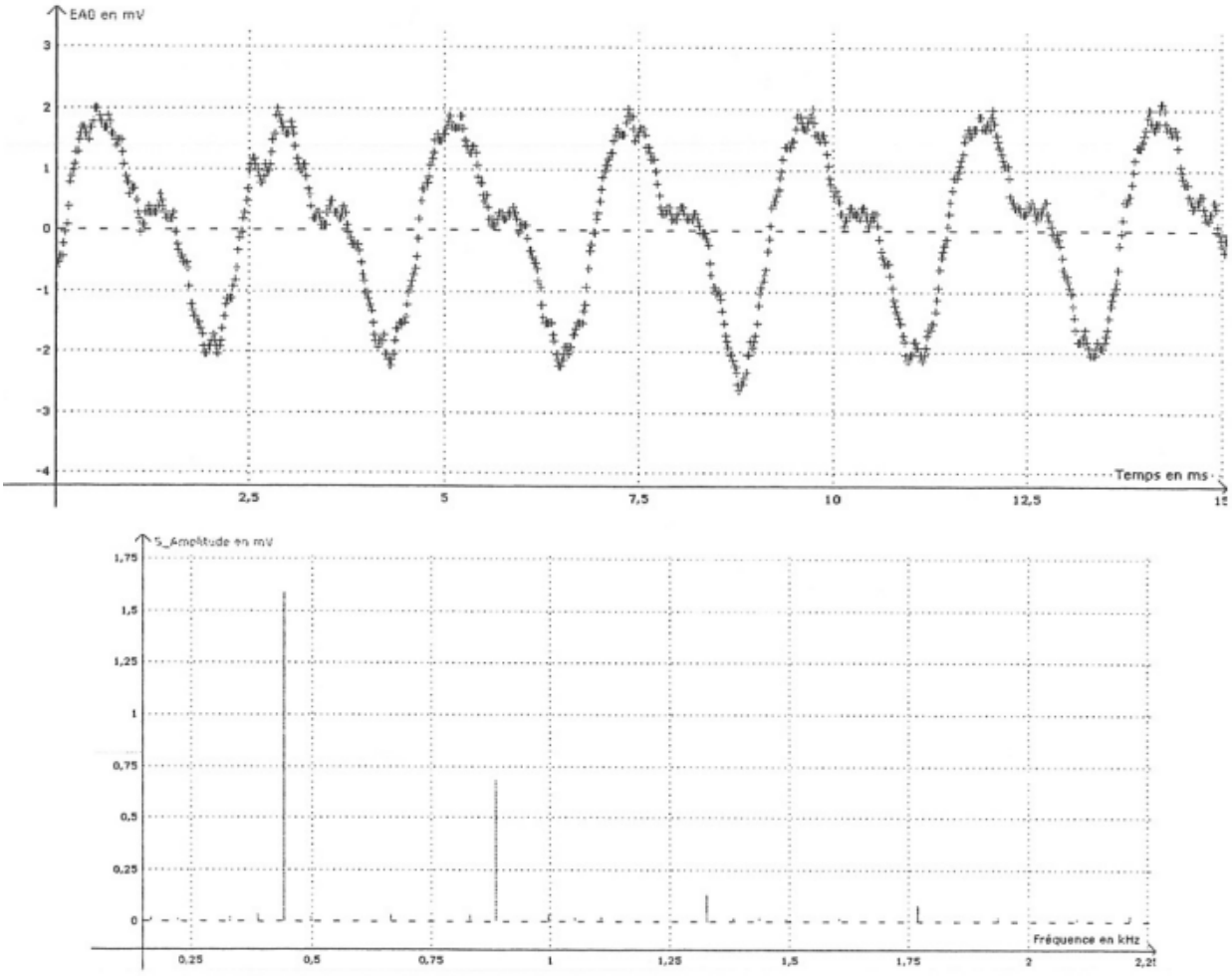
Document 1 : correspondance entre la hauteur et la fréquence associée de quelques notes de la gamme tempérée :

Note	la_1	la_2	la_3	si_3	do_4	$ré_4$	mi_4	fa_4	sol_4	la_4
Fréquence (Hz)	110	220	f	494	523	587	659	698	783	880

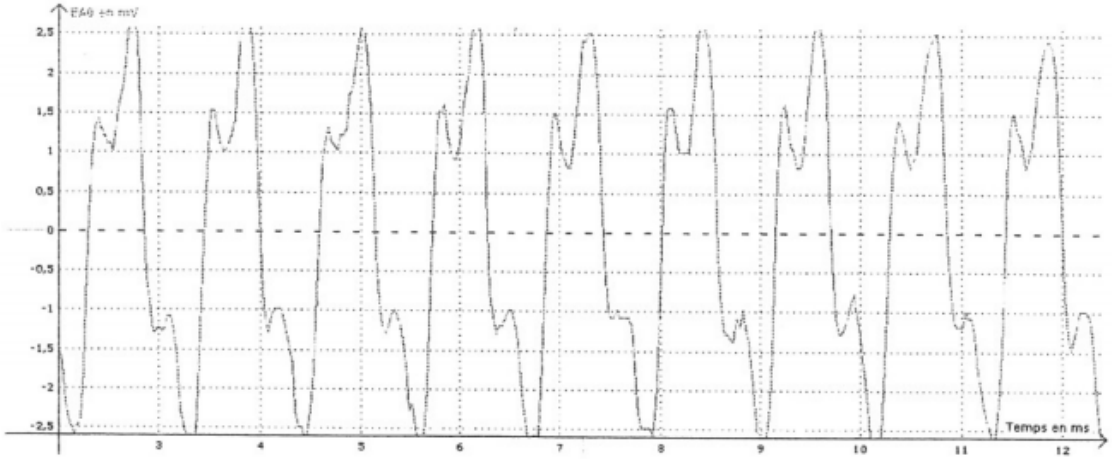
Document 2 : Enregistrement de la note « La3 » émise par le diapason.

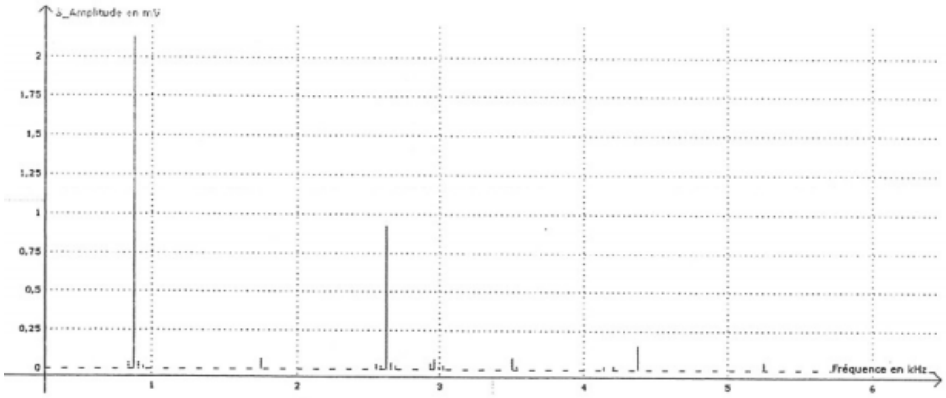


Document 3 : Enregistrement et spectre du son émis par le piano.

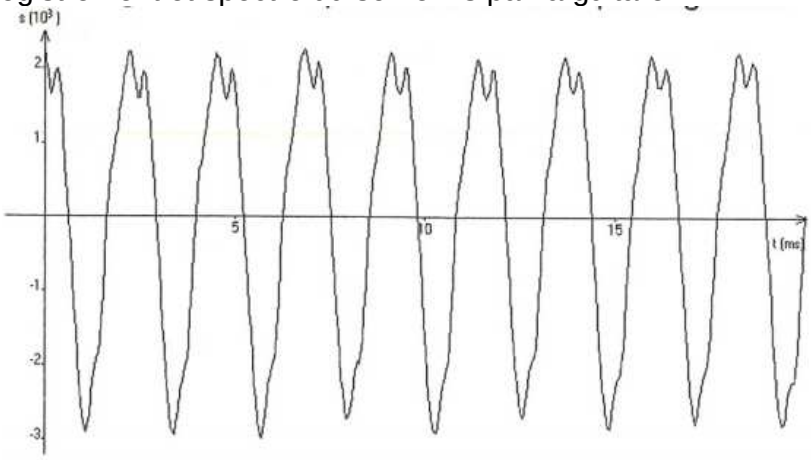


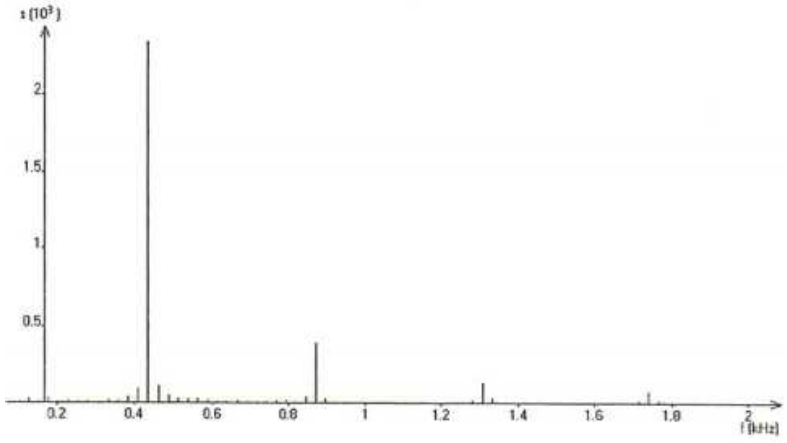
Document 4 : Enregistrement et spectre du son émis par la flûte





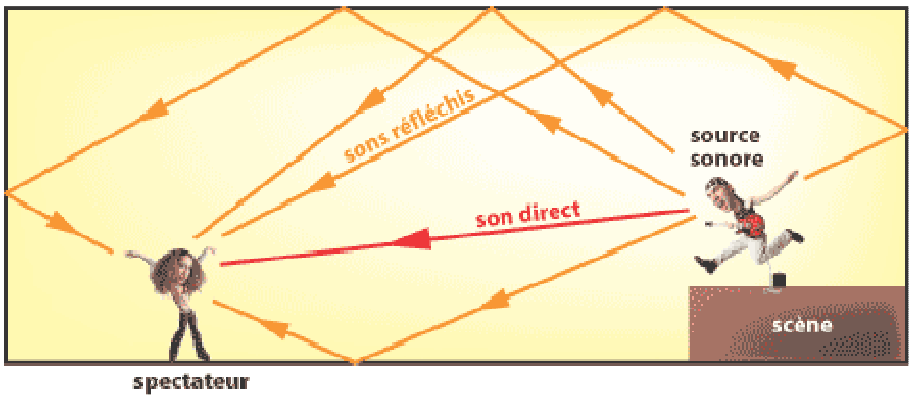
Document 5 : Enregistrement et spectre du son émis par la guitare





Document 6 : Réverbération d'une salle.

La réverbération est le phénomène qui prolonge l'énergie sonore après un arrêt net de la source sonore. Une onde sonore émise dans une salle se propage dans toutes les directions à la vitesse de 340 m/s. Très rapidement elle rencontre le plafond, le sol ; et les murs. Selon la nature de ces parois, une fraction de l'énergie acoustique est absorbée et le reste est réfléchi.



En règle générale, l'absorption est plus faible pour les sons graves.
La réverbération n'est pas toujours souhaitée pour un orateur, sauf effets spéciaux.
Elle doit être courte pour une bonne compréhension du texte ; au maximum 0,8 seconde. Au-delà, les syllabes se chevauchent et l'intelligibilité diminue.
L'absence de réverbération provoque un rendu sec et dur sur la musique ; on recherche toujours une prolongation du son. Une bonne salle de musique présente une réverbération de 1,0 à 2,5 secondes. L'orgue nécessite une réverbération plus longue : c'est le cas des églises.

D'après http://www.sonorisation-spectacle.org/reverberation.html

Document 7 : Durée de réverbération

La durée de réverbération T_R est le temps mis par un son pour décroître de 60 dB après la coupure de la source sonore.

Cette durée T_R se calcule à l'aide de la loi de Sabine : $T_R = \dfrac{0{,}16 \times V}{A}$

avec V : volume de la salle (en m^3)
A : l'aire de la surface absorbante équivalente de la salle (en m^2)
T_R :durée de réverbération (en s)

On définit la surface équivalente A par : $A = \sum_i (\alpha \times S_i)$ où α_i représente le coefficient d'absorption du matériau de surface S_i. Il dépend de la nature du matériau et de la fréquence du son.

Coefficients d'absorption acoustique moyens, α_M, de différents matériaux à une fréquence de 500 Hz.

Matériau	Plâtre	Carrelage	Béton	Bois	Verres	Dalles acoustiques
α_M (pas d'unité)	0,030	0,020	0,010	0,15	0,18	0,75

D'après http://www.acouphile.fr/materiaux.html