

**TS4 - Physique-Chimie - Spécialité**  
**Devoir n°7 - Durée : 1h**  
**Jeudi 23 avril 2015**

**CONCERT EN SOUS-SOL (CALCULATRICE AUTORISÉE)**

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 et 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  $La_3$ . 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 leur spectre, répondre aux questions suivantes **de façon argumentée**.

**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 ?

**2. LA PIÈCE EN 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  $\ell = 5,0$  m et de hauteur  $h = 3,0$  m. Cette salle, vide et sans vitrage, possède une porte en bois de surface  $S_{\text{bois}} = 3,0$  m<sup>2</sup>. Le reste des murs, le sol et les plafonds sont en béton.

**2.1.** Citer au moins quatre phénomènes physiques qui interviennent au cours de la propagation d'un son dans une salle et définir clairement chacun de ces phénomènes.

**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 en sous-sol est-elle une bonne salle de concert ? Justifier soigneusement.

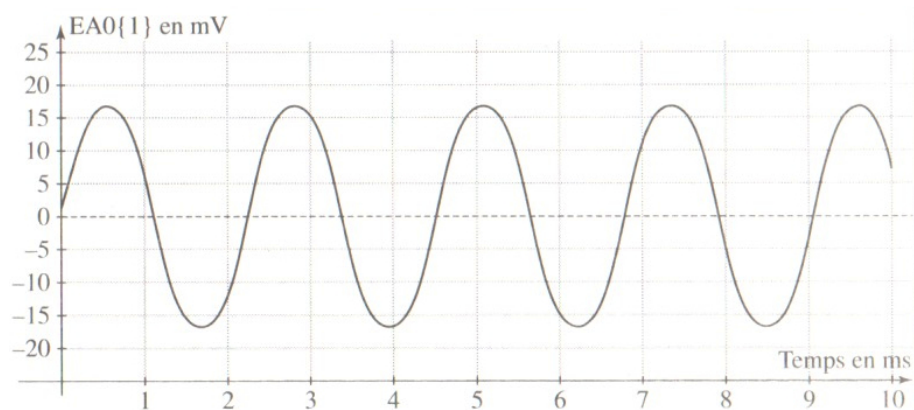
On souhaite obtenir une durée de réverbération égale à 2,0 s. Pour cela, on dispose sur les murs des panneaux absorbants verticaux de coefficient d'absorption acoustique  $\alpha_{\text{panneaux}} = 0,50$ .

**2.4.** Quelle surface de panneau faut-il utiliser pour satisfaire la nouvelle durée de réverbération  $T_R$  ?

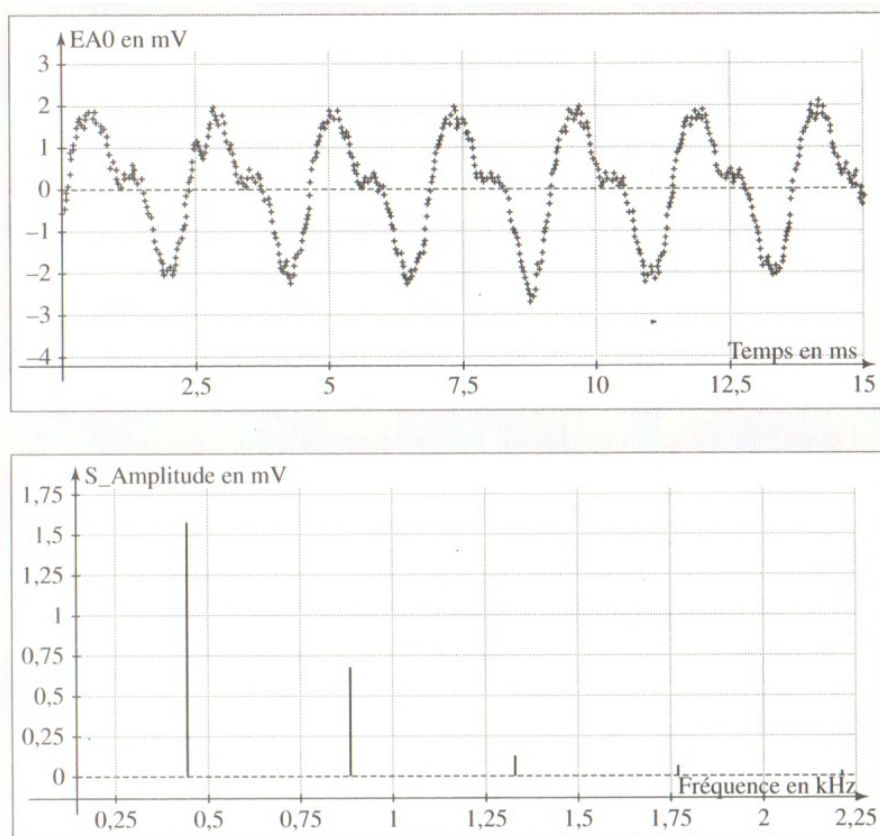
**DOCUMENT 1 : HAUTEUR ET FRÉQUENCE ASSOCIÉE DE QUELQUES NOTES DE LA GAMME**

| 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    |

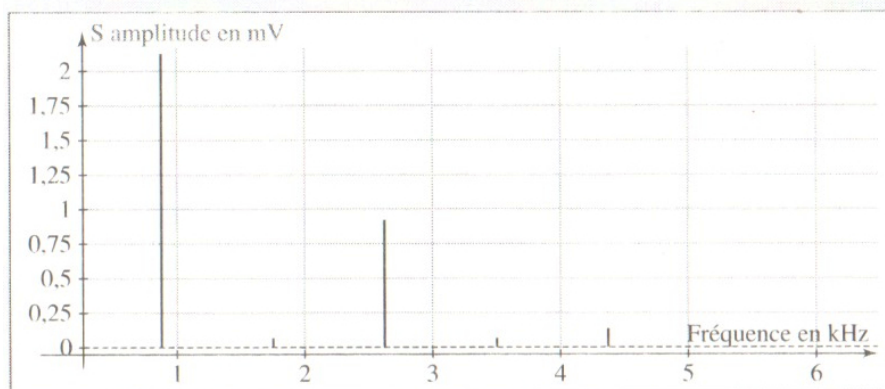
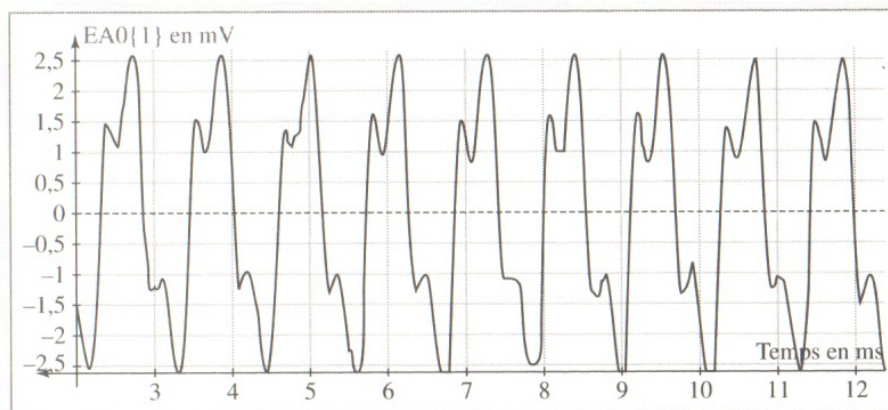
**DOCUMENT 2 : ENREGISTREMENT DE LA NOTE  $la_3$  ÉMISE PAR LE DIAPASON**



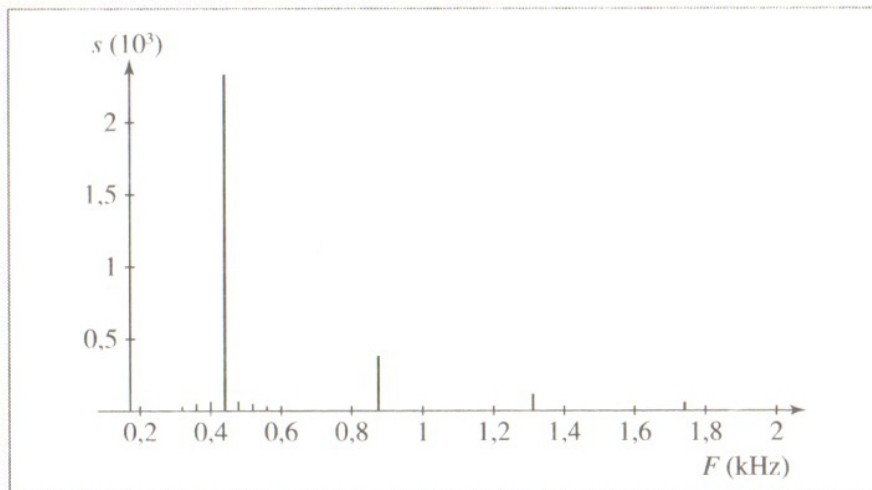
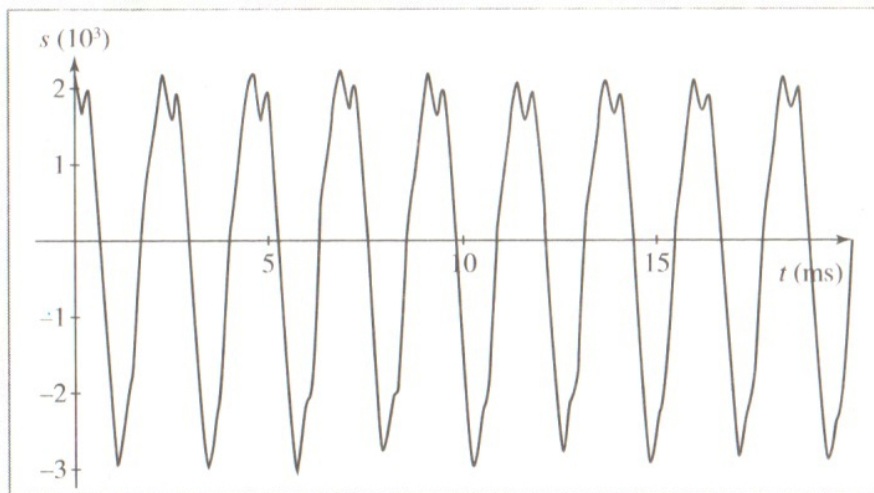
**DOCUMENT 3 : ENREGISTREMENT ET SPECTRE DU SON ÉMIS PAR LE PIANO**



**DOCUMENT 4 : ENREGISTREMENT ET SPECTRE DU SON ÉMIS PAR LA FLÛTE**

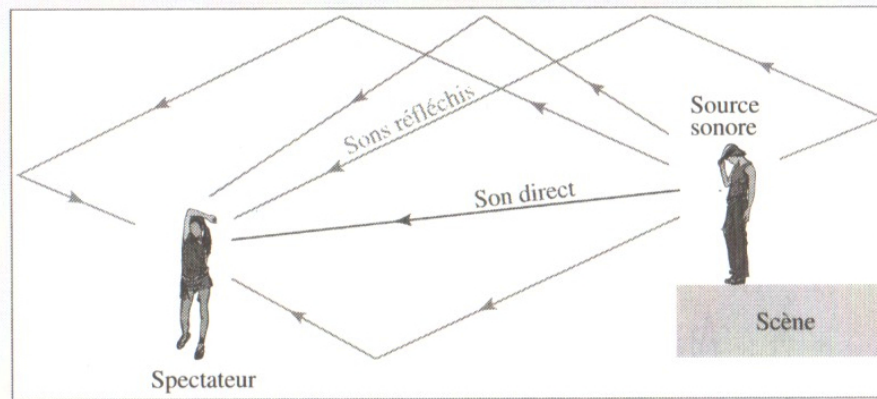


**DOCUMENT 5 : ENREGISTREMENT ET SPECTRE DU SON ÉMIS PAR LA GUITARE**



## 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  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . 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 s. Au-delà, les syllabes se chevauchent et l'intelligibilité diminue.

L'absence de réverbération provoque un rendu sec et dur pour la musique ; on recherche toujours une prolongation du son. Une bonne salle de musique présente une réverbération de 1,0 s à 2,0 s. L'orgue nécessite une réverbération plus longue : c'est le cas dans les églises.

## 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. Cette durée  $T_R$  se calcule à l'aide la loi de Sabine :  $T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$  où  $V$  est le volume de la salle en  $\text{m}^3$ ,  $A$  l'aire de la surface absorbante équivalente de la salle en  $\text{m}^2$  et  $T_R$  la durée de réverbération en s.

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

**Coefficients d'absorption acoustique moyens,  $\alpha_M$ ,  
de différents matériaux à une fréquence de 500 Hz**

| Matériau   | Plâtre | Carrelage | Béton | Bois | Verres | Dalles acoustiques |
|------------|--------|-----------|-------|------|--------|--------------------|
| $\alpha_M$ | 0,030  | 0,020     | 0,010 | 0,15 | 0,18   | 0,75               |