



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT

SESSION 2009

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
durée : 1 heure 30 min – coefficient : 1,5

Le sujet comprend 6 pages, numérotées de 1 à 6
Les deux problèmes sont indépendants
La page 6/6 est à rendre avec la copie

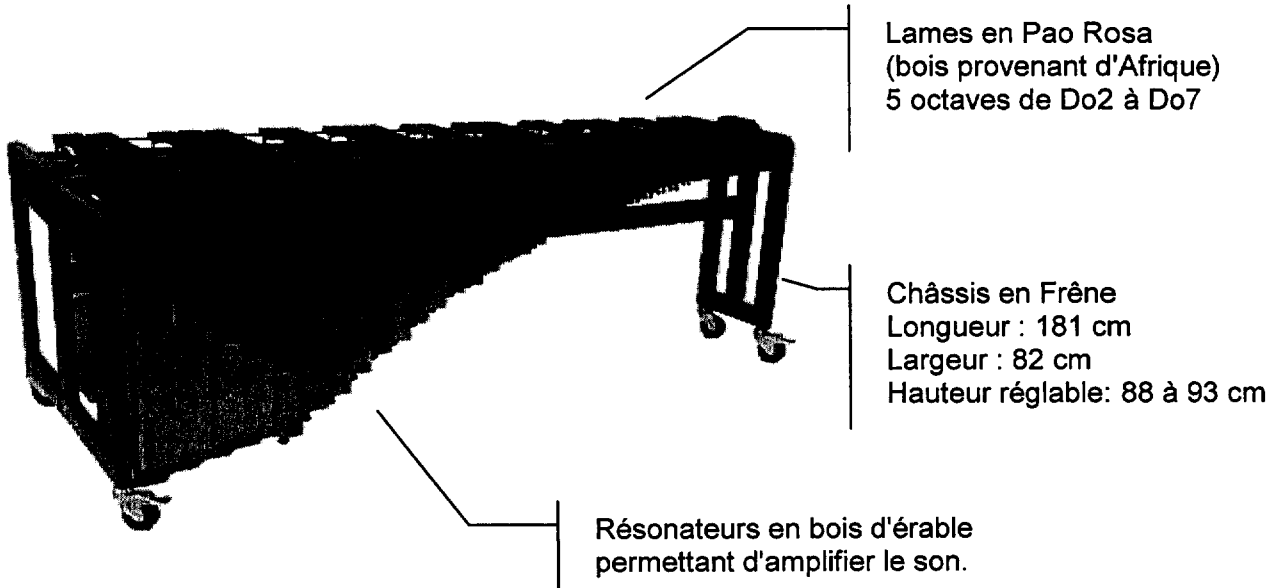
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.

CODE : SCE3SC

PROBLEME 1. Etude d'un Marimba à résonateurs en bois

Présentation

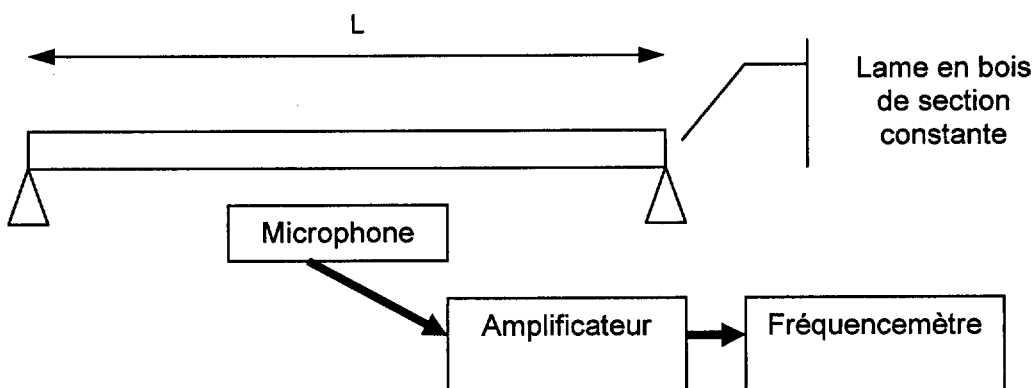
Un marimba est un xylophone utilisant des lames en bois. Il se caractérise par son timbre chaud et un son très doux.



Partie I : Etude des lames en bois.

Des mesures expérimentales sont effectuées sur 2 types d'essence :

- Un bois en Pao Rosa de densité 0,9
- Un bois en bouleau de densité 0,65



- Frappée à l'aide d'une mailloche (bâton de bois avec une boule), la lame vibre et émet un son.
- La fréquence naturelle de vibration de la lame est mesurée par une chaîne électronique constituée d'un microphone, d'un amplificateur et d'un fréquence-mètre.
- Les mesures sont effectuées sur 11 lames de 200 mm à 300 mm.

C.R.D.P.

75, cours Alsace et Lorraine
33075 BORDEAUX CEDEX
Tél. : 05 56 01 56 70

Résultats de l'expérience

Longueurs des lames (en mm)	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Fréquence (Hz) Bois (1) bouleau	585	530	480	440	410	374	345	320	303	275	260
Fréquence (Hz) Bois (2) Pao Rosa	496	442	410	375	345	310	294	272	253	232	221

I.1. Sur le **document réponse n°1**, tracer les courbes caractéristiques de la fréquence en fonction de la longueur des lames pour les 2 bois utilisés.

I.2. Recopier les phrases suivantes en choisissant les expressions qui conviennent :

« Lorsque l'on prend des lames de plus en plus grandes, la fréquence naturelle de vibration de la lame :

augmente

diminue

ne varie pas »

« Le son produit par la lame est :

de plus en plus grave

de plus en plus aigu

identique »

I.3. Pour une même fréquence, comparer la longueur d' une lame en bouleau et d' une lame en Pao Rosa.

Partie II : Etude des résonateurs.

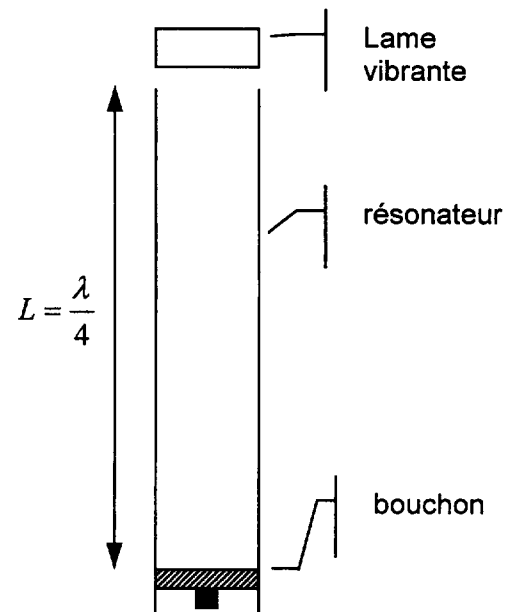
Pour que le résonateur amplifie correctement le son produit par la lame correspondante, il faut que la longueur de chaque résonateur soit égale au quart de la longueur d'onde du son.

II.1. Comment nomme t-on les ondes à l'intérieur du résonateur ?

II.2. Calculer la longueur d'onde λ du son produit par la lame "La4" dont la fréquence naturelle de vibration vaut $f = 440$ Hz, sachant que la vitesse de propagation du son dans l'air vaut $c = 342$ m.s⁻¹.

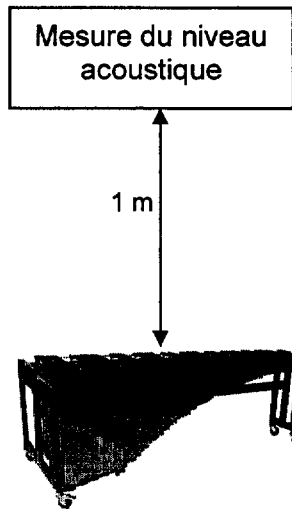
II.3. Vérifier que le résonateur correspondant à la lame "La4" mesure 194 mm.

II.4. Expliquer pourquoi le bouchon situé en bas du résonateur peut coulisser.



Partie III : Mesure des niveaux acoustiques

A l'aide d'un appareil spécialisé, on mesure les niveaux acoustiques du marimba à **1 mètre** de distance, avec et sans résonateur.



Conditions de l'étude

- On considérera le marimba comme une source ponctuelle rayonnant dans tout l'espace.
- On néglige toute interaction avec la salle (réverbération, ...)

Rappels

- Surface d'une sphère $S = 4\pi R^2$
- Intensité acoustique de référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Résultat des mesures pour la note La4 (440 Hz)

- Avec résonateur : $L = 105 \text{ dB}$
- Sans résonateur : $L' = 90 \text{ dB}$

III.1. Quel est le nom de l'appareil utilisé pour mesurer les niveaux sonores ?

III.2. Remplir le tableau ci-dessous (le reproduire sur la copie) en détaillant les calculs et en précisant les unités.

	Niveau sonore à 1 mètre	Intensité sonore à 1 mètre	Puissance acoustique de la source
Avec résonateur	$L = 105 \text{ dB}$		$P = 0,4 \text{ W}$
Sans résonateur	$L' = 90 \text{ dB}$		

III.3. Déterminer à quelle distance faut-il se placer du marimba avec résonateur en bois pour avoir le même niveau sonore mesuré à 1 m du marimba sans résonateur.

PROBLEME 2. Oscillations d'un camion.

Pour les questions 1, 2 et 3, qui suivent, le camion est à l'arrêt.

On charge sur un camion 20 panneaux de bois de dimension 2,00 m x 2,50 m et d'épaisseur 19 mm.

Données :

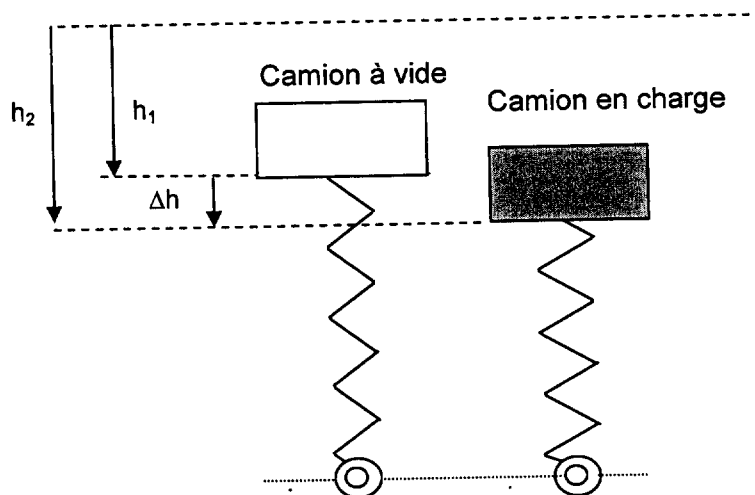
- Masse totale en charge du camion (masse du conducteur comprise) : $M_T = 3,70 \cdot 10^3$ kg
- $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$
- La masse volumique du bois des panneaux est $\rho = 800 \text{ kg.m}^{-3}$.

I.1 Calculer la masse m_P d'un panneau puis la masse totale M_P des 20 panneaux.

I.2 Quand on charge les 20 panneaux sur le camion, le châssis de celui-ci s'abaisse d'une hauteur Δh .

Chacune des suspensions supportant le châssis s'abaisse de Δh car elle supporte le quart du poids total du camion. Chacune des suspensions peut être assimilée à un ressort parfait de masse négligeable, de raideur $k = 18,6 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-1}$ et travaillant en compression.

L'intensité R de la force de réaction du ressort à la compression est proportionnelle à sa diminution de longueur Δh résultant de la charge supplémentaire appliquée : $R = k \cdot \Delta h$
On peut donc modéliser chaque suspension par le schéma ci-dessous :



h_1 est la compression des ressorts lorsque le camion est à vide.

Dans les questions A.2.1 à A.2.3, l'étude porte sur une seule suspension.

I.2.1 Recenser et représenter les forces s'exerçant sur la charge d'une suspension.

I.2.2 Que vaut l'intensité F de la force responsable de l'accroissement de compression due aux panneaux ?

I.2.3 Ecrire les conditions d'équilibre sans les panneaux, puis avec les panneaux.
En déduire Δh et calculer sa valeur numérique.

I.3 Pour la suite du problème, on admet que l'ensemble des quatre suspensions de raideur k se comporte comme un seul ressort de raideur $K = 4k$ soumis à la masse totale M_T .

La pulsation propre ω_0 du système est donnée par la formule :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{M_T}}$$

Calculer numériquement la fréquence propre f_0 et la période propre T_0 de ce système.

I.4 En réalité, la fréquence de résonance réelle, f_r des suspensions vaut 0,90 Hz. Le camion roule maintenant sur un sol ondulé ayant un profil sinusoïdal où deux sommets sont séparés d'une distance $\lambda = 30$ m. Un phénomène de résonance se produit en roulant quand la fréquence des oscillations provoquées par les ondulations du sol correspond à la fréquence f_r du système.

Calculer la vitesse du camion V_r en m.s^{-1} , puis en km.h^{-1} , à laquelle se produit ce phénomène de résonance qui fait vibrer tout le camion et peut provoquer des dégâts matériels.

I.5 On admet que la conduite est inconfortable et dangereuse si la fréquence des vibrations dues au profil de la route est comprise entre les valeurs :

$$\frac{f_r}{\sqrt{2}} \text{ et } f_r \sqrt{2}$$

Quelles valeurs de la vitesse en m.s^{-1} , puis en km.h^{-1} , doit éviter le véhicule ?

Document réponse n°1 à rendre avec la copie

