



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**

**session 2011**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL

SESSION 2011

### U32 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet est composé de 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction  
interviendront dans l'appréciation des copies.

CODE ÉPREUVE : 1006ADE3SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL	
SESSION : 2011	SUJET	ÉPREUVE : U32 - SCIENCES PHYSIQUES	
Durée : 2 h	Coefficient : 2	SUJET N°25ED09	Page : 1 / 5

## RÉHABILITATION D'UNE CHAPELLE

Une municipalité a décidé de transformer une chapelle de pensionnat en cinéma municipal. La salle ainsi rénoverée devrait pouvoir servir de salle de projection, mais aussi de salle de conférence, et éventuellement de salle de concert pour l'audition de musique de chambre.

Les aménagements proposés doivent tenir compte des trois types d'utilisation de la salle, tant au niveau acoustique que thermique. Les dimensions données ci-dessous sont celles de la salle une fois aménagée.

La salle de cinéma est modélisée par un parallépipède rectangle de longueur  $L = 16,50$  m, de largeur  $l = 8,00$  m et de hauteur moyenne sous plafond  $H = 7,50$  m.

L'écran de projection, de dimensions  $7,00$  m  $\times$   $5,00$  m, est accolé à un mur.

Le faux plafond acoustique est constitué de plaques Gyptone®, d'épaisseur  $e_g = 30$  mm, recouvertes de laine de verre d'épaisseur  $e_v = 200$  mm. Les conductivités thermiques de la laine de verre et du Gyptone® sont égales :

$$\lambda = 0,040 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}.$$

Les résistances superficielles d'échange, extérieure et intérieure, du faux plafond valent respectivement :

$$r_{se} = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K} \text{ et } r_{si} = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K}.$$

Les résistances surfaciques totales des murs et des portes, en tenant compte des résistances superficielles d'échange, sont respectivement :

$$r_{mur} = 13,0 \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K} \text{ et } r_{porte} = 0,44 \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K}$$

Les portes ont pour surface totale  $S_p = 12,0$  m<sup>2</sup>. Il n'y a pas de fenêtre.

On souhaite maintenir la température intérieure du cinéma à  $\theta_{int} = 19,0^\circ\text{C}$ . La température extérieure est :  $\theta_{ext} = 10,0^\circ\text{C}$ . Derrière le faux plafond, la température est égale à la température extérieure.

On donne également :

- les masses volumiques de l'air et de l'eau :  $\rho_{air} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$  et  $\rho_{eau} = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- la capacité thermique massique de l'air :  $c_{air} = 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,
- la capacité thermique massique de l'eau :  $c_{eau} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Les aires d'absorption équivalentes du sol, du plafond et des portes sont :

$$A_{sol} = 38,0 \text{ m}^2, A_{plafond} = 25,0 \text{ m}^2 \text{ et } A_{portes} = 1,2 \text{ m}^2.$$

Le coefficient d'absorption du revêtement mural, hors écran, est :  $\alpha_{mur} = 0,25$ .

La salle comporte  $n = 130$  sièges. Les aires d'absorption équivalentes d'un siège occupé et d'un siège inoccupé sont respectivement :

$$A_{occ} = 0,25 \text{ m}^2 \text{ et } A_{vide} = 0,15 \text{ m}^2.$$

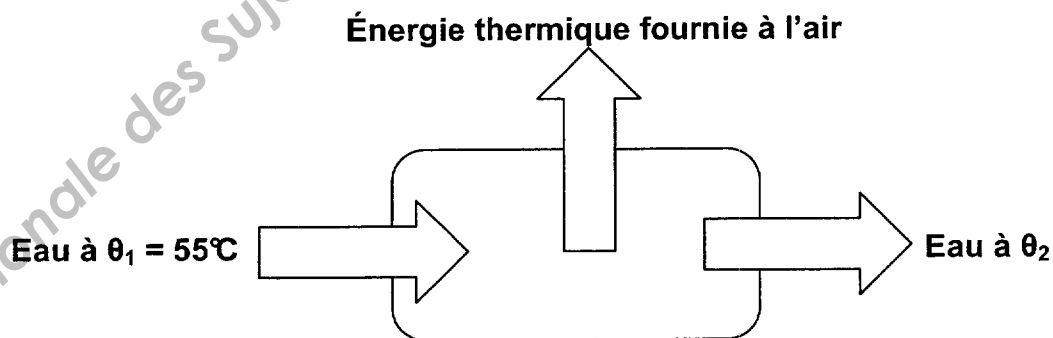
On compte en moyenne 60 auditeurs lors d'une conférence.

## Premier exercice : physique (16,5 points)

Les parties A et B sont indépendantes

### Partie A : Thermique (9 points)

- Résistance thermique surfacique du faux plafond
  - Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique du faux plafond de la salle en tenant compte des résistances superficielles d'échange.
  - Effectuer l'application numérique.
- La température de la salle est maintenue à  $\theta_{int} = 19,0^\circ\text{C}$ . Les pertes thermiques par le sol ont pour valeur :  $\Phi_{sol} = 1,80 \text{ kW}$ . Montrer que la déperdition thermique totale par conduction est  $\Phi_{conduction} = 2,49 \text{ kW}$ . Les résultats intermédiaires seront donnés.
- L'air est renouvelé une fois par heure avec de l'air extérieur. Calculer l'énergie thermique  $Q_{ventilation}$  perdue chaque heure à cause de la ventilation forcée. En déduire la puissance  $\Phi_{ventilation}$  correspondante.
- Montrer finalement que la puissance  $P$  à fournir par le système de chauffage pour maintenir la température intérieure constante est  $P = 5,71 \text{ kW}$ .
- Le chauffage de la salle est assuré par air pulsé. La centrale de traitement d'air est alimentée en eau chaude, fournie par la chaufferie au gaz du centre culturel voisin. Cette eau chaude permet, à l'aide d'un échangeur thermique schématisé sur la figure 1 ci-dessous, de maintenir la température de l'air de la salle constante. L'eau entre à la température  $\theta_1 = 55,0^\circ\text{C}$  avec un débit égal à  $0,20 \text{ m}^3$  par heure.



- Calculer l'énergie thermique  $Q_{eau}$  échangée entre l'eau et l'air durant une heure.
- En déduire la température  $\theta_2$  de l'eau qui ressort de l'échangeur, si on prend pour cette question  $Q_{eau} = 20,5 \text{ MJ}$ .

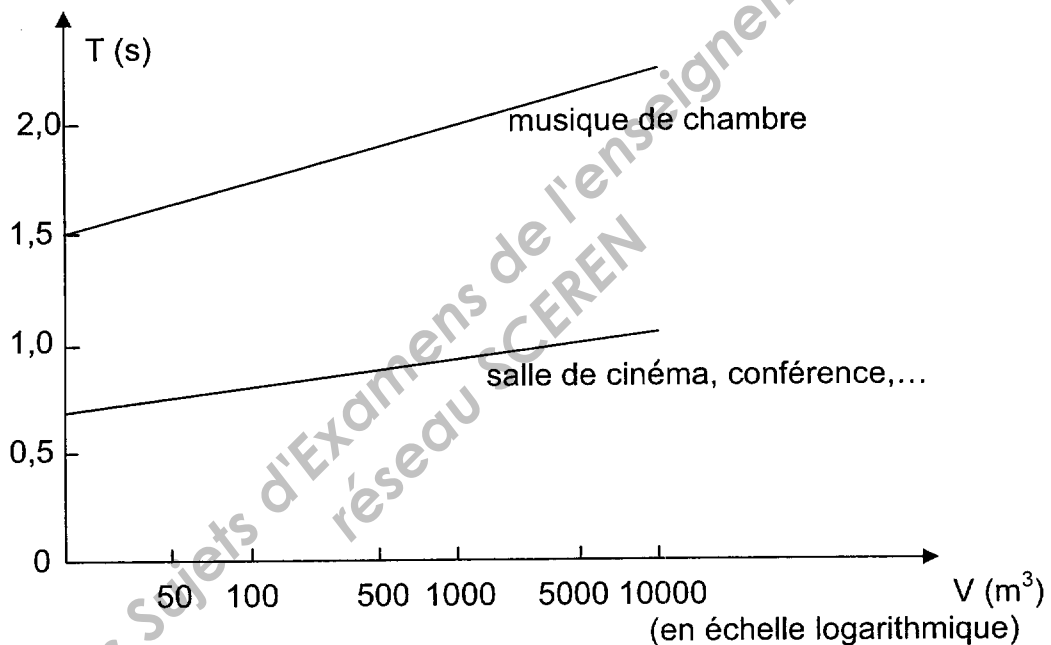
## Partie B : Acoustique (7,5 points)

1. Expliquer en quoi consiste le phénomène de réverbération acoustique et en quoi il peut être gênant pour l'audition.
2. On admet que le temps de réverbération est donné par la loi de Sabine, avec  $V$  le volume de la salle et  $A$  sa surface d'absorption équivalente :

$$T = k \frac{V}{A} \text{ avec } k = 0,16 \text{ u.s.i.}$$

Donner l'unité de  $k$  en la justifiant.

3. Le diagramme ci-dessous fournit les temps de réverbération optimaux en fonction du volume de la salle pour deux types d'utilisation : musique de chambre et salle de cinéma ou de conférence. Déterminer graphiquement ces temps de réverbération souhaités pour la salle étudiée :  $T_{\text{musique}}$  et  $T_{\text{parole}}$ .

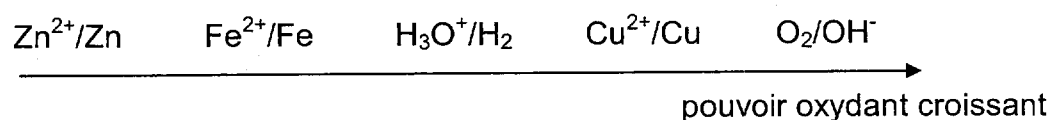


4. Détermination du coefficient d'absorption de l'écran de projection.
  - 4.1. Dans le cas d'une utilisation en salle de conférence, déterminer la surface d'absorption équivalente  $A_{\text{parole}}$  optimale.
  - 4.2. En tenant compte des données fournies au début du sujet et du taux moyen d'occupation de la salle, déterminer l'expression littérale du coefficient d'absorption  $\alpha_E$  du matériau utilisable pour l'écran de projection afin d'obtenir le temps de réverbération  $T_{\text{parole}}$  souhaité.
  - 4.3. Calculer la valeur numérique de  $\alpha_E$ .
  - 4.4. Un écran de coefficient d'absorption égal à 0,19 peut-il convenir ? Justifier.
5. Les caractéristiques déterminées sont-elles satisfaisantes pour une utilisation en salle de concert ? Pourquoi ? Est-il nécessaire, par exemple d'ajouter des panneaux acoustiques absorbants supplémentaires ?

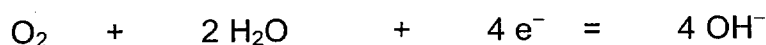
## Deuxième exercice : chimie (3,5 points)

Pour les structures métalliques en acier utilisées pour aménager la salle, se pose le problème de la corrosion.

On donne ci-dessous une classification électrochimique de quelques couples rédox.



La demi-équation électronique de réduction du dioxygène est :



1. La présence de gouttes d'eau à la surface de l'acier (essentiellement constitué de fer) favorise sa corrosion. L'oxydant principal est le dioxygène dissous dans l'eau.  
Donner les demi-équations électroniques puis l'équation bilan d'oxydoréduction qui traduit le phénomène de corrosion.
2. Protection contre la corrosion.
  - 2.1. Expliquer pourquoi un vernis ou une peinture permet une protection des structures contre la corrosion.
  - 2.2. Quel est le principal inconvénient de la protection par vernis ou peinture ?
  - 2.3. Une autre technique consiste à recouvrir l'acier d'une fine couche de zinc. Quel avantage présente cette protection par rapport à la précédente ?
3. Est-il conseillé de réaliser des structures métalliques comportant des parties de cuivre en contact avec l'acier ?