Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL

SESSION 2011

U32 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

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 rénovée 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 parallélépipède 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 × 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 :

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

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

$$r_{se} = 5{,}9.10^{-2}\ W^{-1}.m^2.K \text{ et } r_{si} = 8{,}7.10^{-2}\ W^{-1}.m^2.K.$$

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

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

Les portes ont pour surface totale S_p = 12,0 m². Il n'y a pas de fenêtre.

On souhaite maintenir la température intérieure du cinéma à θ_{int} = 19,0°C. La température extérieure est : θ_{ext} = 10,0°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 : $\rho_{air} = 1{,}3\ kg.m^{-3}$ et $\rho_{eau} = 10^3\ kg.m^{-3}$
- la capacité thermique massique de l'air : $c_{air} = 10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$,
- la capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4{,}18.10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$.

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

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

Le coefficient d'absorption du revêtement mural, hors écran, est : α_{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 :

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

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Premier exercice : physique (16,5 points)

Les parties A et B sont indépendantes

Partie A : Thermique (9 points)

1. Résistance thermique surfacique du faux plafond

   1.1. Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique du faux plafond de la salle en tenant compte des résistances superficielles d'échange.

   1.2. Effectuer l'application numérique.

2. La température de la salle est maintenue à θ_{int} = 19,0°C. Les pertes thermiques par le sol ont pour valeur : Φ_{sol} = 1,80 kW. Montrer que la déperdition thermique totale par conduction est $\Phi_{conduction}$ = 2,49 kW. Les résultats intermédiaires seront donnés.

3. 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.

4. Montrer finalement que la puissance P à fournir par le système de chauffage pour maintenir la température intérieure constante est P = 5,71 kW.

5. 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 θ_1 = 55,0°C avec un débit égal à 0,20 m^3 par heure.

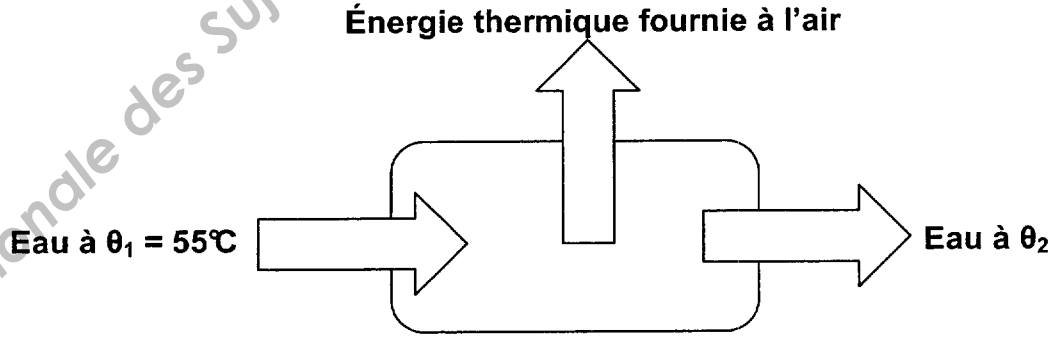


Figure 1

   5.1. Calculer l'énergie thermique Q_{eau} échangée entre l'eau et l'air durant une heure.

   5.2. En déduire la température θ_2 de l'eau qui ressort de l'échangeur, si on prend pour cette question Q_{eau} = 20,5 MJ.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Partie B : Acoustique (7,5 points)

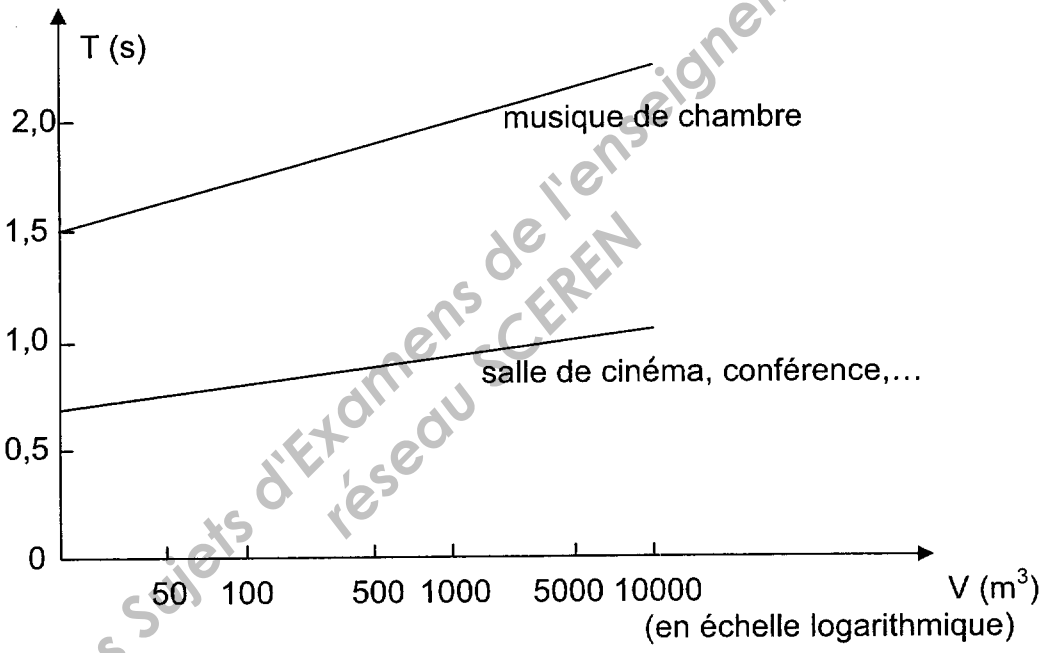
1. Expliquer en quoi consiste le phénomène de réverbération acoustique et en quoi il peut être gênant pour l'audition.

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 :

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

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 : $T_{musique}$ et T_{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_{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 α_E du matériau utilisable pour l'écran de projection afin d'obtenir le temps de réverbération T_{parole} souhaité.

   4.3. Calculer la valeur numérique de α_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 ?

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

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.

Zn^{2+}/Zn $\quad$ Fe^{2+}/Fe $\quad$ H_3O^+/H_2 $\quad$ Cu^{2+}/Cu $\quad$ O_2/OH^-

pouvoir oxydant croissant

La demi-équation électronique de réduction du dioxygène est :

$$O_2 + 2\,H_2O + 4\,e^- = 4\,OH^-$$

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 ?

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN