



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

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 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 \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 :

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

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 $S_p = 12,0$ m². 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 : $c_{eau} = 4,18.10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

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)

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 $\theta_{\text{int}} = 19,0^\circ\text{C}$. Les pertes thermiques par le sol ont pour valeur : $\Phi_{\text{sol}} = 1,80 \text{ kW}$. Montrer que la déperdition thermique totale par conduction est $\Phi_{\text{conduction}} = 2,49 \text{ kW}$. Les résultats intermédiaires seront donnés.
3. L'air est renouvelé une fois par heure avec de l'air extérieur. Calculer l'énergie thermique $Q_{\text{ventilation}}$ perdue chaque heure à cause de la ventilation forcée. En déduire la puissance $\Phi_{\text{ventilation}}$ correspondante.
4. Montrer finalement que la puissance P à fournir par le système de chauffage pour maintenir la température intérieure constante est $P = 5,71 \text{ kW}$.
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 $\theta_1 = 55,0^\circ\text{C}$ avec un débit égal à $0,20 \text{ m}^3$ par heure.

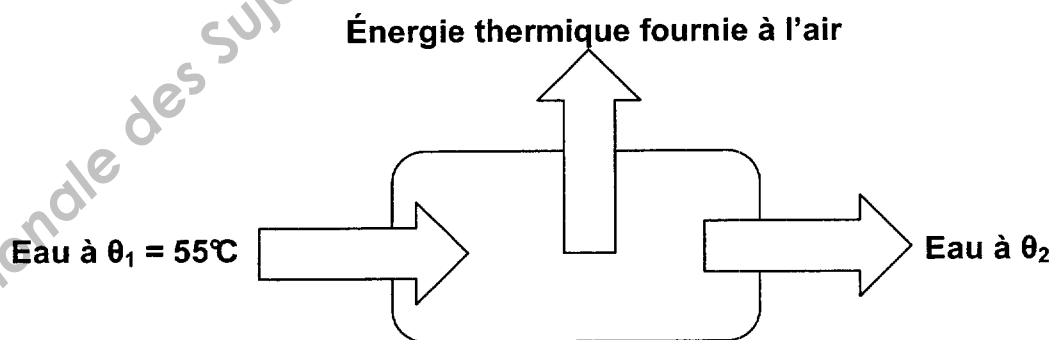


Figure 1

- 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 $Q_{\text{eau}} = 20,5 \text{ MJ}$.

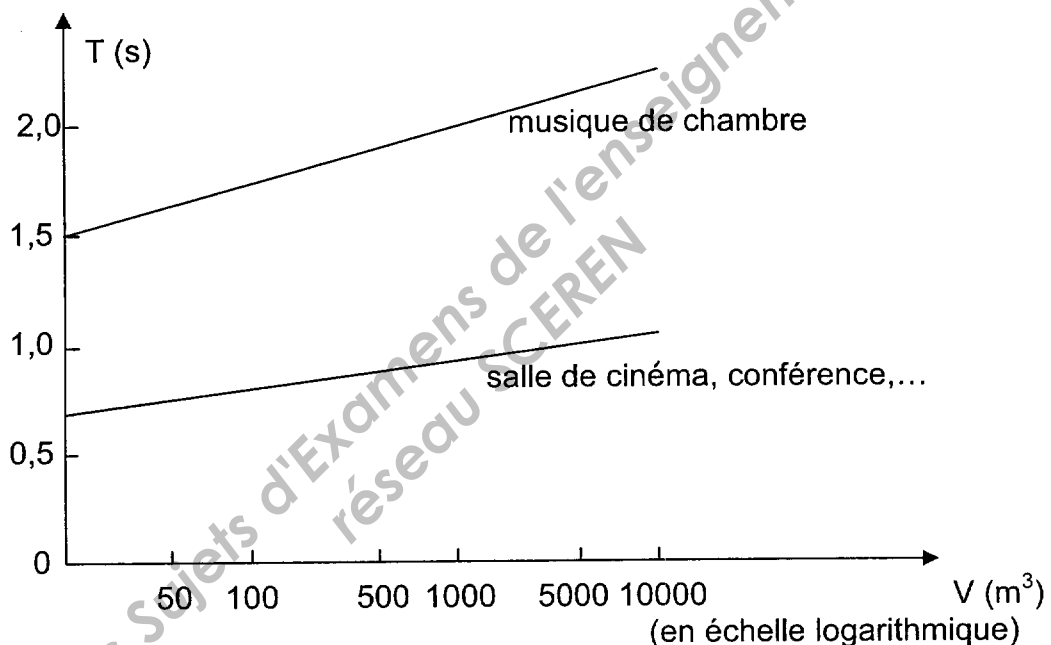
Partie B : Acoustique (7,5 points)

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 :

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

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} .

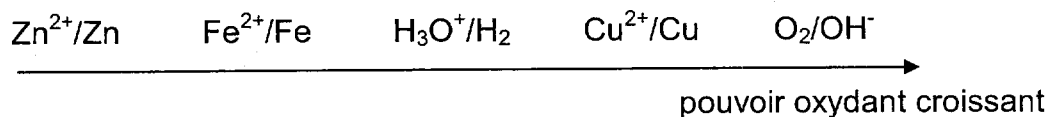


4. Détermination du coefficient d'absorption de l'écran de projection.
 - 4.1. Dans le cas d'une utilisation en salle de conférence, déterminer la surface d'absorption équivalente A_{parole} optimale.
 - 4.2. En tenant compte des données fournies au début du sujet et du taux moyen d'occupation de la 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 ?

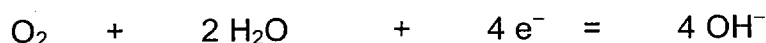
Deuxième exercice : chimie (3,5 points)

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 ?

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.