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 2012

U32 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet est composé de **7** pages numérotées de **1/7** à **7/7.**

L'annexe 1 page 7/7 est à rendre avec la copie.

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 : 1206ADE3SC	**EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL**	
SESSION : 2012	**SUJET**	**ÉPREUVE : U32 - SCIENCES PHYSIQUES**	
Durée : 2 h	**Coefficient : 2**	**SUJET N°07ED11**	**Page : 1 /7**

Étude d'une salle de sport dans une école maternelle

Située à l'angle du bâtiment, au rez-de-chaussée, la salle étudiée a une base de longueur L = 15,0 m et de largeur l = 10,0 m (figure 1). Elle n'a pas de plafond et s'élève donc jusqu'au toit. La partie basse a une hauteur h = 5,00 m et la partie haute a une hauteur H = 7,00 m. Seules la face 1, la face 2 et le toit donnent sur l'extérieur. Les deux autres faces sont attenantes à la construction existante.
La face 1 comporte deux portes-fenêtres de largeur d = 1,70 m et de hauteur D = 3,00 m. La face 2 comporte trois portes-fenêtres identiques à celles de la face 1.
Le toit possède trois grandes fenêtres de largeur a = 1,40 m et de longueur b = 1,50 m.

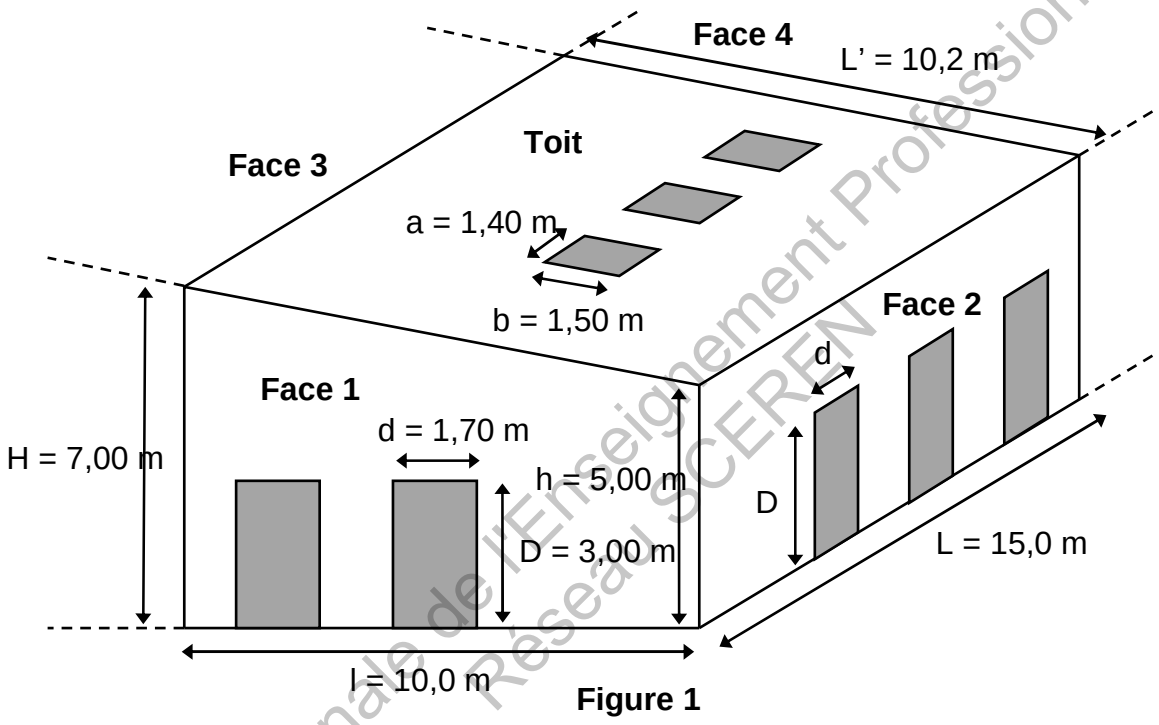


Figure 1

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

1 - Étude du chauffage de la salle. (7 points)

Les coefficients de transmission thermique surfacique sont :
- murs extérieurs bien isolés : $U_1 = 0{,}350\ W.m^{-2}.K^{-1}$;
- porte-fenêtre et fenêtre de toit : $U_2 = 2{,}60\ W.m^{-2}.K^{-1}$;
- toit bien isolé : $U_3 = 0{,}400\ W.m^{-2}.K^{-1}$.

La température de la salle doit être maintenue à $\theta_i = 19{,}0$ °C, alors que la température extérieure est $\theta_e = -5{,}0$ °C.

1.1 - Les pertes thermiques sont principalement dues aux transferts thermiques par conduction et par convection : rappeler en quoi consistent ces deux types de transferts thermiques.

1.2 - Pour le calcul du flux thermique total Φ_s sortant dans la salle par conduction, seule sera considérée l'énergie thermique sortant par les faces 1 et 2 et par le toit. L'énergie thermique échangée par les autres parois, sol et faces intérieures, est négligée.

1.2.1 - Justifier que les pertes par les faces intérieures 3 et 4 sont négligeables.

1.2.2 - La surface totale de la face 1 est S_{f1} = 60,0 m². Calculer le flux thermique total Φ_s en détaillant votre raisonnement. Les résultats numériques seront rassemblés dans le tableau de **l'annexe 1 à rendre avec la copie**.

1.3 - Calcul du flux thermique perdu par la VMC.

L'aération de cette salle est assurée par une ventilation mécanique contrôlée (VMC) à double flux avec un débit volumique d'air $q_v = 40{,}0.10^{-3}$ $m^3.s^{-1}$.

Données :

- masse volumique de l'air : ρ_{air} = 1,30 $kg.m^{-3}$;

- capacité thermique massique de l'air : c_{air} = 1,00 $kJ.kg^{-1}.K^{-1}$.

Pour un fluide circulant en régime stationnaire, on rappelle que le flux thermique échangé se calcule à l'aide de la relation :

$$\Phi = q_v \rho c \Delta\theta \quad \text{(équation 1)}.$$

1.3.1 - En l'absence de VMC, si l'on suppose que l'air chaud rejeté est remplacé directement par de l'air froid provenant de l'extérieur, calculer le flux thermique Φ_2 perdu.

1.3.2 - L'utilisation d'une VMC à double flux permet de réduire cette perte d'énergie. La figure 2 ci-dessous schématise le fonctionnement d'une VMC double flux.

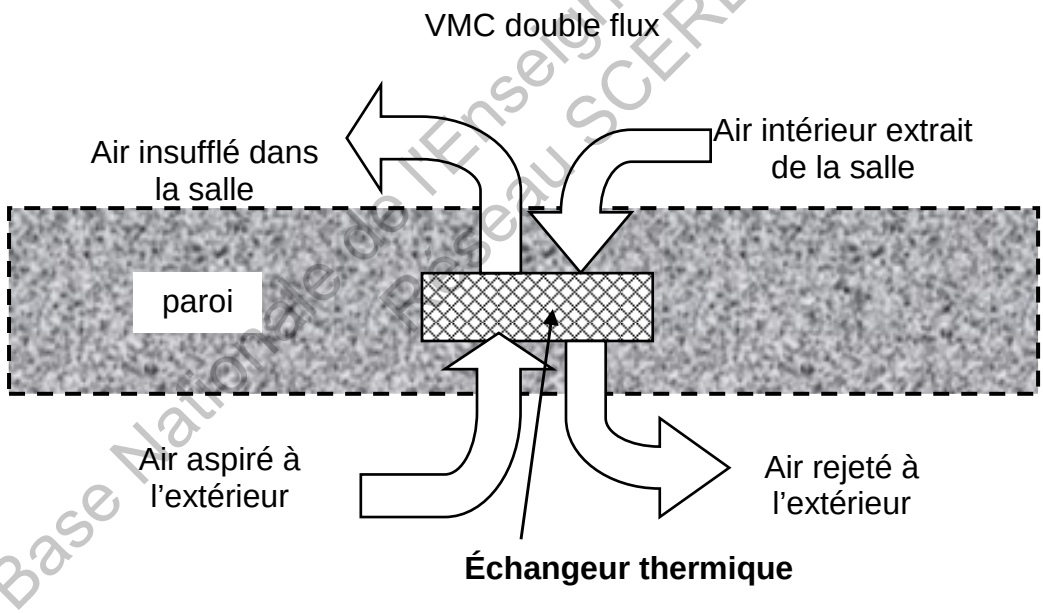


Figure 2

1.3.2.1 - En vous aidant du schéma de la figure 2, indiquer brièvement comment fonctionne une VMC double flux.

1.3.2.2 - Indiquer alors le terme qui diminue dans l'expression de l'équation 1 ci-dessus pour le calcul du flux thermique perdu.

1.3.2.3 - Ce système permet de réduire de 40% l'énergie perdue. Calculer le flux Φ_3 réellement perdu par la ventilation.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel Réseau SCEREN

1.4 - Montrer que la puissance P du chauffage nécessaire pour assurer une température intérieure de 19℃ est égale à 5,06 kW.

1.5 - Cette salle est chauffée par le sol avec une pompe à chaleur air-eau dont le coefficient de performance (COP) est égal à 2,5 dans ces conditions.
Le COP d'une pompe à chaleur est égal au quotient de la puissance thermique fournie par la puissance électrique consommée.

1.5.1 - Calculer la puissance électrique P_e absorbée par cet appareil.

1.5.2 - En déduire l'énergie électrique E_e consommée par jour en kilowattheure.

2 - Acoustique de la salle. (6,5 points)

2.1 - Étude de la réverbération.

Données :

- Coefficients d'absorption α_i à 1 kHz des matériaux :
  - Parois verticales intérieures non vitrées : $\alpha_1 = 3{,}00\times10^{-1}$.
  - Sol en dalles plastiques : $\alpha_2 = 40{,}0\times10^{-3}$.
- L'aire d'absorption équivalente A_m du mobilier est égale à 5,00 m^2.
- L'aire de la face 1 est : $S_1 = 60{,}0$ m².

2.1.1 - Expliquer à quoi est dû le phénomène de réverbération dans un local.

2.1.2. - On donne les aires d'absorption équivalente suivantes :

- face 1 (surfaces vitrées comprises) : $A_1 = 16{,}0$ m² ;
- face 2 (surfaces vitrées comprises) : $A_2 = 20{,}0$ m² ;
- toit (surfaces vitrées comprises) : $A_{toit} = 37{,}5$ m².

Calculer l'aire d'absorption équivalente A_{totale} de cette salle à 1 kHz.

2.1.3 - En déduire le temps de réverbération T_0 à 1,00 kHz de cette salle sachant que son volume est égal à 900 m^3. On rappelle la formule de Sabine :

$$T_R = 0{,}16\ \frac{V}{A}\ .$$

2.1.4 - Après quelques mois d'utilisation, la réverbération a été jugée trop importante et on a décidé de la corriger afin d'obtenir un temps de réverbération plus faible $T_1 = 800$ ms à 1 kHz. Cette correction a été effectuée en revêtant une partie des faces 3 et 4 de panneaux muraux acoustiques de coefficient d'absorption $\alpha'_1 = 0{,}85$.

Calculer la surface S traitée.

2.2 - Sonorisation

La sonorisation de cette salle est assurée par 2 haut-parleurs placés sur la face 3 à 2,00 m de hauteur et à 4,00 m de chaque extrémité. On se propose de calculer le niveau d'intensité sonore L du son reçu par un enfant situé au centre de la salle.

2.2.1 - La puissance acoustique de chaque haut-parleur est $P = 1{,}50 \times 10^{-6}$ W. En admettant que l'émission est uniforme dans le demi-espace avant (le son se répartit sur une demi-sphère centrée sur le haut-parleur), calculer l'intensité sonore directe I_1 due à un seul haut-parleur, la distance d entre le haut-parleur et l'oreille de l'enfant étant égale à 6,30 m.

On rappelle l'expression de la surface d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

2.2.2 - En réalité, une mesure faite avec un seul haut-parleur en fonctionnement indique une intensité sonore reçue par l'enfant $I_1' = 6{,}50.10^{-9}$ W.m^{-2}.

2.2.2.1 - Pourquoi l'intensité mesurée est-elle différente de celle calculée ?

2.2.2.2 - Calculer l'intensité sonore I puis le niveau d'intensité sonore L du son reçu par l'enfant lorsque les 2 haut-parleurs fonctionnent.

On rappelle la valeur de l'intensité sonore de référence I_0 :

$I_0 = 1{,}00.\ 10^{-12}$ W.m^{-2}.

3 - Éclairage de la salle. (2 points)

La salle est éclairée par 20 lampes fluocompactes de puissance électrique P = 25 W et d'efficacité lumineuse k = 85 lm.W^{-1}. Elles sont placées dans des réflecteurs de sorte que toute la lumière produite est dirigée vers le sol.

3.1 - Expliquer le fonctionnement d'une lampe fluocompacte. Citer un avantage de ce type de lampe.

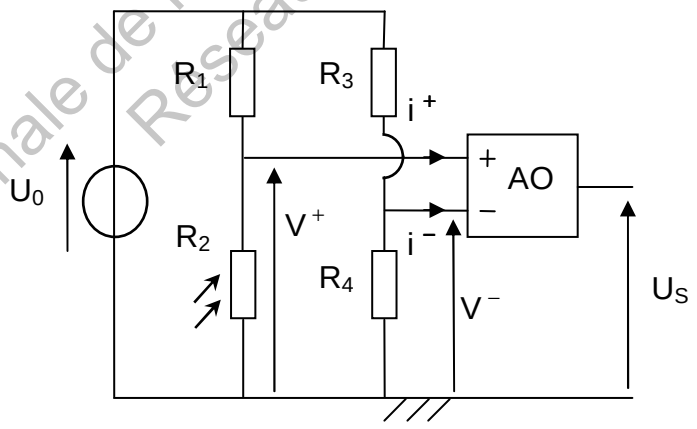
3.2 - Calculer le flux lumineux total Φ produit par les 20 lampes.

3.3 - En déduire l'éclairement moyen E au sol en supposant que toute la lumière produite arrive au sol.

4 - Électronique de l'éclairage extérieur. (4,5 points)

L'accès extérieur à cette salle est équipé de réverbères qui s'allument automatiquement dès que l'éclairement ambiant est inférieur à une valeur limite notée E_{min}.
Le circuit électronique de commande de l'allumage est représenté sur la figure 3. Il comporte un amplificateur opérationnel monté en comparateur et une photorésistance R_2 comme capteur d'éclairement.

Figure 3



Les réverbères s'allument dès que la tension de sortie U_s est positive.

On suppose que l'amplificateur opérationnel est parfait : $i^+ = i^- = 0$.
Si $V^+ > V^-$, $U_S = +V_{sat}$ et si $V^+ < V^-$, alors $U_S = -V_{sat}$.

Données : $U_0 = 15$ V ; $V_{sat} = 14$ V ; $R_1 = R_3 = R_4 = 47$ kΩ .

$R_2 = \dfrac{a}{E}$ avec : $a = 5{,}0 \times 10^6$ Ω.lx ; E : éclairement exprimé en lux.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

4.1 - Montrer que la tension V^- est égale à 7,5 V.

4.2 - Établir l'expression littérale de V^+ en fonction de U_0, R_1 et R_2.

4.3 - Montrer alors que l'expression de V^+ en fonction de U_0, R_1, a et E peut se mettre sous la forme :

$$V^+ = \frac{U_0\ a}{R_1 E + a}.$$

4.4 - Sans calcul, que peut-on dire de V^+ lorsqu'il fait jour donc lorsque l'éclairement E est très grand ? Que vaut alors U_S ? Indiquer comment va varier V^+ lorsque l'éclairement va diminuer.

4.5.- Quelle inégalité doit vérifier V^+ pour que les réverbères soient allumés ? Déduire en utilisant l'expression obtenue au 4.3 l'inégalité littérale que doit vérifier l'éclairement E pour que les réverbères soient allumés.

4.6 - En déduire la valeur numérique de l'éclairement limite E_{min} à partir duquel l'allumage des réverbères se produit.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 1 **à rendre avec la copie**

Question 1.2.2 - Calcul du flux Φ_s.

	Coefficient de transmission thermique surfacique	Surface concernée	Flux
unité	$W.m^{-2}.K^{-1}$	m^2	
Murs extérieurs en parpaings	0,35	S_1 =	Φ_1 =
Fenêtres et porte-fenêtres	2,6	S_2 =	Φ_2 =
toit	0,4	S_3 =	Φ_3 =
		Flux total Φs :	Φ_s =

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN