



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

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

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL

SESSION 2015

---

### U32 - SCIENCES PHYSIQUES

---

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

---

#### SUJET

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet est composé de 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Les annexes 1 et 2 page 6/6 sont à rendre avec la copie.  
L'annexe 3 de cette page peut être une aide au calcul pour le candidat.

#### Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire. (Cirulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

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

<b>CODE ÉPREUVE :</b> 1506ADE3SC	<b>EXAMEN :</b> BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	<b>SPÉCIALITÉ :</b> AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL	
<b>SESSION :</b> 2015	<b>SUJET</b>	<b>ÉPREUVE :</b> U32 - SCIENCES PHYSIQUES	
<b>Durée :</b> 2 h	<b>Coefficient :</b> 2	<b>SUJET N°10ED13</b>	<b>Page :</b> 1/6

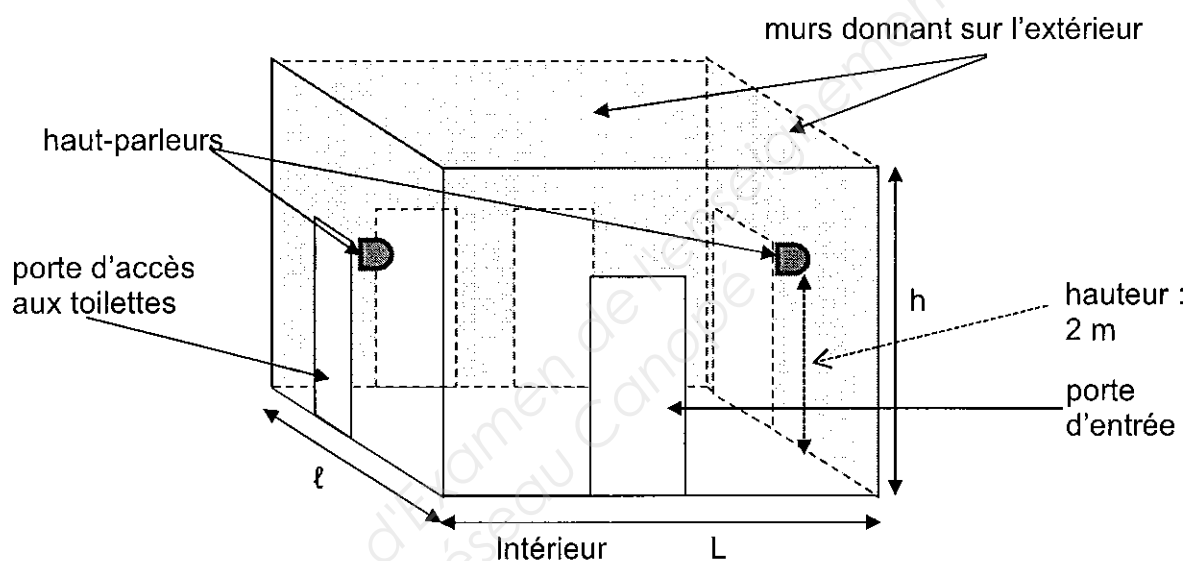
La salle de réunion dans un atelier de menuiserie est rectangulaire, de largeur  $\ell = 10$  m, de longueur  $L = 15$  m et de hauteur  $h = 3$  m. Elle est située dans un angle du bâtiment : un grand côté avec deux baies vitrées et un petit côté qui comporte une baie vitrée, grisés sur le schéma ci-dessous, donnent sur l'extérieur. Les dimensions de ces trois baies vitrées, identiques, sont les suivantes :

largeur :  $\ell_v = 2,0$  m ; hauteur :  $h_v = 1,8$  m.

Les dimensions de la porte d'entrée et de la porte qui permet d'accéder aux toilettes, toutes les deux vitrées, sont les suivantes :

- porte d'entrée : largeur :  $\ell_p = 1,6$  m ; hauteur :  $h_p = 2,05$  m
- porte d'accès aux toilettes : largeur :  $\ell_t = 0,8$  m ; hauteur :  $h_t = 2,05$  m.

Le sol est recouvert d'un plancher en bois.



Elle est équipée d'un système de ventilation, d'un système de climatisation réversible et est sonorisée par deux haut-parleurs (voir figure ci-dessus) positionnés sur deux murs opposés, au milieu du panneau, et à deux mètres de hauteur. L'éclairage est assuré par des spots de type halogène, non représentés sur la figure ci-dessus.

**Les parties A, B, C et D sont totalement indépendantes.**

**Partie A : Étude thermique du local [8,5 points].**

La valeur du coefficient de transmission thermique global des baies vitrées,  $U_v$ , est égale à  $3,00 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Le coefficient de conductivité thermique  $\lambda_b$  des murs extérieurs en béton d'épaisseur  $e_b = 180$  mm vaut  $1,4 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Ces murs sont recouverts d'un enduit de finition d'épaisseur  $e_e = 15$  mm dont le coefficient de conductivité thermique  $\lambda_e$  vaut  $0,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . On néglige les transferts de chaleur par le sol, le plafond et les murs intérieurs.

La température à l'intérieur du local est  $\theta_i = 20$  °C, celle à l'extérieur est  $\theta_e = 28$  °C. Le tableau suivant précise les valeurs normalisées des résistances thermiques superficielles utiles :

Résistance thermique superficielle	$R_{si}$ $m^2.K.W^{-1}$	$R_{se}$ $m^2.K.W^{-1}$	$R_{si} + R_{se}$ $m^2.K.W^{-1}$
Paroi verticale Flux horizontal	$1,30.10^{-1}$	$4,0.10^{-2}$	$1,70.10^{-1}$

A.1.1. Exprimer la résistance thermique surfacique  $R_{ME}$  des murs extérieurs en fonction des épaisseurs des matériaux, de leur coefficient de conductivité thermique tout en tenant compte des résistances surfaciques superficielles.

A.1.2. Calculer  $R_{ME}$  puis en déduire que la valeur du coefficient de transmission thermique global du mur,  $U_{ME}$ , est :  $U_{ME} = 3,04 W.m^{-2}.K^{-1}$ .

A.2. Compléter le tableau page 6/6 - annexe 1 (à rendre avec la copie) pour calculer la valeur du flux thermique  $\Phi_p$  à travers les deux parois donnant sur l'extérieur.

A.3. Dans quel sens le flux thermique circule-t-il ? Faut-il chauffer ou refroidir le local ?

A.4. Dans ce local, l'éclairage est assuré par 24 spots dissipant chacun 50 W sous forme d'énergie thermique. Calculer la valeur du flux thermique  $\Phi_e$  apporté par l'éclairage.

A.5. Le système de ventilation renouvelle l'air de la pièce en une heure.

La capacité thermique massique de l'air est :  $c_a = 1000 J.kg^{-1}.K^{-1}$ .

La masse volumique de l'air est :  $\rho_a = 1,3 kg.m^{-3}$ .

5.1. Montrer que l'énergie thermique apportée par la ventilation en une heure est  $Q_v = 4,68 MJ$ .

5.2. En déduire la valeur du flux thermique  $\Phi_v$  dû au système de ventilation.

A.6. L'éclairage fonctionne en plus de la ventilation.

6.1. Montrer que la valeur du flux thermique  $\Phi_t$  reçu par cette salle est  $\Phi_t = 4,32 kW$

6.2. Donner, en valeur absolue, la valeur de la puissance thermique à installer pour maintenir le local à 20°C. Cette puissance est-elle positive ou négative ?

### Partie B : Acoustique architecturale [6,25 points].

B.1. Qu'est-ce que le phénomène de réverbération ? À quoi est-il dû ?

B.2. Donner la définition de la durée de réverbération  $T_o$  qui s'exprime par la formule suivante en fonction des caractéristiques de la salle :

$$T_o = \frac{0,16 \times V}{A}$$

B.3. Le tableau ci-dessous précise la valeur des coefficients d'absorption des matériaux à la fréquence de 1kHz :

Nature des matériaux	Coefficient d'absorption
Bois	0,07
Enduit de finition sur béton (murs, plafond)	0,03
Vitrages (baies vitrées et portes)	0,12

Compléter le tableau de l'annexe 2 page 6/6 (à rendre avec la copie), et calculer l'aire d'absorption  $A_1$  du local vide.

B.4. Calculer la durée de réverbération  $T_{01}$  du local vide et commenter ce résultat.

B.5. Cette salle est équipée d'un mobilier dont la surface équivalente d'absorption totale est  $A_m = 22,5 \text{ m}^2$ .

5.1. On veut que la durée de réverbération soit inférieure à 0,9 seconde quand la salle (avec son mobilier) est inoccupée. La surface du plafond est alors recouverte avec des dalles caractérisées par leur coefficient d'absorption  $\alpha_D$ .

Vérifier que si la valeur de  $\alpha_D$  est de 0,3, cette contrainte est respectée. Vous pouvez utiliser le tableau de l'annexe 3, page 6/6, pour organiser vos calculs.

5.2. Cinquante personnes sont présentes dans la salle. En admettant que la surface d'absorption équivalente d'une personne est  $A_{ep} = 1 \text{ m}^2$ , calculer la nouvelle aire d'absorption  $A_3$  du local et calculer la nouvelle durée de réverbération  $T_{03}$ . Cette durée est-elle satisfaisante ?

### Partie C : Acoustique énergétique [2,75 points].

Les questions 4 et 5 sont indépendantes des précédentes ainsi qu'entre elles.

Pour sonoriser ce local on place un haut-parleur sur chaque petit côté, à 2,0 m de hauteur (voir figure au début de l'énoncé). On admet que chaque haut-parleur émet des ondes dans un demi-espace. Le niveau de puissance acoustique de chaque haut-parleur est  $L_w = 82 \text{ dB}$ .

On rappelle que :  $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$  et  $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

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

C.1. Montrer que la puissance acoustique  $P$  d'un seul haut-parleur est  $P = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ W}$ .

C.2. Un seul haut-parleur, placé au milieu d'un petit côté, placé à 2,0 m de hauteur, fonctionne (voir la figure page 2/6). Calculer l'intensité acoustique  $I_A$  en A situé au centre du local à 2,0 m du sol. En déduire le niveau sonore  $L_A$  correspondant.

C.3. Quand les 2 haut-parleurs fonctionnent simultanément, calculer l'intensité  $I'_A$  et le niveau  $L'_A$  en A.

C.4. Quel doit être le niveau de conversation  $L_C$  de deux personnes situées en A pour qu'elles ne soient pas dérangées quand les 2 haut-parleurs fonctionnent en admettant que le niveau sonore  $L'_A$  dû aux 2 haut-parleurs est égal à 60 dB ? Commenter la valeur obtenue.

On rappelle que dès que la différence entre deux niveaux sonores de deux sons reçus est supérieure à huit décibels, seul le son le plus fort est perçu.

**Partie D : Étude du chauffe-eau de ce local [ 2,5 points ].**  
**La question 5 est indépendante des précédentes.**

Dans les toilettes de ce local, il y a un cumulus électrique. Il est constitué d'une cuve en acier (l'acier se comporte comme son principal constituant : le fer).

Données :

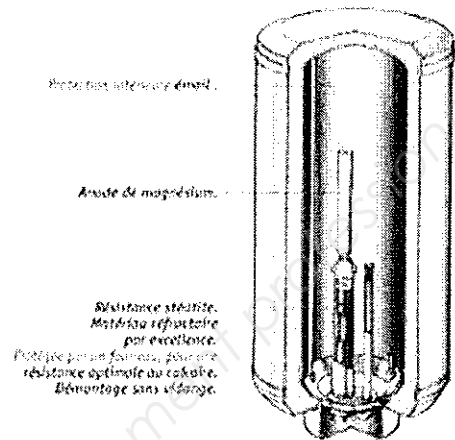
$$E_0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = - 0,44 \text{ V} \quad E_0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = - 2,36 \text{ V}$$

D.1. Il est protégé de la corrosion par une électrode de magnésium qui joue le rôle d'anode sacrificielle. Préciser le phénomène électrique se produisant à l'anode en écrivant la demi-équation associée au magnésium.

D.2. Écrire la demi-équation associée au métal de la cuve.

D.3. En déduire l'équation globale de la réaction chimique susceptible d'apparaître lors de l'utilisation du cumulus.

D.4. En admettant que la température soit égale à 25 °C et que les concentrations ioniques soient normales, exprimer puis calculer la tension de la pile ainsi formée entre la cuve et le magnésium.



## Annexe à rendre avec la copie

### Annexe 1 - Partie A, question 2 : Calcul du flux thermique

Dans les colonnes où l'unité n'est pas précisée, il s'agit de l'unité du Système International.

	S (m <sup>2</sup> )	U	θ <sub>e</sub> (°C)	θ <sub>i</sub> (°C)	Φ <sub>p</sub> (W)
Murs extérieurs					
Ouvertures					
<b>TOTAL</b>					

### Annexe 2 - Partie B, question 3 : calcul de l'aire d'absorption équivalente A<sub>1</sub> du local vide.

	Coefficient d'absorption	..... (.....)	Aire d'absorption équivalente (m <sup>2</sup> )
Plancher			
Murs et plafond			
Portes et baies vitrées			
A <sub>1</sub> =			

### Annexe 3 - Partie B, question 5.1 :

Matériau	Coefficient d'absorption	..... (.....)	Aire d'absorption équivalente (m <sup>2</sup> )
A <sub>3</sub> =			