

**BREVET DE TECHNICIEN**  
**SUPÉRIEUR**  
**ENVELOPPE DU BÂTIMENT**

**ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 2**

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée

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

**IMPORTANT : Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5 + la page de présentation.  
Assurez-vous qu'il est complet.**

**S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.**

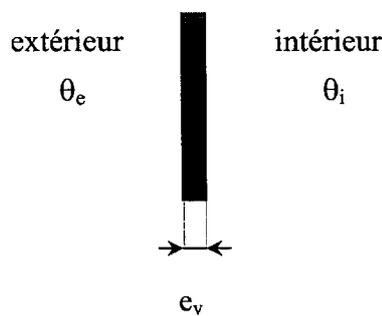
Les deux premières parties du sujet traitent de l'isolation thermique et acoustique d'un local, dans la troisième partie, on s'intéresse au métal utilisé pour les châssis de fenêtres, et aux risques de corrosion.

### I - Etude thermique (8 points)

On souhaite comparer les performances thermiques de deux types de vitrage :

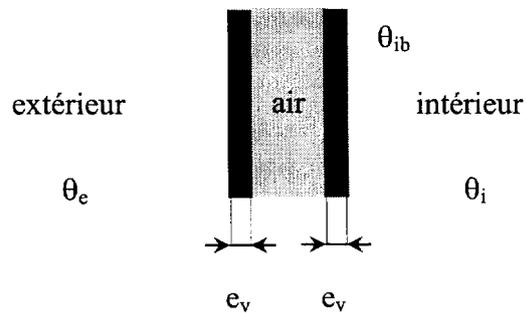
Vitrage A :

Vitrage simple d'épaisseur  $e_v = 6 \text{ mm}$



Vitrage B :

Double vitrage constitué de deux vitres d'épaisseur  $e_v = 6 \text{ mm}$ , séparées par une lame d'air de résistance thermique  $R = 0,48 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .



Données numériques :

- Température ambiante intérieure :  $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ;
- Température ambiante extérieure :  $\theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$  ;
- Surface de la vitre :  $S = 4 \text{ m}^2$  ;
- Conductivité thermique du verre :  $\lambda_v = 1,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- Résistance superficielle interne pour un mètre carré de paroi :  $r_i = \frac{1}{h_i} = 0,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  ;
- Résistance superficielle externe pour un mètre carré de paroi :  $r_e = \frac{1}{h_e} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  .

**I-1** Exprimez littéralement, puis calculez les résistances thermiques globales par mètre carré de paroi pour le vitrage A et pour le vitrage B, notées respectivement  $R_A$  et  $R_B$ .

**I-2** Exprimez littéralement, puis calculez le flux thermique à travers le vitrage A et le flux thermique à travers le vitrage B, notés respectivement  $\varphi_A$  et  $\varphi_B$ .

**I-3** Calculez les déperditions thermiques pour ces deux vitrages.

**I-4** Exprimez littéralement, puis calculez les températures de la surface interne de la paroi pour le vitrage A et pour le vitrage B, notés respectivement  $\theta_{iSA}$  et  $\theta_{iSB}$ .

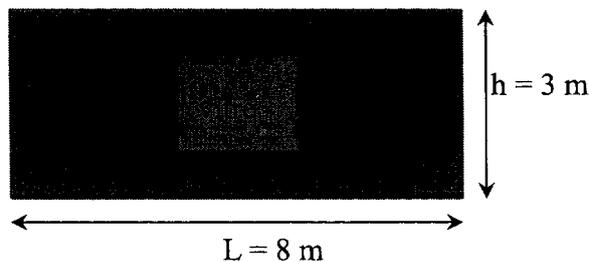
BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : EBE3SC		Page 1/5

**I-5** Le taux d'humidité de la pièce étant de 60% à la température ambiante de 20 °C, déterminez à l'aide du diagramme de Mollier joint en annexe à partir de quelle température il y aura condensation sur les parois. A partir des résultats de la question 4, indiquez les effets de l'humidité sur chacun des vitrages.

## II - Isolation acoustique (7 points)

On s'intéresse à l'isolation acoustique du mur face à un bruit routier dans le cas de l'emploi d'un double vitrage.

Le vitrage B étudié dans la partie I est utilisé dans la façade décrite ci-dessous :



L'analyse par bande d'octave du bruit issu de la rue donne les résultats suivants :

Fréquence médiane de la bande d'octave (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'intensité (dB)	71	70	66	65	63	57
Pondération type A	-16	-8,5	-3	0	1	1
Niveau d'intensité (dB(A))						

### II-1 Niveau d'intensité sonore résultant.

**II-1.1** Reprenez sur votre copie la dernière ligne du tableau et complétez la.

**II-1.2** Calculez, en dB(A), le niveau d'intensité sonore résultant, noté  $N_{R_A}$  de ce bruit routier.

On rappelle quelques relations d'acoustique :

$$I_R = I_0 \left[ \sum_i 10^{\frac{N_i}{10}} \right] \text{ et } N_R = 10 \log \frac{I_R}{I_0} \text{ avec } I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}.$$

### II-2 Etude du mur de béton avec le double vitrage étudié dans la partie I (voir schéma).

**II-2.1** Calculez la masse surfacique  $\sigma_b$  du mur en béton, ainsi que son indice d'affaiblissement  $R_b$ .

**II-2.2** Calculez la valeur de la masse surfacique  $\sigma_v$  de la vitre, ainsi que son indice d'affaiblissement  $R_v$ .

**II-2.3** En déduire l'indice d'affaiblissement global R, ainsi que le niveau sonore résultant derrière la façade en dB(A), noté  $N_R$ .

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : EBE3SC		Page 2/5

Données :

- masse volumique du béton :  $\rho_b = 2300 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- épaisseur du béton :  $e_b = 20 \text{ cm}$  ;
- épaisseur du verre :  $e_v = 6 \text{ mm}$  ;
- masse volumique du verre :  $\rho_v = 1200 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- surface de la vitre :  $S = 4 \text{ m}^2$  .

Loi de masse :

$$R = 17 \log \sigma + 4 \quad \text{si } \sigma < 150 \text{ kg.m}^{-2}$$

$$R = 40 \log \sigma - 46 \quad \text{si } \sigma > 150 \text{ kg.m}^{-2}$$

Dans ces expressions, R désigne l'indice d'affaiblissement en dB ou en dB(A),  $\sigma$  désigne la masse surfacique du matériau en  $\text{kg.m}^{-2}$  avec  $\sigma = \rho e$ .

$$\text{Coefficient de transmission pour un matériau : } \tau = 10^{-\frac{R}{10}} .$$

$$\text{Coefficient de transmission moyen d'une paroi composite : } \langle \tau \rangle = \frac{\sum_i \tau_i S_i}{\sum_i S_i} .$$

$$\text{Indice d'affaiblissement d'une paroi composite : } R = 10 \log \frac{1}{\langle \tau \rangle} .$$

### III - Oxydoréduction (5 points)

Action de l'air humide sur un châssis de fenêtre en aluminium.

Données : masses molaires atomiques :

$$M_{\text{Al}} = 27 \text{ g.mol}^{-1} ; M_{\text{O}} = 16 \text{ g.mol}^{-1} ; M_{\text{H}} = 1 \text{ g.mol}^{-1} .$$

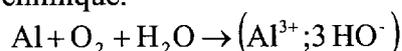
Couples oxydant réducteur – potentiels standards :

Couple oxydant/réducteur	Potentiel standard (V)	Demi-équation électronique
$\text{O}_2/\text{HO}^-$	0,4	$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{HO}^-$
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	0,34	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,44	$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1,67	

**III-1** Ecrivez et équilibrez la demi-équation électronique du couple  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$ .

**III-2** L'exposition de l'aluminium à l'air humide provoque une réaction chimique qui produit de l'alumine de formule  $\text{Al}(\text{OH})_3$  qui, sous forme ionique, peut aussi s'écrire  $(\text{Al}^{3+}; 3 \text{HO}^-)$ .

A l'aide des deux demi-équations des couples  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  et  $\text{O}_2/\text{HO}^-$ , équilibrez l'équation bilan suivante qui résulte de cette réaction chimique.



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : EBE3SC		Page 3/5

**III-3** Une masse  $m = 100$  g d'aluminium a réagi avec le dioxygène de l'air et l'eau pour former de l'alumine.

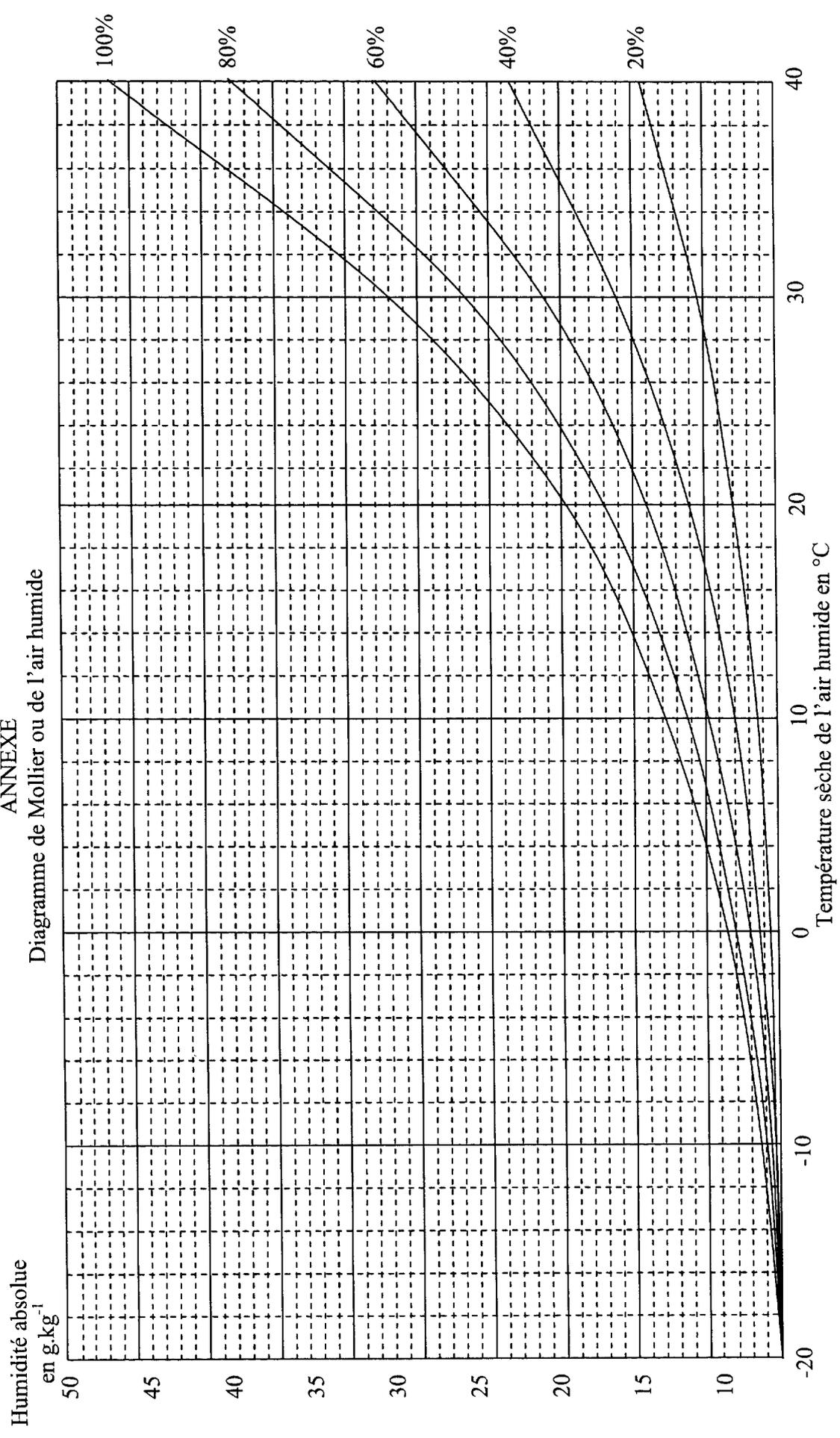
**III-3.1** Calculer la masse molaire de l'alumine.

**III-3.2** Quelle est la quantité de matière qui a réagi ?

**III-3.3** Quelle est la masse d'alumine formée ?

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : EBE3SC		Page 4/5

ANNEXE  
Diagramme de Mollier ou de l'air humide



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2004
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : EBE3SC		Page 5/5