



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ENVELOPPE DU BÂTIMENT

ÉPREUVE U32 : SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2011

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999)

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

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 1/6

Thème : Quelques travaux de rénovation dans un commerce

Partie I : Amélioration de l'isolation de la façade vitrée

Partie II : Quelques aspects de la chimie de la chaux

Partie III : Vérification de la ventilation

Les parties I, II et III sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

Le propriétaire d'un commerce souhaite effectuer quelques travaux de rénovation.
La vitrine du commerce a une longueur $L = 20,0$ m et une hauteur $H = 3,00$ m.

Partie I : Amélioration de l'isolation de la façade vitrée (8 points)

On supposera que les températures intérieure et extérieure sont respectivement $\theta_i = 20,0$ °C (dans le cadre de l'utilisation normale du local) et $\theta_e = 3,00$ °C (température extérieure la plus basse enregistrée dans la zone au cours des dix dernières années).

Les coefficients d'échanges superficiels intérieur h_i et extérieur h_e sont estimés à :
 $h_i = 8,00 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ et $h_e = 23,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

I-1 / Dans un premier temps, on s'intéresse au bilan thermique de l'existant.

Le vitrage actuel est un vitrage simple d'épaisseur $e_s = 8,00$ mm, constitué d'un verre plat de conductivité thermique $\lambda = 1,00 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

I-1.1. Exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique r_s de ce vitrage.

I-1.2. Donner l'expression de la densité de flux thermique φ_s à travers ce vitrage. Calculer φ_s .

I-1.3. Donner l'expression des pertes thermiques (ou encore du flux thermique) Φ_s à travers le vitrage en fonction de φ_s et des dimensions du vitrage. Calculer Φ_s .

I-2 / Dans un deuxième temps, on s'intéresse aux améliorations possibles.

Dans le cadre de la rénovation du local récemment acheté, le commerçant fait appel à un fournisseur qui lui propose d'améliorer les qualités d'isolation thermique de la façade en remplaçant le simple vitrage par un double vitrage.

Les deux solutions techniques proposées par le fournisseur exploitent un verre de conductivité thermique $\lambda = 1,00 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Dans les deux cas, la lame d'air entre les deux épaisseurs de verre a pour épaisseur $e_{\text{air}} = 16,0$ mm et pour résistance thermique surfacique r_{air} .

- Cas 1 : double vitrage symétrique (de type 4-16-4)

Les deux épaisseurs de verre sont identiques et égales à $e = 4,00$ mm.

- Cas 2 : double vitrage asymétrique (de type 10-16-4)

Les deux épaisseurs de verre sont respectivement $e_e = 10,0$ mm (verre extérieur) et $e_i = 4,00$ mm (verre intérieur).

I-2.1. Etablir l'expression des résistances thermiques surfaciques r (double vitrage symétrique) et r' (double vitrage asymétrique) de ces deux vitrages.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 2/6

I-2.2. Le graphique de la figure 1 donne la variation de la résistance thermique surfacique r_{air} de la lame d'air (supposé immobile) en fonction de son épaisseur e_{air} .

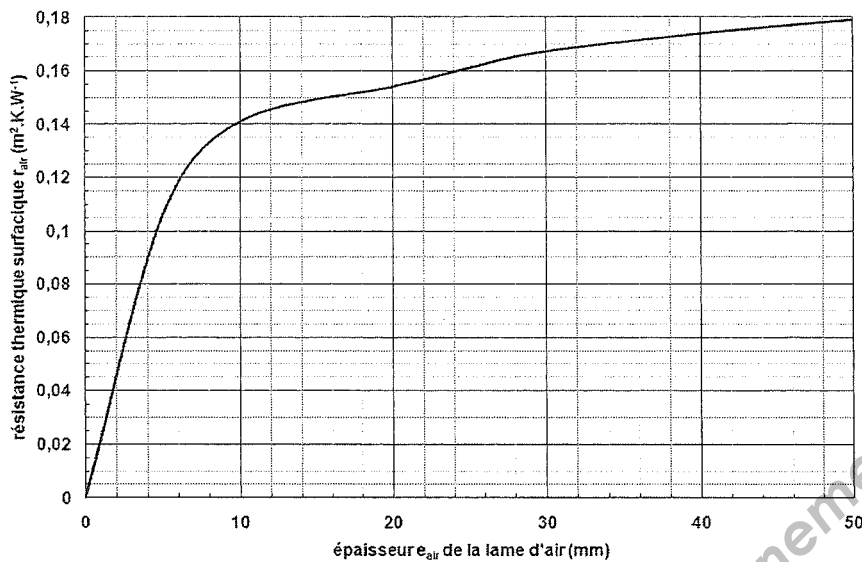


figure 1

I-2.2.1. Déterminer graphiquement la résistance thermique r_{air} de la lame d'air d'épaisseur e_{air} pour les doubles vitrages considérés.

I-2.2.2. En déduire les valeurs numériques des résistances thermiques surfaciques r et r' .

I-2.3. Après avoir donné leurs expressions littérales, calculer alors les densités de flux thermique φ et φ' à travers les doubles vitrages symétrique et asymétrique respectivement.

I-2.4. On étudie les températures de surface pour un vitrage simple.

I-2.4.1. Pour le vitrage **simple** (d'épaisseur $e = 8,00$ mm), exprimer puis calculer les températures de surface intérieure et extérieure, que l'on notera respectivement θ_{Si} et θ_{Se} .

I-2.4.2. Représenter l'allure du profil de température de part et d'autre et à l'intérieur de la vitre **simple**. On ne demande pas de respecter une quelconque échelle.

I-2.5. Les températures de surface intérieure et extérieure pour les deux types de doubles vitrages sont données dans le tableau ci-dessous :

Type de double vitrage	symétrique	asymétrique
Température de surface intérieure (en °C)	13,5	13,5
Température de surface extérieure (en °C)	5,30	5,30

En vous appuyant sur les données du tableau et l'ensemble des résultats obtenus :

- conclure quant à l'intérêt d'un double vitrage par rapport à un vitrage simple,
- conclure quant à l'intérêt spécifique de l'asymétrie du double vitrage en termes de performances d'isolation thermique.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 3/6

Partie II : Quelques aspects de la chimie de la chaux

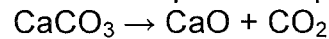
(6 points)

Données :

- *Masses molaires atomiques :*
 $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Ca) = 40,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$
- *Volume molaire des gaz dans les conditions usuelles de température et de pression :*
 $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$
- *Capacité thermique massique de l'eau, supposée constante :* $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$
- *Chaleur latente de vaporisation de l'eau :* $L_V = 2,25 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$

Afin d'en améliorer l'esthétique, le propriétaire se propose d'appliquer de la chaux éteinte sur un mur du local. Celle-ci est obtenue par extinction de la chaux vive.

II-1 / La chaux vive (principalement de l'oxyde de calcium CaO) est une poudre blanche obtenue par décomposition thermique (ou pyrolyse) du calcaire (de formule chimique CaCO₃) aux environs de 900 °C. Cette pyrolyse produit un fort dégagement de dioxyde de carbone CO₂. L'équation de la réaction chimique correspondante s'écrit :



- II-1.1.** Calculer la quantité de matière (ou nombre de moles) de dioxyde de carbone produite par la décomposition thermique d'une masse $m = 1,00 \text{ kg}$ de calcaire.
- II-1.2.** En déduire le volume occupé par le dioxyde de carbone produit une fois celui-ci ramené dans les conditions usuelles de température et de pression.

II-2 / La chaux aérienne, ou chaux éteinte, est ensuite obtenue par réaction de la chaux vive avec de l'eau (étape d'extinction de la chaux vive). Elle est constituée surtout d'hydroxyde de calcium, de formule chimique Ca(OH)₂.

- II-2.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction associée à la transformation chimique entre la chaux vive et l'eau.
- II-2.2.** Calculer la masse d'eau tout juste nécessaire à l'hydratation de 1,00 kg de chaux vive.

II-3 / La notice d'utilisation de la chaux vive précise « *qu'il s'agit d'un produit potentiellement dangereux : en cas de mélange de grandes quantités de **chaux vive** et d'eau, la chaleur dégagée ($Q = 1155 \text{ kJ}$ pour 1 kg de chaux vive) est telle que l'eau peut se mettre à bouillir et projeter de la chaux, qui est corrosive. Il est de ce fait conseillé d'utiliser une blouse ou un bleu de travail, des lunettes et des gants lors de la manipulation, de verser progressivement la poudre dans l'eau et non l'inverse et de brasser le mélange eau/chaux vive tout au long de sa préparation, ceci afin de limiter les risques de projection* ».

II-3.1. On considère une masse d'eau m' , initialement à la température $\theta_i = 20,0 \text{ °C}$, que l'on suppose portée à ébullition ($\theta_{\text{éb}} = 100 \text{ °C}$ sous la pression atmosphérique normale) grâce à la chaleur dégagée par l'extinction de la chaux vive. Quelle est la valeur de la masse m' ainsi transformée en vapeur si on éteint 1,00 kg de chaux vive ?

II-3.2. En vous appuyant sur le résultat obtenu, commenter brièvement les précautions d'utilisation de la chaux vive.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 4/6

Partie III : Vérification de la ventilation

(6 points)

Données :

- diamètre de la canalisation du système de ventilation : $d = 15,0 \text{ cm}$
- masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,20 \text{ kg.m}^{-3}$
- masse volumique du mercure : $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ kg.m}^{-3}$
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

On rappelle l'expression de l'invariant de Bernoulli : $P + \rho g z + (1/2) \rho v^2 = \text{cte}$

Le commerçant, soucieux de vérifier son système de VMC, se penche sur les dispositifs permettant de mesurer le débit volumique d'air dans les canalisations. Après quelques recherches sur internet, il trouve séduisante l'utilisation des tubes de Pitot, dispositifs très utilisés dans l'aviation pour mesurer la vitesse d'un écoulement en le perturbant de façon minimale. Le dispositif, placé dans l'écoulement, peut être schématisé comme présenté sur la **figure 2**.

Le tube de Pitot est muni en A d'une prise de pression à point d'arrêt et en B d'une prise latérale de pression. Les points A et B sont sur la même ligne de courant. On supposera donc :

- en A, $v = v_A = 0,00 \text{ m.s}^{-1}$
- en B, $v = v_B$, vitesse de l'écoulement par rapport au tube de Pitot

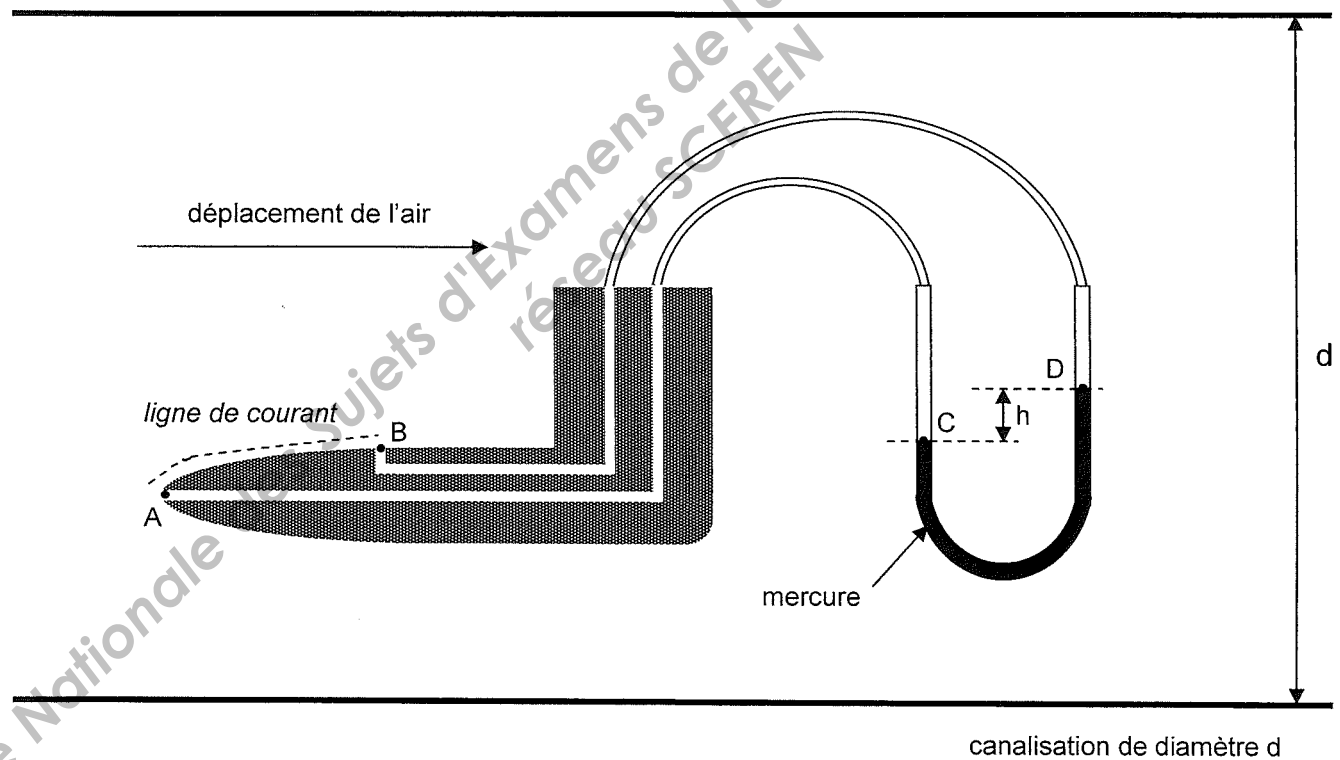


figure 2

La différence de pression entre les points A et B induite par la différence de vitesse entre ces points est intégralement transmise au mercure contenu dans un tube en U de section constante jouant le rôle d'un manomètre différentiel (le fluide est donc considéré comme

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 5/6

incompressible). L'air entre A et C, ainsi qu'entre B et D, est au repos. On a donc $P_C = P_A$ et $P_D = P_B$.

III-1 / Rappeler la loi fondamentale de la statique des fluides.

III-2 / En exploitant la loi fondamentale de la statique des fluides, établir une relation entre P_A , P_B , ρ_{Hg} , g et h .

III-3 / Les points A et B sont à la même altitude $z_B = z_A$ (**figure 3**). En appliquant le théorème de Bernoulli le long de la ligne de courant entre A et B, exprimer la variation de pression $P_A - P_B$ en fonction de la vitesse v_B et de la masse volumique de l'air ρ_{air} .

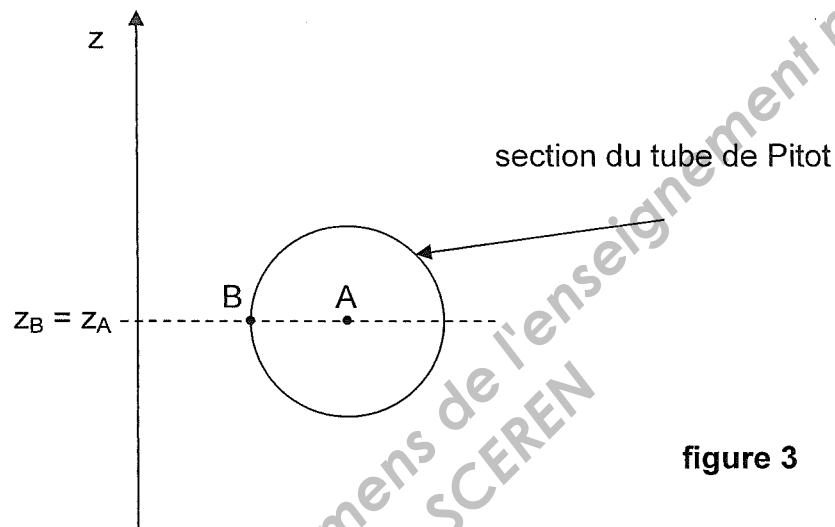


figure 3

III-4 / A partir des questions précédentes, montrer que l'expression de la hauteur h en fonction des masses volumiques du mercure ρ_{Hg} et de l'air ρ_{air} , de g et de la vitesse v_B est :

$$h = \frac{\rho_{air} \times v_B^2}{2 \times \rho_{Hg} \times g}$$

III-5 / En déduire l'expression de la hauteur h en fonction de ρ_{air} , ρ_{Hg} , du débit volumique d'air Q_V dans la canalisation et de son diamètre d .

III-6 / Calculer la valeur de h si le débit volumique Q_V vaut $75,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, valeur attendue si le système de ventilation fonctionne correctement. Conclure quant à la possibilité d'utiliser un tel tube de Pitot pour mesurer le débit volumique Q_V .

III-7 / Le remplacement du mercure par un autre fluide permettrait-il d'améliorer la sensibilité de l'appareil ?

FIN

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT	SUJET	Session 2011
Épreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 11-EBE3SC1		Page 6/6