



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.**

Campagne 2012

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT

SESSION 2012

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

durée : 1 heure 30 min
coefficient : 1,5

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 (Circulaire n°99-186, 16/11/1999)

Documents à rendre avec la copie :

- document réponse..... page 7

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose, d'une page de garde 1/1 et de 7 pages, numérotées de 1 à 7.

Les deux problèmes sont indépendants.

BTS SYSTEMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT		SESSION 2012
SCIENCES PHYSIQUES	CODE : SCE3SC	page 1/1

Les deux problèmes sont totalement indépendants. Dans chaque problème, les parties sont également indépendantes.

Problème 1 : Transferts thermiques et changements d'état

Un technicien chargé d'effectuer un bilan thermique d'une maison à structure bois se rend sur le chantier un jour d'hiver où la température extérieure de l'air θ_e vaut $-5,00^\circ\text{C}$.

Il analyse dans un premier temps la cuisine de dimensions $L = 4,00\text{ m}$, $l = 3,00\text{ m}$ et $h = 2,75\text{ m}$. Elle possède un système de ventilation qui permet un renouvellement de l'air en 1h30. La température θ_i de cette pièce est égale à $19,0^\circ\text{C}$.

I. Transferts thermiques

On analysera dans cette partie l'énergie nécessaire au chauffage de l'air renouvelé dans la cuisine puis aux échanges thermiques à travers une paroi extérieure.

I.1 On note C_m la capacité thermique massique de l'air et ρ sa masse volumique.

Exprimer l'énergie Q reçue sous forme de chaleur par l'air extérieur lors d'un renouvellement total de l'air de la cuisine en fonction du volume V de celle-ci, de ρ , de C_m et des températures θ_i et θ_e . Calculer la valeur de Q .

I.2 Calculer la valeur en watts de la puissance thermique P_a reçue par l'air de cette cuisine.

I.3 La cuisine n'a qu'une paroi en contact avec l'extérieur. Toutes les autres parois séparent la cuisine d'autres pièces dont la température vaut $19,0^\circ\text{C}$. La surface en contact avec l'extérieur a une surface totale S_T de $12,0\text{ m}^2$ et comprend une fenêtre de surface S_v égale à $2,00\text{ m}^2$.

On note respectivement K_b et K_v les coefficients globaux de transferts thermiques des éléments non vitrés de la paroi et de la fenêtre.

Exprimer les flux thermiques ϕ_b et ϕ_v à travers les éléments non vitrés et à travers la fenêtre. Calculer numériquement ces deux flux.

I.4 Le système de ventilation est couplé à un système de chauffage qui en régime permanent assure le maintien en température de cette pièce un jour d'hiver.

I.4.a) Calculer alors la puissance thermique totale P que devra fournir le système de chauffage.

I.4.b) Sachant que le kWh est facturé $0,121\text{ €}$, calculer le coût de fonctionnement pour la cuisine du système de chauffage en une journée d'hiver.

II. Chaudière à condensation.

Le propriétaire de la maison souhaite remplacer sa chaudière classique par une chaudière à condensation. Quelques éléments de documentation sur le principe de fonctionnement de cette chaudière figurent en banque de données.

II.1 Pourquoi une chaudière à condensation permet-elle de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage d'une habitation par rapport à une chaudière traditionnelle ? Cette solution est-elle de même nature que celle consistant à accroître l'isolation (la réponse sera justifiée) ?

II.2 Le document fourni en banque de données indique que les produits de condensation sont principalement du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau. Si la chaudière fonctionne au propane, de formule chimique C_3H_8 , écrire et équilibrer l'équation de combustion de ce gaz dans le dioxygène.

II.3 Quelle(s) différence(s) faites-vous entre les "produits de combustion" et les "condensats" ?

II.4 Le propriétaire de la maison vous indique que sa consommation annuelle de propane est de 2,30 tonnes. Vous souhaitez vérifier que la documentation prévoyant une économie d'énergie de 15% à 20 % est plausible.

En première approximation, l'énergie E_T dégagée par la combustion du propane se répartit entre l'énergie E_s utilisée pour chauffer l'eau à travers l'échangeur – partie utile pour le chauffage – et l'énergie E_v nécessaire à la vaporisation de l'eau produite par la combustion (énergie non récupérée dans une chaudière classique).

II-4-a) Calculer numériquement les énergies E_T , E_s et E_v pour une année de chauffage.

II-4-b) Quelle serait la quantité de propane nécessaire au chauffage de l'habitation si toute l'énergie de combustion était utilisée pour réchauffer l'eau de chauffage à travers l'échangeur (cas d'une chaudière à condensation idéale) ?

II-4-c) Conclure sur l'économie effectivement réalisée par une telle chaudière. Citer un facteur qui pourrait expliquer l'écart entre l'économie d'énergie évoquée par la publicité et celle obtenue par calcul dans la question II-4-b).

PROBLEME 2 : Etude statique et dynamique d'un monte tuiles

On utilise fréquemment sur les chantiers un appareil destiné à hisser des palettes de tuiles sur les toits. Ce « monte-tuiles » est constitué d'une échelle sur les rails de laquelle roule un chariot tracté par un câble et un moteur électrique. L'échelle épouse la forme du toit. Le dispositif est équipé de deux systèmes de freinage :

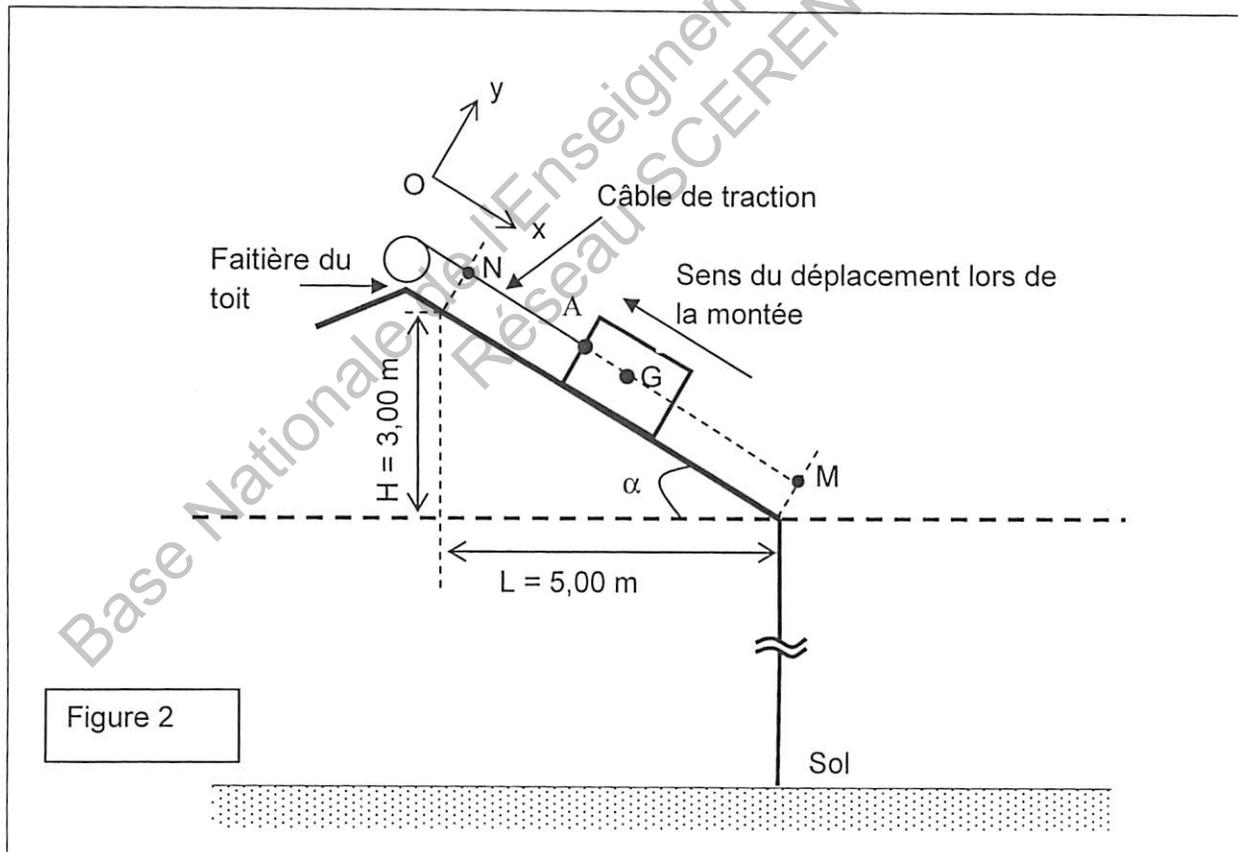
- ✦ un frein d'arrêt immobilisant le chariot sur le toit lors du chargement ou du déchargement des tuiles ;
- ✦ un frein de secours entrant en action lorsque la vitesse du chariot atteint $2,00 \text{ m.s}^{-1}$. Ce frein peut par exemple entrer en action en cas de défaillance du frein d'arrêt.

Par ailleurs, des contrôles réguliers de l'ensemble du dispositif assurent la sécurité des personnels et du matériel.



Le chariot du monte tuiles et la charge hissée ont une masse globale m égale à 100 kg . Cet ensemble est schématisé ci-dessous par un solide parallélépipédique de centre d'inertie G . Le câble de traction, tracté par un moteur électrique, est accroché en A .

L'étude portera uniquement sur la partie inclinée du toit (voir schéma simplifié ci-dessous).



Dans tout le problème, on prendra $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$

Partie I : Etude statique

Le chariot est en équilibre dans la position de la figure 2. L'intensité de la force de traction \vec{F} exercée par le câble est égale à 400 N.

L'action du plan incliné sur le bloc peut-être représentée par une force \vec{R} qui a deux composantes : l'une, \vec{R}_T , parallèle au plan incliné et l'autre, \vec{R}_N , normale à celui-ci.

- I.1 Déterminer la valeur de l'angle α du plan incliné.
- I.2 Représenter sans souci d'échelle sur le **document réponse n°1 à rendre avec la copie** les forces exercées sur le chariot.
- I.3 Ecrire la condition d'équilibre du chariot.
- I.4 En projetant la relation précédente sur les deux axes Ox et Oy :
 - I.4.1 Exprimer littéralement les composantes \vec{R}_T et \vec{R}_N de la réaction du support et calculer leurs valeurs.
 - I.4.2 En déduire le coefficient de frottement statique μ_s .

Partie II : Etude dynamique

A un instant $t = 0$, le frein d'arrêt se libère accidentellement lorsque le chariot se trouve au niveau de la faitière à une hauteur $H = 3,00$ m. Le câble de traction ne le retenant plus, le chariot glisse en suivant la pente du plan incliné jusqu'au déclenchement du frein de secours.

Lorsque le chariot est en mouvement, la composante tangentielle de la force de frottement vaut $R_T = 50,0$ N.

- II.1 Ecrire la relation fondamentale de la dynamique appliquée au chariot.
- II.2 Mouvement du chariot en l'absence de freinage.
 - II.2.a) En projetant sur l'axe Ox donner l'expression littérale de l'accélération du chariot et en déduire sa valeur numérique.
 - II.2.b) Quelle est la nature du mouvement du chariot ?
 - II.2.c) Le frein de secours se déclenche à une date t_1 lorsque la vitesse v du chariot atteint $2,00 \text{ m.s}^{-1}$. Calculer cette date et en déduire la distance parcourue par le chariot avant l'entrée en service du frein de secours.
- II.3 Une fois en action, le frein de secours immobilise le chariot sur une distance Δx égale à 30,0 cm.

Pour déterminer l'intensité de la force, \vec{F}_f , exercée par le frein de secours sur le chariot on utilisera le théorème de l'énergie cinétique. On suppose cette force constante pendant le freinage.

L'étude est effectuée sur la distance Δx . Les forces exercées sur le chariot sont le poids \vec{P} , la réaction \vec{R} du plan incliné et la force de freinage \vec{F}_f de même direction que le mouvement.

 - II.3.a) Exprimer les travaux $W(\vec{P})$, $W(\vec{F}_f)$ et $W(\vec{R})$ des forces appliquées au chariot en fonction de m , Δx , α , g , F_f et R_T .
 - II.3.b) On note v_i la vitesse du chariot lors de l'entrée en service du frein de secours. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer puis calculer l'intensité de la force de freinage exercée par le frein de secours.

BANQUE DE DONNEES

- ✚ Capacité thermique massique de l'air $C_{\text{air}} : 1,00 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- ✚ Masse volumique de l'air $\rho_{\text{air}} : 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- ✚ Coefficient de transmission thermique (ou conductance thermique surfacique) du verre : $3,00 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.
- ✚ Coefficient de transmission thermique (ou conductance thermique surfacique) des éléments non vitrés de la paroi : $0,33 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.
- ✚ Chaleur latente de liquéfaction ou énergie massique de liquéfaction de la vapeur d'eau : $2,27 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- ✚ Pouvoir combustible du propane : la combustion d'1 kg de propane libère $50,4 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- ✚ Quantité d'eau formée par la combustion d'une masse de 1,00 kg de propane : 1,63 kg.
- ✚ Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

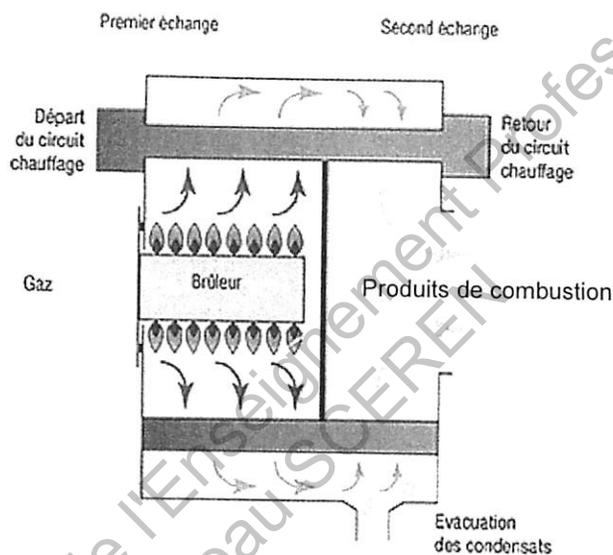
Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Chaudière à condensation.

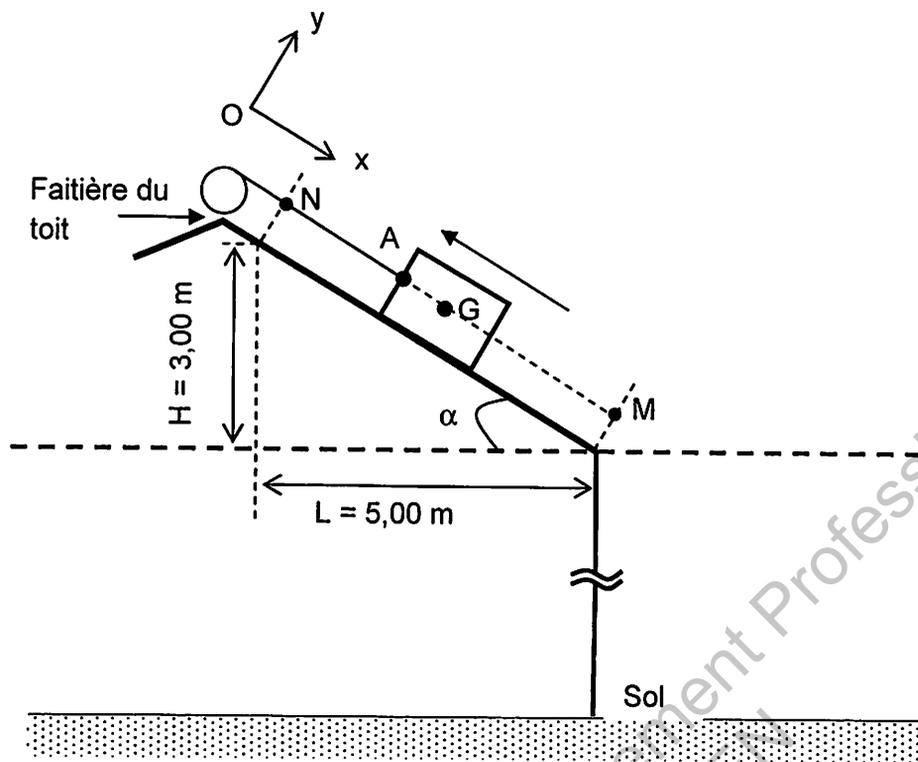
Une chaudière à condensation permet de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage de 15 à 20% par rapport à une chaudière standard récente.

Dans une chaudière classique, même à haut rendement (basse ou très basse température) les pertes thermiques de la chaudière se font principalement par les produits résultant de la combustion dont la température est plus importante que celle de l'air. Parmi eux, se trouve entre autres, de la vapeur d'eau, issue de la réaction chimique de combustion qui, si la chaudière est bien réglée, produit principalement de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone (CO_2).

Lors du passage de l'état gazeux à l'état liquide, l'eau restitue de l'énergie, appelée chaleur latente de liquéfaction. Cette énergie ne peut être récupérée si la vapeur d'eau s'échappe dans l'atmosphère. Le rôle de la chaudière à condensation est donc de récupérer une partie de cette énergie, en condensant la vapeur d'eau contenue dans les produits de combustion et de la transmettre à l'eau du circuit de chauffage. On utilise un échangeur condenseur dans lequel circule l'eau de retour chauffage de basse température. En se condensant, la vapeur se transforme en eau liquide et fournit de l'énergie ainsi récupérée. L'eau condensée est ensuite évacuée vers un conduit d'évacuation des eaux usées.



D'après wikipédia et Chaffoteaux



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN