

DOSSIER T

TRAVAIL DEMANDE

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T1/11

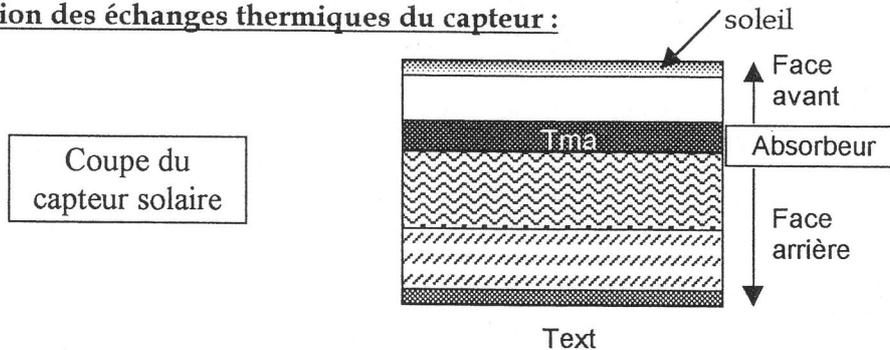
A- Etude thermique

PARTIE 1 : Performance du capteur solaire

Conditions de fonctionnement

- Flux solaire : 750 W.m^{-2}
- Température moyenne de l'absorbeur : $T_{ma} = 90^\circ\text{C}$
- Température extérieure : 5°C
- Rendement du capteur dans les conditions ci-dessus : $\eta = \frac{P \text{ utile capteur}}{\text{Flux solaire total}} = 77 \%$

Modélisation des échanges thermiques du capteur :



- L'absorbeur est assimilé à une plaque plane en contact avec l'isolant
- Le contact entre les matériaux est supposé parfait
- Coefficient de convection sur la face arrière du capteur : $h=14 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- Les échanges par rayonnement sur la face arrière du capteur sont négligés

Question 1 :

documents : Dossier D : page D2/9

Calculer le coefficient de transmission surfacique U_r de la face arrière du capteur.
(laine de roche, mousse polyuréthane, aluminium)

Evaluation :
 - recherche des données dans un document technique
 - expression analytique
 - résultat numérique

Question 2 :

documents : Dossier D : page D2/9

Le constructeur du capteur indique un coefficient de transmission surfacique de la face arrière du capteur $U_r = 0,45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

La surface de la face arrière est assimilée à la surface de l'absorbeur.

Calculer le flux thermique (en watt) traversant la face arrière d'un capteur.

Evaluation :
 - expression analytique
 - résultat numérique

Question 3 :

Calculer la puissance utile du capteur.

Calculer les pertes thermiques totales (en watt) du capteur dans les conditions de fonctionnement indiquées.

Evaluation :
 - expression analytique
 - résultat numérique

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T2/11

PARTIE 2 : Bilan énergétique de l'installation

Le constructeur propose un ballon de stockage d'eau chaude sanitaire de 300 litres. Le client souhaite connaître les performances de l'installation en dehors de la saison estivale. Une simulation du comportement de l'installation est réalisée à partir des données météorologiques d'une journée ensoleillée du mois de mars. La montée en température de l'eau au cours de la journée dans un ballon de 300 litres (sans puisage et sans utilisation de l'énergie d'appoint) est représentée sur le graphe page D3/9.

Données :

- Température d'eau froide : 10°C
- Masse volumique de l'eau sanitaire : 1000 kg.m⁻³
- Chaleur massique de l'eau sanitaire : 4185 J.kg⁻¹.K⁻¹
- Rendement de la chaudière en production ECS : 35 %.
- PCI du fioul : 11,8 kWh.kg⁻¹
- Masse volumique du fioul : $\rho = 860 \text{ kg.m}^{-3}$
- Coût pour 1 litre de fioul : 0,42 €

Question 1 :

documents : Dossier D : pages D3/9, P2/2

**Déterminer la puissance moyenne reçue par les panneaux solaires entre 16h et 17h.
En déduire l'énergie absorbée par les 2 panneaux entre 16 h et 17 h.**

Evaluation : - méthode de calcul

Question 2 :

documents : Dossier D : page D3/9

Calculer l'énergie stockée dans le ballon à 7 h et à 17 h.

Evaluation : - détail des calculs

Question 3 :

documents : Dossier d page D3/9

L'énergie totale reçue par les panneaux le 5 mars 2000 entre 7 h et 17 h est 30,94 kWh

Calculer l'énergie perdue. Indiquer les origines de ces pertes en complétant le document réponse dossier R page R2/3

Evaluation : - détail des calculs
- clarté du schéma, inventaire des pertes thermiques

Question 4 :

L'échangeur d'appoint, situé en partie supérieure du ballon, est relié à une chaudière. La chaudière relève la température du ballon à 55°C. La production d'eau chaude sanitaire par la chaudière démarre à partir de 16 h.

Energie fournie par l'échangeur d'appoint : 2,1 kWh (300 litres)

Calculer le coût pour produire de l'eau chaude sanitaire à 55 °C.

Evaluation : - détail des calculs

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET	
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS		SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8	T3/11

B - Vérification hydraulique du circulateur

L'étude suivante permettra de vérifier si la pompe prévue est adaptée à notre installation.

Circuit étudié : circuit « capteurs solaires » incluant :

- Chaque capteur est constitué de 9 tubes cuivre Ø8×1 de longueur L=1,88 m en parallèle
- Les **2 capteurs** sont montés en parallèle
- **25 m** de tubes cuivre Ø22×1 pour les raccords
- 1 préparateur d'ECS solaire de 300 litres avec appoint par chaudière B300/2

Fluide : mélange antigel « eau/propylène glycol » dans les proportions 60 /40 % volumique

- débit : **170 l/h** (débit optimal pour les 2×2,16 m² de capteurs)
- température moyenne : **80°C**

Rappels :

- perte de charge linéique : $J = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{\rho \cdot w^2}{2}$
 - λ : coefficient de pertes de charge
 - l : longueur
 - d : diamètre
 - ρ : masse volumique
 - w : vitesse
 - ν : viscosité cinématique en [m²/s]
 - ε : rugosité
- nombre de Reynolds : $Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$
- écoulement :
 - laminaire si $Re < 2000$ et dans ce cas $\lambda = \frac{64}{Re}$
 - turbulent si $Re > 2000$ et dans ce cas $\lambda = 0,79 \sqrt{\frac{\varepsilon}{d}}$
- perte de charge singulière : $J = \xi \times \frac{\rho \cdot w^2}{2}$
 - ξ : coefficient de singularité
- en régime turbulent, les pertes de charge évoluent avec le carré du débit
 - $J = Z \cdot Q_v^2$
 - z : résistance hydraulique

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T4/11

PARTIE 1 : Perte de charge des capteurs

La perte de charge totale des capteurs (18 tubes en parallèle) sera considérée égale à la seule perte de charge linéique d'un tube $\varnothing 8 \times 1$ (pertes de charge des collecteurs $\varnothing 22 \times 1$ négligées) parcouru par le débit approprié.

Question 1 :

Calculer le débit en [l/h] et la vitesse en [m/s] d'écoulement du fluide dans un tube $\varnothing 8 \times 1$.

Evaluation : - exploitation des documents techniques
- détail des calculs

Question 2 :

documents : Dossier D : page D7/9

Calculer le nombre de Reynolds.

Evaluation : - exploitation des documents techniques
- détail des calculs

Question 3 :

documents : Dossier D : pages D7/9, D2/9

Calculer la perte de charge des capteurs en [Pa].

Evaluation : - exploitation des documents techniques
- détail des calculs

Question 4 :

documents : Dossier D : page D7/9

Comment évolue une perte de charge avec la température ?

Evaluation : - exploitation des documents techniques
- explication du raisonnement suivi

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T5/11

PARTIE 2 : Vérification de la pompe de circulation

La pompe de circulation proposée pour la station solaire est du type WILO RS25/60r.

Question 1 :

documents : Dossier D : pages D2/9, D6/9, D7/9, P2/2

Les pertes de charges linéaires sont déterminées avec l'abaque page D6/9

Les pertes de charge singulières du circuit seront calculées comme suit :

- pertes de charge des coudes et raccords : considérées égales à 15% des pertes de charges linéaires,
- pertes de charge des 2 clapets antiretour : $\xi = 10$ par clapet

Déterminer les pertes de charge totales en [Pa] du circuit de raccordement avec de l'eau pure à 80°C.

En déduire la valeur des pertes de charge totales avec le mélange eau + antigél en appliquant le facteur de correction obtenu à partir du tracé de la courbe de dilution à 40 %.
(D7/9)

Evaluation :
- exploitation des documents techniques
- détail des calculs

Question 2 :

documents : Dossier D : page D4/9

Calculer la perte de charge en [Pa] de l'échangeur EI du préparateur pour un débit de mélange antigél de 170 l/h.

Evaluation :
- exploitation des documents techniques
- détail des calculs

Question 3 :

documents : Dossier D : page D5/9

Pour cette question, considérez que la perte de charge totale du circuit « capteurs solaires » est de : 1000 Pa (\approx résultat Q1+ Q2)

La pompe est-elle bien adaptée au circuit « capteurs solaires » ?

Pour obtenir effectivement 170 l/h de mélange antigél dans le circuit, quelle doit être la valeur de la perte de charge à rajouter si la pompe est réglée en vitesse 2 ?

Evaluation :
- exploitation des documents techniques
- détail des calculs
- justification du raisonnement suivi

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET	
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS		SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8	T6/11

C - Représentation graphique

En vue de la réalisation de la fosse enterrée pouvant accueillir la cuve fioul, vous devez réaliser les plans nécessaires. Ces plans seront par la suite fournis au lot gros œuvre afin d'implanter la cuve à l'extérieur du bâtiment.

Question 1 :

documents : Dossier D : pages D8/9, D9/9

- extrait de la réglementation sur le stockage du fioul
- documentation constructeur cuve : modèle 3000 litres Simple Paroi SP

Sur le format A3H fourni (feuille R3/3) définir, à l'aide d'un croquis à main levée la géométrie de la fosse destinée à accueillir la cuve.

Indiquer les cotes nécessaires.

Evaluation :

- capacité à exploiter un document technique
- respect de la réglementation stockage du fioul
- respect des normes de dessin technique (échelle, nature de traits, correspondance entre les vues, cotation...)
- propreté de la représentation

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T7/11

D - Combustion

Le générateur fioul haut rendement est placé dans le local chaufferie prévu à cet effet. On se propose d'étudier la combustion du fioul dans les conditions nominales de fonctionnement dans le but de déterminer les besoins en combustible et air comburant.

- rendement utile du générateur : 93 %
- puissance utile générateur : 18 kW
- excès d'air : 50 %
- température de l'air : 10 °C et pression d'air 101325 Pa
- température de fumées : 130 °C et pression en sortie de conduit 101325 Pa
- caractéristiques de la combustion stœchiométrique (T = 273 K et P = 101325 Pa) du fioul :

Caractéristiques	Pouvoir comburivore (m ³ /kg combustible)	Pouvoir fumigène humide (m ³ /kg combustible)
Fioul domestique	10.8	10.2

- PCI fioul : 41 992 kJ/kg
- Loi de Mariotte : $P.V / T = \text{Constante}$

Question 1 :

Déterminer le débit nominal de fioul

- Evaluation :
- détail des calculs
 - résultat numérique

Question 2 :

Déterminer le volume d'air nécessaire à la combustion dans les conditions réelles de fonctionnement.

- Evaluation :
- détail des calculs
 - résultat numérique

Question 3 :

documents : Dossier D : page D8/9

A partir de la réglementation sur la ventilation des chaufferies déterminer la vitesse de circulation de l'air comburant au niveau de la bouche d'entrée d'air dans les conditions nominales de fonctionnement du brûleur.

- Evaluation :
- respect de la réglementation
 - détail des calculs

Question 4 :

Déterminer le volume réel de fumée humide dégagé en fonctionnement nominal.

- Evaluation :
- détail des calculs
 - résultat numérique

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T8/11

E - Mécanique / Résistance des matériaux

Etude de la cuve Fuel

La cuve fuel choisie est du type simple paroi et a une contenance de 3 000 litres. Celle-ci est installée en fosse conformément aux règles de l'art en vigueur.

L'étude suivante consiste à déterminer les efforts dans les ceintures d'ancrage et vérifier leurs dimensions.

Données:

Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

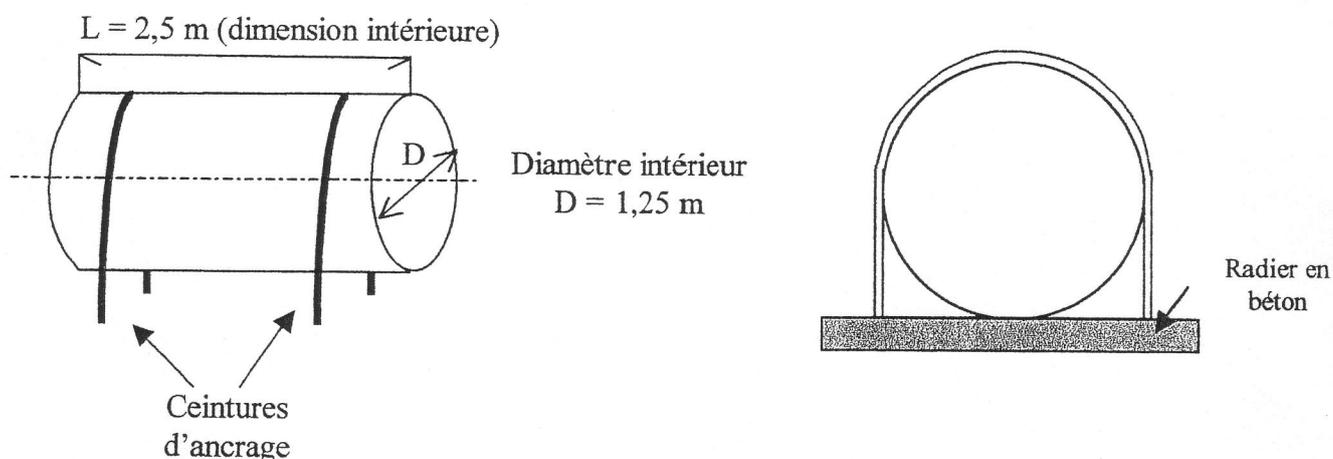
Cuve : La masse de la cuve vide est 180 kg.
La paroi de la cuve a une épaisseur de 5 mm, son volume est négligé.

Ceintures d'ancrage :
2 ceintures disposées autour de la cuve et fixées aux châssis.
La masse et le volume des ceintures d'ancrage sont négligeables.
Section des ceintures d'ancrage : 2 mm x 15 mm.
Nature du matériau : Acier.
Résistance à la limite élastique $R_e = 580 \text{ MPa}$.

Fuel :
La masse volumique du fuel est 860 kg/m^3 .

Eau :
La masse volumique de l'eau est 1000 kg/m^3 .

Modélisation :
L'ensemble est modélisé suivant le schéma ci-dessous :



BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS	SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8
		T9/11

Question 1 :

Vérifier que la cuve possède un volume intérieur supérieur à 3000 litres.

Evaluation : - détail des calculs

Question 2 :

Déterminer la force exercée par la cuve sur le sol $F_{\text{cuve/sol}}$, dans les deux cas suivants :
- cuve vide
- cuve remplie de 3 000 litres de fuel.

Evaluation : - un schéma clair.
- vous dresserez un tableau du type :

Nom des forces	Point d'application	Direction	Sens	Module

Hypothèse : les ceintures d'ancrage ne sont pas en place.

Question 3 :

Au cours des travaux, la cuve fuel vide est installée dans la fosse. Les ceintures d'ancrage ne sont pas encore en place, et une forte pluie a partiellement rempli la fosse. On considère que la cuve est encore en appui sur le sol.

Quelles sont les forces qui s'exercent sur la cuve dans ce cas ?

Evaluation : - un schéma clair.
- un tableau récapitulatif (nom des forces, point d'application, direction, sens)

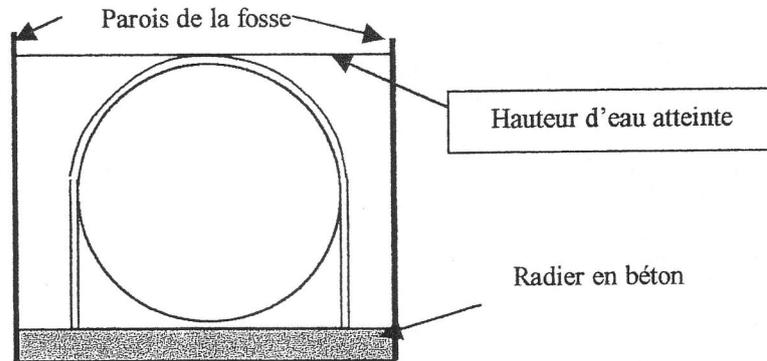
BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET	
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS		SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8	T10/11

Question 4 :

A la suite des travaux, les deux ceintures d'ancrage sont mises en place. Le châssis est noyé dans un radier en béton.

Etudions maintenant le cas où la cuve se trouve remplie de fuel (3 000 litres) et de nouveau immergée par une forte pluie sur toute sa hauteur.

On fait l'hypothèse que la cuve n'est plus en contact avec le sol :



Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'ensemble (cuve + ceinture d'ancrage). En déduire la valeur de la résultante des forces exercées par le radier sur les ceintures d'ancrage notée $F_{so}/ceinture$.

- Evaluation :
- choix du système à isoler
 - un schéma clair.
 - rigueur du raisonnement
 - résultat numérique

Question 5 :

Quel type de sollicitation obtient-on dans les ceintures ?

Question 6 :

L'effort au niveau d'un point de fixation des ceintures d'ancrage est orienté dans l'axe de la ceinture et a pour valeur : 600 N

Calculer la contrainte existant dans chaque ceinture d'ancrage en MPa.

- Evaluation :
- formule et unités
 - résultat numérique

Question 7 :

Calculer le coefficient de sécurité correspondant au dimensionnement de ces ceintures en acier dans le dernier cas étudié.

- Evaluation :
- formule et unités
 - résultat numérique

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE		SUJET	
STI Génie Energétique	ETUDE DES CONSTRUCTIONS		SESSION 2004
Repère :	Durée : 6h00	Coefficient : 8	T11/11