



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 SUPÉRIEUR

ENVELOPPE DU BÂTIMENT FAÇADES-ÉTANCHÉITÉ

U32 – SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2012

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 (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

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 BATIMENT	Session 2012
Épreuve : U32 - SCIENCES PHYSIQUES	Code : 12-EBE3SC-1
	Page : 1/6

Projet de lotissement alimenté par une micro-centrale hydraulique

Un promoteur du sud de la France étudie la faisabilité d'un lotissement d'habitations individuelles répondant aux futures recommandations de la réglementation thermique 2012 et dont l'alimentation en électricité serait assurée par une micro-centrale hydraulique.

Partie 1 : Etude thermique (7,5 points)

On s'intéresse à la construction d'une maison de plain pied, de surface habitable 120 m^2 dont les dimensions sont les suivantes : $L = 12 \text{ m}$, $l = 10 \text{ m}$ et $h = 2,5 \text{ m}$.

Le promoteur souhaite s'inspirer des recommandations de la réglementation thermique 2012 à savoir:

- une consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire notée C_{epmax} telle que $C_{epmax} = 50 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ (consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires).
- une surface vitrée notée S_v d'au minimum **17% de la surface habitable**.

Afin d'atteindre la C_{epmax} imposée par cette réglementation, une solution technique retenue consiste en la réalisation de murs de résistance **thermique** $r_{mur} = 6,0 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ et dont la composition est donnée ci-dessous :

plâtre	isoant	parpaing	enduit
Matériau	Epaisseur (cm)	Conductivité ($\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)	
plâtre	$e_{pl} = 1,3$	$\lambda_{pl} = 0,46$	
isolant	$e_i = \dots\dots$	$\lambda_i = 0,032$	
parpaing	$e_{pa} = 20$	$\lambda_{pa} = 1,7$	
enduit	$e_e = 2,0$	$\lambda_e = 1,1$	

- 1.1 Citer les différents modes de transfert de la chaleur.
- 1.2 Déterminer l'épaisseur minimale d'isolant permettant d'obtenir la résistance thermique du mur souhaitée.
- 1.3 Déterminer la superficie des surfaces vitrées, notée S_v , dans le cas d'une application de la réglementation thermique 2012.
- 1.4 Déterminer la superficie des surfaces de mur, notée S_m .
- 1.5 Dans les conditions de température extérieure $\theta_{ext} = 7^\circ \text{ C}$ et intérieure $\theta_{int} = 20^\circ \text{ C}$, déterminer les déperditions thermiques au travers:
 - 1.5.1 de la surface vitrée
 - 1.5.2 des murs

On donne les déperditions thermiques respectivement du sol et du plafond :
 $\Phi_{\text{sol}} = 260 \text{ W}$ et $\Phi_{\text{toit}} = 160 \text{ W}$.

1.6 Vérifier que les déperditions thermiques de la maison sont inférieures à 1190 W.

La température $\theta_{\text{ext}} = 7 \text{ °C}$ correspond à la valeur moyenne de la température extérieure donnée par météo france pour la région Languedoc Roussillon dans la période de chauffage d'octobre à avril (210 jours).

1.7 Pendant cette période, calculer l'énergie nécessaire E_{ch} pour le chauffage (en kWh).

1.8 On rappelle que dans le cadre de la réglementation thermique 2012, la C_{epmax} vaut $50 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$. Le promoteur part du constat généralement admis que 70% de la consommation conventionnelle en énergie primaire d'une habitation sert au chauffage de celle-ci. Cette habitation est-elle conforme aux réglementations thermiques 2012 ?

Données :

résistance thermique superficielle du mur côté extérieur: $r_{\text{se}} = 0,040 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$
résistance thermique superficielle du mur côté intérieur: $r_{\text{si}} = 0,13 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$.

coefficient de transmission du triple vitrage $U_{\text{v}} = 0,80 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$.

Partie 2 : Etude fluidique de la micro-centrale (6,5 points)

Dans cette partie nous cherchons à déterminer la puissance électrique qui serait disponible en sortie de la micro-centrale.

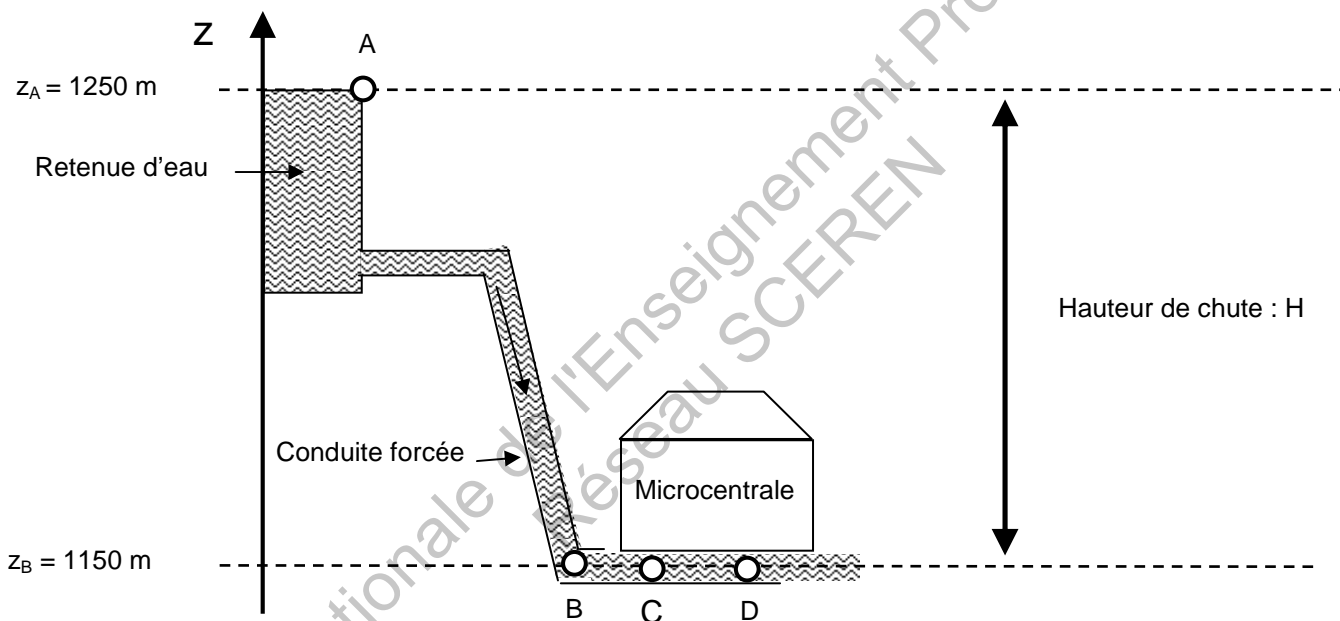
Celle-ci doit être installée sur une rivière de débit variable tout au long de la journée, aussi il est prévu d'utiliser une retenue d'eau et une conduite forcée afin de guider l'eau depuis la retenue jusqu'à la micro-centrale.

Un point de la surface de la retenue d'eau est appelé A, son altitude z_A . La retenue d'eau ayant un volume d'eau suffisamment important, la vitesse de l'eau en ce point notée v_A sera considérée comme nulle dans la suite du problème.

Le point d'arrivée de l'eau dans la conduite, à l'altitude z_B où se trouve la turbine, est appelé B et la vitesse de l'eau en ce point v_B .

Le point de sortie à l'air libre de la conduite forcée sera appelé C, son altitude z_C , et la vitesse de l'eau en ce point v_C . En ce point l'eau sort d'un injecteur de petite taille à très grande vitesse pour aller faire tourner la turbine qui entraîne un alternateur. Le point de sortie de la turbine à l'air libre est appelé D, et la vitesse de l'eau en ce point v_D .

La situation est schématisée ci-dessous.



Dans toute cette partie, nous faisons l'hypothèse d'un écoulement homogène, incompressible, stationnaire et sans perte de charge.

A l'intérieur de la conduite forcée le débit volumique Q_V est de $9000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

- 2.1 Calculer le débit massique Q_m en $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 2.2 Montrer en justifiant votre réponse que la vitesse d'écoulement à l'intérieur de la conduite forcée est de $1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 2.3 Rappeler le théorème de Bernoulli.
- 2.4 A l'aide de la relation de Bernoulli entre les points A et B, montrer que la pression dans la conduite au point B vaut $p_B = 10,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
- 2.5 L'eau provenant de la conduite forcée sort au point C (à l'air libre) à très grande vitesse et provoque la rotation de la turbine. Montrer qu'à la sortie des

injecteurs la vitesse v_c a pour expression $v_c = \sqrt{2.g.H}$. Calculer sa valeur.

2.6 On peut montrer que la puissance notée P_t reçue par la turbine est égale à $P_t = \rho.g.Q_V.H$.

2.6.1 Préciser les unités des grandeurs dans la relation $P_t = \rho.g.Q_V.H$.
Calculer la valeur numérique de P_t .

2.6.2 Les rendements respectifs de la turbine et de l'alternateur étant de $\eta_t = 88 \%$ et $\eta_a = 95 \%$. Calculer la puissance électrique $P_{\text{élec}}$ disponible à la sortie de la microcentrale.

Données :

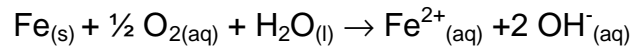
- $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; masse volumique de l'eau $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- diamètre de la conduite forcée au point B : $D_B = 1,4 \text{ m}$.
- pression atmosphérique : $p_{\text{atm}} = 1,00.10^5 \text{ Pa}$

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Partie 3 : Corrosion de la conduite (6 points)

La conduite forcée est en fonte. Sensible au problème de corrosion, cet alliage à base de fer nécessite une protection.

Dans un premier temps, on s'intéresse à la réaction de corrosion entre le fer et le dioxygène dissout dans l'eau qui peut être de façon simplifiée modélisée par l'équation de réaction suivante :



- 3.1 Écrire la demi-équation d'oxydoréduction relative au couple oxydant réducteur $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} / \text{Fe}_{(s)}$.
- 3.2 La corrosion observée correspond-elle à une oxydation ou à une réduction du fer, à une oxydation ou une réduction de $\text{O}_{2(aq)}$?

On s'intéresse maintenant à la méthode de protection. Pour ce faire on utilise un matériau relié électriquement à la conduite forcée.

- 3.3 Nommer ce type de protection et expliquer son principe de fonctionnement.
- 3.4 En justifiant votre réponse, proposer parmi les métaux présents dans le tableau ci-dessous, ceux qui seraient susceptibles d'être utilisés pour « protéger la conduite de la corrosion ».
- 3.5 Écrire l'équation d'oxydoréduction relative aux couples $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} / \text{Zn}_{(s)}$ et $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} / \text{Fe}_{(s)}$.
- 3.6 Annuellement, la corrosion provoque une diminution de la masse de fer que l'on évalue à 10 kg. Déterminer la quantité de matière de fer ayant été corrodée.
- 3.7 En déduire la masse minimale (annuelle) de zinc nécessaire à la protection de la conduite.

Données :

Couple	Potentiel standard E^0	Couple	Potentiel standard E^0
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	+ 0,34 V	$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	- 0,76 V
Ag^+ / Ag	+ 0,80 V	$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	- 2,37 V
O_2 / OH^-	+ 1,23 V	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	- 0,44 V

Masses molaires atomiques : $M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{Zn}} = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$