

# **BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS**

Epreuve de : Etude des Installations

Option A : Génie Sanitaire et Thermique

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Calculatrice autorisée

Le sujet comporte 41 pages

Les documents réponses situés en fin du sujet sont à rendre avec les copies, ils seront associés aux parties correspondantes.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 1 / 41

# E3 : ETUDE ET INTERVENTIONS SUR DES INSTALLATIONS

## Etude des Installations

Epreuve E3	
EI	Intervention sur des systèmes
4 heures Ecrit	Contrôle continu sur les 2 ans de formation
Coefficient : 4	Coefficient : 4

### Consignes générales :

Aucun document personnel n'est autorisé.

L'usage des calculatrices autonomes ( une seule calculatrice par candidat ) conformes à la circulaire n° 99-186 du 16-11-99 est autorisé.

Le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n ; n étant le nombre de feuilles rendues, y compris les documents réponse à compléter.

Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation du travail fourni par le candidat.

Toutes les réponses devront être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul...

**Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.**

### Temps estimatif et composition du sujet :

Le sujet comporte 4 parties indépendantes :

- Partie n°1 : Traitement de l'eau. ( temps : 1 h + 30 min.)
- Partie n°2 : Suppression ( temps : 45 min.)
- Partie n°3 : Relevage des effluents ( temps : 45 min.)
- Partie n°4: Production d'eau chaude sanitaire solaire ( temps : 1 h.)

### Mise en situation :

L'étude porte sur la rénovation d'un grand bâtiment situé en région parisienne. Le bâtiment comporte 12 niveaux : un café et un restaurant au RDC ainsi que ses cuisines dans les sous sols, deux salles de cinéma (R-1 et R-2), des commerces et des bureaux dans les étages supérieurs. Les installations de chauffage, de traitement d'eau et de climatisation se situent au 5<sup>ème</sup> sous sol.

### Descriptif des installations techniques :

L'installation est constituée :

- de centrales de traitement d'air (climatisation des bureaux, du restaurant et des salles de cinéma)
- d'une production d'Eau Chaude Basse Température (batterie chaude des CTA, appareils terminaux).
- d'une production d'Eau Glacée (batterie froides des CTA, appareils terminaux).
- d'une production d'Eau Chaude Sanitaire solaire (sanitaires, cuisines).
- d'un groupe de surpression pour deux tours de refroidissement
- d'un traitement d'eau pour l'eau chaude sanitaire

### Documents mis à disposition des candidats :

Formulaire et données numériques ( pages 9 à37).

Documents réponses ( pages : 38 à 41 ).

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 2 / 41

## **PARTIE N°1 TRAITEMENT DE L'EAU**

On s'intéresse dans cette partie au système de traitement d'eau permettant d'adoucir l'Eau Chaude Sanitaire de l'immeuble ainsi que l'Eau Froide des cuisines.

On donne :

	Volume journalier (m <sup>3</sup> )	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /h)
Eau Chaude Sanitaire de l'immeuble	9	5
Eau Froide des cuisines	4	2

### **TRAVAIL DEMANDE**

#### **1.1/ ANALYSE CRITIQUE DU CAHIER DES CHARGES**

a/ Après avoir lu la partie 3.3 (Production et distribution d'eau chaude sanitaire) du cahier des charges (ANNEXE 1), expliquer les moyens mis en œuvre pour éviter les risques de développement de la bactérie Légionella.

b/ En vous aidant de l'extrait de la circulaire fournie en ANNEXE 6, faire une analyse critique des matériaux mis en œuvre.

c/ En utilisant la circulaire fournie en ANNEXE 6, expliquer les modifications à apporter au cahier des charges pour lutter contre les risques de développement de la bactérie Légionella et éviter au maximum la détérioration du matériel.

#### **1.2/ ANALYSE D'EAU ET DIMENSIONNEMENT DES ADOUCISSEURS D'EAU.**

Deux adoucisseurs montés en duplex de marque PERMO, type : SC 8000 (ANNEXE 2) ou équivalent assurent l'eau adoucie pour la cuisine et la production d'eau chaude sanitaire. Le TH résiduel à la sortie du poste d'adoucissement sera pris égal à 12 °f.

a/ Compléter l'analyse d'eau fournie en ANNEXE 3. Cette analyse vous semble t'elle correcte ? Justifier.

b/ Pour la suite du problème, le TH de l'eau à traiter sera pris égal à 36,9°f. Justifier la mise en place d'un poste d'adoucissement.

c/ Déterminer le type d'adoucisseur à mettre en œuvre en indiquant précisément votre démarche et vos calculs.

d/ Calculer les débits de pointe circulant dans l'adoucisseur et dans la vanne de cépage (bipasse général TH résiduel sur le schéma en ANNEXE 2) de manière à obtenir le TH résiduel souhaité (12°F) en sortie du poste d'adoucissement.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 3 / 41

### 1.3/ PARAMETRAGE DE LA POMPE DOSEUSE

Sur l'eau chaude sanitaire, il sera mis en place une pompe doseuse Permométric M10 associée à un compteur à impulsions de diamètre 40/49 (ANNEXE 5) permettant d'injecter du Permo Film 105 (ANNEXE 4). La pression du réseau d'eau de ville est égale à 5 bars.

a/ En utilisant la documentation fournie en ANNEXE 4, définir de manière synthétique :

- la fonction du Permo Film 105,
- la plage de dureté de l'eau donnant une efficacité optimale,
- le dosage d'entretien à mettre en œuvre pour 1 m<sup>3</sup> d'eau à traiter.

b/ En utilisant la documentation de la pompe doseuse fournie en ANNEXE 5 :

- indiquer le volume d'eau écoulé entre 2 impulsions,
- déterminer le volume de permo film 105 à injecter dans l'eau par impulsion en dosage d'entretien.
- En déduire la position du bouton de réglage de la pompe doseuse (en % de son débit maximum).
- Calculer le volume annuel de permo film consommé.
- En déduire la position du bouton de réglage de la pompe doseuse.
- Calculer le volume annuel de permo film consommé.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 4 / 41

## **PARTIE N°2 SURPRESSION**

Les installations de climatisation de l'ensemble du bâtiment sont alimentées par 2 groupes de production d'eau glacée qui assurent par transfert de source, les besoins en chaud du bâtiment. En été les groupes de production de froid alimentent en eau glacée les centrales de traitement d'air ainsi que les divers appareils terminaux demandant du froid, le chaud est évacué par deux tours de refroidissement. Selon les besoins en chaud, le débit d'eau à refroidir est régulé.

Les tours de refroidissement sont des tours humides alimentées en eau par un groupe de surpression. Les tours se situent sur la dernière terrasse de l'immeuble tandis que le groupe de surpression est implanté au 5<sup>ème</sup> sous sol au même niveau que les condenseurs des groupes frigorifiques.

Le groupe de surpression est défectueux, c'est pourquoi on se propose dans cette étude de dimensionner un nouveau groupe en justifiant ses caractéristiques techniques. On souhaite changer de mode de régulation, le nouveau groupe fonctionnera selon un système hydropneumatique. Le groupe de surpression comprend 3 pompes montées en parallèle et commandées par un pressostat HP, un volume tampon, ainsi que les organes de sécurité nécessaire à une telle installation.

Données spécifiques :

- Différence de hauteur entre la tour et le groupe de surpression : 58 mètres
- Pertes de charge régulières et singulières : 6,4 mCE
- Débit maximal d'eau dans les tours : 12 l/s
- Pression à l'aspiration du groupe de surpression : 25 mCE
- 2 tours WESPER identiques BP modèle 12

### **TRAVAIL DEMANDE**

#### **2.1/ ANALYSE :**

Expliquer succinctement le fonctionnement en hydropneumatique du surpresseur. A partir du schéma électrique du groupe de surpression fourni en annexe 9 compléter le chronogramme lié au fonctionnement du groupe (document réponse n°2.1).

#### **2.2/ SCHEMA DE PRINCIPE :**

Réaliser le schéma hydraulique simplifié du surpresseur. On exige la représentation des 3 pompes et des appareils de régulation (document réponse n°2.2).

#### **2.3/ SELECTION DU MATERIEL :**

A partir des données fournies et de la documentation technique (annexes 7,8,10 et 11) dimensionner et sélectionner le surpresseur en justifiant votre choix. Le nombre de tuyères de la tour de refroidissement est donné par le constructeur.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 5 / 41

## PARTIE N°3 RELEVAGE DES EFFLUENTS

On vous propose d'étudier la station de relevage du bar (usage occasionnel ) desservie par :

- 2 éviers
- 1 lave-vaisselle
- 2 grilles de sol DN 50

Ces appareils sont des systèmes d'évacuation à colonne de chute unique avec conduite de raccordement à taux de remplissage de 0,5.

### Fonctionnement :

Les stations de relevage **POMIS** sont étudiées pour recevoir uniquement des eaux usées. Lorsque que le niveau haut est atteint le capteur S1 démarre la pompe qui s'arrête lorsque le capteur niveau bas S2 ne détecte plus d'eau.

Un permutateur automatique assure le fonctionnement alterné des deux pompes.

Les pertes de charge du réseau sont estimées à 4,5 mCE.

Les moteurs alimentant les pompes ont un nombre de démarrage admissible de 12 fois par heure.

La hauteur statique de la conduite de refoulement est de 1,5 mètre.

### Caractéristiques techniques :

Les stations de relevage **POMIS** ( voir annexe 12) sont équipées de :

- deux pompes **SEMISSOM** identiques montées sur pied d'assise
- clapet anti-retour monté à l'intérieur de la cuve
- manchette de ventilation diamètre 100 mm
- bouchon de vidange
- plaque support de pompes en acier galvanisé
- coffret de commande permettant :
  - d'assurer la télécommande de deux pompes 220 V par l'intermédiaire de deux flotteurs incorporés à la cuve.
  - D'assurer le fonctionnement alternatif des pompes
  - D'assurer l'alarme sonore en cas de niveau très haut.

## TRAVAIL DEMANDE

- 3.1/ Déterminer le débit des eaux usées arrivant à la station ( $Q_{ww}$ ) en utilisant les annexes 13 et 14.
- 3.2/ Déterminer le volume utile de la station.
- 3.3/ Choisir le modèle de station retenu. Justifiez votre choix.
- 3.4/ Tracer la courbe de réseau de l'installation sur le courbier de pompe du constructeur (document réponse 3.1). En déduire le débit de la pompe.
- 3.5/ Modifier le schéma de câblage de l'armoire de commande sur le document 3.2, de manière à ce que chaque pompe reprenne, en secours, en cas de déclenchement du relais thermique de l'autre pompe.
- 3.6/ Déterminer le débit obtenu par le fonctionnement en simultané des deux pompes. Cette solution vous paraît-elle rentable ?

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 6 / 41

## PARTIE N°4 PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE SOLAIRE

On se propose d'étudier dans cette partie la mise en place d'une production d'ECS solaire selon le schéma de principe joint Annexe N°16. L'objectif est de conserver les ballons d'ECS existants et de passer en production d'ECS instantanée.

### Description de l'installation de production d'ECS :

L'installation de production d'ECS projetée est équipée de 56 capteurs solaires de marque BUDERUS, formant une surface de captation de 120 [m<sup>2</sup>] environs (voir Annexe N°17). Les capteurs sont installés sur la toiture terrasse du bâtiment et sont montés sur quatre boucles de Tickelman.

L'eau Glycolée réchauffée par ces capteurs est acheminée vers les trois ballons de 3 m<sup>3</sup> situés en local technique au 5<sup>ème</sup> sous-sol, grâce à une pompe P2 fonctionnement uniquement le jour.

Deux de ces ballons peuvent être réchauffés dans la journée par les capteurs si ces derniers disposent d'un potentiel de production suffisant et si le volume d'eau chaude contenue dans les ballons est épuisé.

Dans tous les cas, l'énergie électrique qui est l'énergie d'appoint de cette installation produit le complément des besoins en ECBT de ces ballons pendant la nuit (en heures creuses), de manière à obtenir un stockage à une température de 75 [°C] le matin.

L'ECBT stockée est ensuite prélevée dans les ballons par une pompe P1 et circule au primaire d'un échangeur à plaques qui produit instantanément l'Eau Chaude Sanitaire à une température de 65 [°C].

La mise en marche et la vitesse de cette pompe sont asservies au débit et à la température de l'ECS circulant au secondaire de l'échangeur.

### DONNEES :

Dans cette partie on fera les hypothèses suivantes :

Hauteur du bâtiment : 55 m

La température de l'Eau Froide sera prise égale à 10 [°C]

Le débit de pointe en ECS est de 5 [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>].

Le débit de la pompe P1 en régime nominale sera égal à 95 % du débit de pointe d'ECS.

Les fluides présents au primaire et au secondaire de l'échangeur ont les caractéristiques de l'eau pure (Voir ANNEXE N° 15)

### TRAVAIL DEMANDE

#### 4.1/ PRODUCTION D'ECS INSTANTANEE :

##### 4.1.1/ SELECTION DE L'ECHANGEUR :

##### Caractérisation technique d'un échangeur :

La documentation technique d'un échangeur à plaques nous donne les informations suivantes :

Débit au primaire	Température Entrée Primaire	Débit au secondaire	Température Sortie Secondaire	Température Entrée Secondaire	Puissance	Nombre de Plaques
[m <sup>3</sup> /h]	[°C]	[m <sup>3</sup> /h]	[°C]	[°C]	[kW]	/
4,87	90	5,46	55	10	286	10
4,87	80	5,46	55	10	232	10

A partir de ces informations on vous demande de déterminer le coefficient d'échange thermique de cet échangeur K.S exprimé en [W.°C<sup>-1</sup>].

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A	
Session 2004	Durée : 4 heures		Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations		Page 7 / 41

#### 4.1.2/ Dimensionnement et sélection de l'échangeur

On vous demande maintenant de

- Déterminer la température de sortie du primaire de l'échangeur
- Déterminer la puissance maximale échangeable avec un échangeur infini du même type que le précédent pour l'application que nous étudions.
- En utilisant le diagramme de NUT de l'Annexe N°18 « Echangeur Méthodique Parfait » déterminer le nombre de plaques à mettre en œuvre pour composer l'échangeur

Déterminer la température de sortie du primaire de l'échangeur.

#### 4.2/ ANALYSE DU FONCTIONNEMENT :

##### 4.2.1/ Vérification de la couverture des besoins énergétiques en ECS

L'installation existante bénéficiait d'un stockage d'ECS à 65 [°C]. Celle-ci sera remplacée par un stockage d'ECBT à la température de 75 [°C].

En faisant l'hypothèse que la température de sortie du primaire de l'échangeur vaut 17 [°C] quel que soit le débit de d'ECS prélevé. Vérifier que la solution proposée assurera bien la couverture des besoins énergétiques couverts avant la modification.

##### 4.2.2/ Régulation Logique de fonctionnement

On choisit ici de mettre en place un asservissement de la fréquence de rotation de la pompe P1 en fonction de la température de départ d'ECS.

Expliquer quel est l'intérêt d'un tel choix.

#### 4.3/ PRODUCTION ECBT SOLAIRE :

##### 4.3.1/ TEMPERATURE MAXIMUM DANS LE RESEAU DE CAPTATION SOLAIRE :

L'annexe N°17 donne la courbe de rendement des capteurs solaires utilisés pour l'installation.

En faisant l'hypothèse que le flux maximum instantané reçu par les capteurs est de 750 [W.m<sup>-2</sup>] et que la température extérieure est alors de 35 [°C], on vous demande de déterminer la température maximum probable de l'eau dans les capteurs solaires si le débit d'eau qui les traverse est nul.

Que concluez-vous quant à la gestion de la marche de la pompe P2.

##### 4.3.2/ CHOIX ET SELECTION DU SYSTEME D'EXPANSION :

On souhaite choisir et sélectionner un système d'expansion capable d'absorber la dilatation de l'eau selon le scénario suivant :

Le débit d'eau de la pompe P2 est égal à 24 [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>]

Le flux solaire utile moyen reçu par l'eau au niveau des capteurs est de 200 [W.m<sup>-2</sup>] pendant 8 heures.

La température de l'eau au levé du jour est de 20 [°C]

La température extérieure moyenne est de 20 [°C]

Le volume du réseau de captation vaut : 1500 litres.

Les pertes thermiques unitaires du réseau de captation irriguée sont évaluées à 50 [W.°C<sup>-1</sup>]

Le réseau de stockage ne demande pas d'apports solaires et reste isolé du réseau captation.

En suivant ce scénario la température du réseau captation devrait atteindre au maximum 120 [°C].

A partir des pièces du dossier en votre possession, et de ce scénario, on vous demande :

4.3.2.1/ D'évaluer en le justifiant la pression à froid de l'installation qui devra être mesurée en local technique au moment de la mise en service.

4.3.2.2/ De déterminer en le justifiant le volume utile du système d'expansion à choisir.

4.3.2.3/ De justifier de la mise place d'un système de type maintien de pression.

4.3.2.4/ De sélectionner le système d'expansion adapté à partir des informations de l'extrait de documentation donné en Annexe N°19.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 8 / 41



## FORMULAIRE

### Traitement d'eau

☞ Titre Hydrotimétrique (TH) :

$$[TH] = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$$

☞ Titre Alcalimétrique (TA) :

$$[TA] = [OH^-] + \frac{[CO_3^{2-}]}{2}$$

☞ Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

$$[TAC] = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

☞ Titre Acide Fort (TAF) :

$$[SAF] = [Cl^-] + [NO_3^-] + [SO_4^{2-}]$$

☞ Carbone Minéral Total :

$$CMT = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] + [CO_2 \text{ libre}]$$

☞ Total Sels Dissous (TSD)

☞ Balance ionique :

$$\text{Balance ionique} = \frac{[Cations] - [Anions]}{[Cations] + [Anions]} \times 100$$

☞ Capacité d'échange d'un poste d'adoucissement (CE) :

Elle s'exprime en (°F.m<sup>3</sup>) par la formule suivante :

$$CE = V \cdot (THE - THR)$$

V : Volume d'eau adoucie entre deux régénérations (m<sup>3</sup>).

THE : dureté de l'eau à l'entrée du poste d'adoucissement (°F).

THR : dureté de l'eau à la sortie du poste d'adoucissement (TH résiduel) (°F).

### Suppression

Hauteur manométrique du surpresseur : Hmt [mCE]

$$Hmt = H_{\text{résiduelle}} + H_{\text{installation}} + H_{\text{PDC}} - H_{\text{aspiration}}$$

### Production d'eau chaude sanitaire

☞ NUT : nombre d'Unités de Transfert (sans unité)

$$NUT = \frac{KS}{(q_m Cp)_{\min}}$$

☞ Détermination de l'écart de température logarithmique

$$DTLM = \frac{\Delta\theta_a - \Delta\theta_b}{\ln\left(\frac{\Delta\theta_a}{\Delta\theta_b}\right)} = \frac{(\theta_{ce} - \theta_{fs}) - (\theta_{cs} - \theta_{fe})}{\ln\left(\frac{\theta_{ce} - \theta_{fs}}{\theta_{cs} - \theta_{fe}}\right)}$$

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements Toutes Académies		Options : A
Session 2004	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
FEAEISI	Etude et intervention sur des installations : E3 Etude des Installations	Page 9 / 41