

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

ÉTUDES DES INSTALLATIONS – OPTION B GÉNIE CLIMATIQUE

SESSION 2007

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

Aucun document autorisé.

Matériel autorisé :

- calculatrice conformément à la circulaire du N°99-186 du 16/11/1999.

Documents à rendre avec la copie :

Document réponse R1 :page 10
Document réponse R2 :page 11
Document réponse R3 a :page 12
Document réponse R3 b :page 13
Document réponse R4 :page 14
Document réponse R5 a :page 15
Document réponse R5 b :page 16

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 31 pages, numérotées de 1/31 à 31/31.

Consignes générales :

- Aucun document autorisé.
- L'emploi des calculatrices autonomes 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 total de pages 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...

	Titre	Temps conseillé	Barème
	Lecture du sujet	15 min	
Partie 1	Élaboration d'un document	30 min	10
Partie 2	Analyse des technologies et des équipements	30 min	10
Partie 3	Étude de l'échangeur de chaleur à plaques	40 min	15
Partie 4	Étude des centrales de traitement d'air	1h 20	30
Partie 5	Étude de la production d'eau glacée	45 min	15

Présentation générale :

Le sujet porte sur la réhabilitation d'un système de climatisation et de chauffage d'une galerie commerciale comportant plusieurs cellules, bâtiment situé dans le Nord-Est de la France et constitué de 2 niveaux.

L'installation est équipée d'un ensemble de pompes à chaleur sur boucle d'eau (sans glycol) avec maintien en température de la boucle par :

- une sous-station de chauffage urbain raccordée par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques,
- un ensemble d'aéroréfrigérants atmosphériques secs.

Chaque cellule commerciale sera climatisée par une ou plusieurs PAC à condensation à eau permettant :

- le rafraîchissement de l'ambiance en été et demi-saison,
- le chauffage éventuel en hiver.

L'air neuf hygiénique alimentant les différentes cellules est pré-traité par des armoires équipées :

- d'une batterie froide à eau glacée alimentée par un groupe à condensation à eau,
- d'une batterie chaude raccordée sur la sous-station de chauffage urbain.

DOSSIER T

TRAVAUX DEMANDÉS

Le candidat rédigera chaque partie sur des copies séparées.

Ce dossier contient 6 pages

Partie 1 : Élaboration d'un document de réalisation d'une partie de l'installation

Partie 2 : Analyse des technologies et des équipements installés

Partie 3 : Étude de l'échangeur de chaleur en sous station

Partie 4 : Étude des centrales de traitement d'air

Partie 5 : Étude de la production d'eau glacée

Critères d'évaluation communs à toutes les parties :

- rigueur du raisonnement et justification des calculs effectués,
- justesse des applications numériques,
- respect des unités demandées,
- pertinence de l'exploitation des documents techniques et des données.

PARTIE 1 : ÉLABORATION D'UN DOCUMENT DE RÉALISATION D'UNE PARTIE DE L'INSTALLATION

Vous êtes chargé d'élaborer une partie du schéma de principe de l'installation.

On donne : l'extrait du CCTP document D1, page 18 et le schéma de principe document réponse R1 page 10.

On demande :

Compléter le schéma de principe du circuit primaire raccordant l'échangeur tubulaire de puissance 350 kW aux collecteurs de diamètre 250 mm, **ainsi que** la partie primaire alimentant l'échangeur à plaques.

Faire figurer entre autre les différents éléments de sécurité, de régulation et ceux nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

PARTIE 2 : ANALYSE DES TECHNOLOGIES ET DES ÉQUIPEMENTS INSTALLÉS

Vous devez analyser le fonctionnement global de la boucle d'eau.

Question [2.1] :

On donne :

- l'extrait du CCTP document D1 (page 18),
- le schéma de principe document D1 bis (page 22),
- l'extrait schéma de principe document réponse R1 (page 10),
- le tableau de logique de fonctionnement de la boucle d'eau à compléter document réponse R2 (page 11).

On demande :

Afin de comprendre le fonctionnement de l'ensemble du système, compléter le tableau de logique de fonctionnement des différents équipements intervenant dans le chauffage ou le rafraîchissement des cellules commerciales, document réponse R2 (page 11).

Question [2.2] :

On donne :

- le schéma de principe document D1 bis (page 22).

On demande :

Préciser le rôle du ballon tampon de 750 l positionné sur le réseau d'eau glacée et indiquer les paramètres nécessaires à la détermination de la capacité de ce ballon.

PARTIE 3 : ÉTUDE DE L'ÉCHANGEUR DE CHALEUR EN SOUS-STATION

Vous êtes chargé de dimensionner l'échangeur à plaques de la sous-station, de marque CIAT, qui assure le chauffage de la boucle d'eau du secondaire à un régime de 16/20°C à partir d'une boucle d'eau primaire à 90/70°C.

HYPOTHÈSES :

- Les aéroréfrigérants sont à l'arrêt.
- Les pertes thermiques dans les tubes et de l'échangeur vers l'ambiance seront négligées.
- Les fluides primaires et secondaires sont de l'eau avec $C_p = 4185 \text{ J/kg.K}$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Question [3.1] Surface d'échange de l'échangeur à plaques.

On donne : - puissance thermique de l'échangeur à plaques : $P = 186 \text{ kW}$,
- documentation du constructeur CIAT de l'échangeur de type PW document D2 (page 23).

On demande : 3.1.1- Calculer la surface théorique d'échange par la méthode du DTLM.
3.1.2- Déterminer la taille PW de l'échangeur CIAT et son nombre de plaques.

Question [3.2] Technologie de l'échangeur à plaques.

On donne : - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18),
- documentation du constructeur CIAT de l'échangeur de type PW : document D2 (page 23).

On demande : Justifier le choix d'un échangeur à plaques. Pourquoi les plaques ne sont-elles pas brasées ?

Question [3.3] Régulation de l'échangeur à plaques.

On donne : - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18)
- documentation du constructeur CIAT de l'échangeur de type PW document D2 (page 23)

On demande : Justifier le choix d'une régulation de température de départ secondaire par variation de température au primaire, en calculant l'efficacité de l'échangeur dans les conditions nominales de fonctionnement.

PARTIE 4 : ÉTUDE DES CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR

Étude du réseau hydraulique de chauffage des CTA :

Vous êtes chargé de dimensionner le réseau de la boucle secondaire à eau chaude alimentant les batteries chaudes des 2 armoires de climatisation, à un régime de 90/70°C. Cette eau provient directement du primaire de l'échangeur de la sous-station via l'ensemble distributeur / collecteur. Géométrie du réseau : voir le document réponse R3a (page 12)

HYPOTHÈSES :

- Les aéroréfrigérants sont à l'arrêt. Les pertes de charges dans le collecteur et le distributeur sont négligées.
- Les pertes thermiques dans les tubes et au niveau des batteries vers l'ambiance seront négligées.
- Les fluides primaires et secondaires sont de l'eau avec les caractéristiques :
 $C_p = 4185 \text{ J/kg.K.}$ et $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.
- Les pertes de charges des singularités seront prises forfaitairement à 15 % des pertes de charge linéaires.
- La perte de charge linéique de chaque tronçon ne doit dépasser 20 mmCE/m.
- La perte de charge de la batterie chaude de la CTA1 est de 0,3 mCE et celle de la CTA2 est de 1 mCE.

Question [4.1] Dimensionnement et calculs de pertes de charge de chaque tronçon du réseau de la CTA.

- On donne :**
- schéma de principe de l'installation document D1bis (page 22).
 - document réponse R3a (page 12) à compléter.
 - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18)
 - abaque de dimensionnement des tubes acier document D3 (page 24).

- On demande :**
- 4.1.1- Calculer les débits d'eau dans chaque tronçon en complétant le document réponse R3a (page 12).
 - 4.1.2- En déduire les diamètres et les pertes de charges totales de chaque tronçon.

Question [4.2] Sélection de la vanne de régulation de la batterie chaude

- On donne :**
- vannes de régulation du constructeur SIEMENS document D4 (page 25).
 - L'autorité doit être supérieure à 0,5.
 - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18)
 - document réponse R3a (page 12) à compléter.

- On demande :** Déterminer le modèle de vanne de régulation SIEMENS de la CTA n°2.

Question [4.3] Sélection de la pompe de circulation.

- On donne :**
- extrait du C.C.T.P document D1 (page 18)
 - document réponse R3b (page 13)
 - documentation du constructeur SALMSON document D5 (page 26)

- On demande :** 4.3.1- Justifier le choix du circuit le plus défavorisé .
4.3.2- Sélectionner un modèle de pompe double.

Question [4.4] **Équilibrage du réseau des CTA.**

- On donne :**
- document réponse R3b (page 13)
 - documentation du constructeur de vanne d'équilibrage T.A document D6 (page 27)

- On demande :**
- 4.4.1- Calculer la perte de charge à créer sur chaque vanne d'équilibrage.
 - 4.4.2- Choisir ces vannes et donner leur réglage grâce à la documentation du constructeur T.A .

Étude de la régulation de la CTA n°1 :

Vous êtes chargé de l'étude du mode de fonctionnement de la régulation de la CTA n°1.

Question [4.5]

- On donne :**
- schéma de principe document réponse D1bis (page 22),
 - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18),
 - document réponse R4 (page 14).

- On demande :** Établir le schéma de principe de régulation et de sécurité de la CTA n°1 en fonction des données du C.C.T.P, sur le document réponse R4 (page 14)

Question [4.6]

- On donne :** - extrait du C.C.T.P document D1 (page 18)

- On demande :** Proposer un graphe de fonctionnement du régulateur avec une bande proportionnelle de 2°C pour la séquence de chauffage, et une bande proportionnelle de 3°C pour la séquence de refroidissement.
Définir la zone neutre sur le graphe

Question [4.7]

- On donne :**
- extrait du C.C.T.P document D1,
 - documentation du constructeur Siemens document D7(page 28 et 29).

- On demande :** Sélectionner le type de régulateur à mettre en place pour cette CTA n°1 en justifiant votre réponse.

PARTIE 5 : ÉTUDE DE LA PRODUCTION D'EAU GLACÉE

Vous êtes chargé d'étudier et de sélectionner le groupe de production d'eau glacée alimentant les batteries froides des CTA, de puissance frigorifique nécessaire 75 kW.

Question [5.1]

Étude du cycle frigorifique

On donne :

- diagramme enthalpique du R410A, document réponse R5a (page 15),
- document réponse R5b (page 16),
- rendement indiqué de compression égal à $(1 - 0,05 \text{ taux de compression})$.

On demande :

- 5.1.1- Compléter le tracé du cycle frigorifique et préciser les valeurs manquantes sur les documents réponse R5a (page 15) et R5b (page 16).
- 5.1.2- Indiquer la valeur du pincement à l'évaporateur et préciser les valeurs possibles de température d'eau au condenseur.

Question [5.2]

Sélection du groupe d'eau glacée

On donne :

- documentation technique CIAT, document D8 (page 30).

On demande :

- 5.2.1- Préciser la référence complète du groupe choisi.
- 5.2.2- Pour les puissances indiquées par le constructeur, calculer l'efficacité frigorifique du groupe sélectionné.
- 5.2.3- Calculer le niveau de pression acoustique obtenu lors du fonctionnement du groupe : on se placera à une distance de 2 m, directivité de la source 2 (champ libre).