

# **BTS FEE**

## **Brevet de Technicien Supérieur Fluides – Energies – Environnement**

### **Option D :**

**Maintenance et gestion des systèmes fluidiques et énergétiques**

## **Epreuve E3 : Etude des installations**

**Session 2006**

---

**Durée : 4 heures  
Coefficient : 4**

---

**Matériel autorisé :**

**Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999**

**Tout autre matériel ou document interdit.**

**Dés que le sujet vous est remis, assurez – vous qu'il est complet**

**Le sujet comporte 27 pages, numérotés de 1/27 à 27/27**

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 1 / 27
Durée : 4 heures		

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet. Il comporte 27 pages, numérotées de 1 / 27 à 27 / 27.

## Constitution du sujet

**Questions à traiter** ..... p 3 à 8

Schéma de principe production frigorifique ..... p 9  
Schéma de principe production calorifique ..... p 10  
Schéma de la CTA ..... p 11  
Schéma partiel de l'armoire électrique chaufferie ..... p 12

### Documents techniques :

DT1 : Extrait du catalogue TRANE ..... p 13 à 16  
DT2 : Masse volumique des mélanges aqueux de MEG ..... p 17  
DT3 : Extrait du catalogue GUILLOT ..... p 18  
DT4 : Fréquences probables des températures extérieures ..... p19

### Documents réponses :

DR1 : Nomenclature partielle du schéma de principe production frigorifique ..... p 20  
DR2 : Schéma partiel de la distribution d'eau glacée ..... p 21  
DR3 : Graphe de régulation de la température du circuit de refroidissement ..... p 22  
DR4 : Variation des besoins de chaleur en fonction de la température extérieure ..... p 23  
DR5 : Suivi des consommations de gaz ..... p 24  
DR6 : Evolution de l'air dans la CTA ..... p 25  
DR7 : Caractéristiques des vannes de réglage IMI - STAD ..... p 26  
DR8 : Schémas de commande et de signalisation modifiés ..... p 27

Le sujet comporte 4 parties totalement indépendantes, qui seront traitées sur des feuilles de copies séparées. Les documents réponses seront remis avec les feuilles de copies correspondantes.

Dans une même partie, de nombreuses questions sont aussi indépendantes. Elles sont repérées par un astérisque.

Pour l'ensemble de l'étude, l'évaluation prendra en compte :

- La pertinence des méthodes et des éventuelles hypothèses
- Le réalisme des solutions proposées
- La précision et l'analyse des résultats
- La qualité des documents

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 2 / 27
Durée : 4 heures		

## Présentation générale

On est chargé de la maintenance des installations climatiques d'un immeuble industriel, situé en région parisienne, qui comprend :

### Au rez de chaussée :

- Deux ateliers et un entrepôt chauffés par des panneaux rayonnants,
- Deux bureaux, un vestiaire et des sanitaires chauffés par des radiateurs
- Le local technique froid et la chaufferie.

Deux étages de bureaux climatisés par des poutres froides à induction ou des climatiseurs refroidis par eau (en zone centrale).

### Sur la terrasse :

- Une centrale de traitement d'air prépare l'air primaire pour les poutres froides,
- Deux aérorefroidisseurs d'eau assurent le rejet de chaleur.

Les productions calorifique et frigorifique alimentent aussi un second bâtiment, en eau chaude et en eau glacée.

## Partie 1 : Etude la production frigorifique

### Données :

- Schéma de principe de la production frigorifique, page 9
- Extrait de la documentation des groupes frigorifiques TRANE : DT1, pages 13 à 16
- Masse volumique des mélanges aqueux de MEG : DT2, page 17
- Nomenclature partielle : DR 1, page 20
- Schéma partiel de la distribution d'eau glacée : DR2, page 21
- Graphe de régulation : DR3, page 22

### 1.1. Nomenclature partielle

Le document réponse DR1, page 20, présente une nomenclature. La première colonne contient les repères 1 à 12 correspondent à ceux du schéma de principe, page 9. La seconde colonne indique la technologie du matériel employé. La troisième colonne précise le rôle de l'appareil dans cette installation. Les deux premières lignes sont données à titre d'exemple.

*Compléter la nomenclature du Document réponse DR 1.\**

### 1.2. Performance des groupes frigorifiques

Les groupes frigorifiques ont pour référence : TRANE CGWH 250 - fluide R407c. Les températures du régime de fonctionnement nominal sont :

- Eau glacée : 6 / 14 °C
- Eau de refroidissement : 40 / 45 °C.

*1.2.1. Déterminer à l'aide de la documentation technique DT1, pages 13 à 16 , les performances nominales d'un groupe frigorifique : Puissance frigorifique, puissance*

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 3 / 27
Durée : 4 heures		

*électrique, puissance calorifique, COP, débit d'eau glacée, perte de charge de l'évaporateur.*

*1.2.2. Commenter la sélection des groupes frigorifiques et des aéro-refroidisseurs.*

### **1.3. Distribution de l'eau glacée**

Le document réponse DR2, page 21, représente une partie de l'installation d'eau glacée dans son fonctionnement nominal.

*1.3.1. Justifier le régime de température plus élevé sur le réseau poutres froides\*.*

*1.3.2. Colorier en bleu les tronçons à débit constant et en rouge les tronçons à débit variable\*.*

*1.3.3. Calculer et indiquer les débits et les températures manquantes\*.*

### **1.4. Régulation de température du circuit de refroidissement**

Le rejet de chaleur des groupes frigorifiques est réalisé par deux aéro-refroidisseurs (AE 01 et AE 02) situés sur la terrasse du bâtiment. Ces appareils fonctionnent en cascade et sont équipés d'un variateur de vitesse sur l'alimentation commune des moteurs de ventilateur.

La vitesse de rotation varie progressivement entre 20 et 100 % de la vitesse nominale, en fonction de la température de sortie de chaque aéro-refroidisseur.

La vanne trois voies régule aussi la température de retour, progressivement entre 0 et 100 %.

Cette température ne doit pas dépasser 40 °C.

*1.4.1. Représenter sur le graphe de régulation du document réponse DR 3, page 22, la relation entre la grandeur mesurée et l'état des organes de réglage.\**

*1.4.2. Citer 3 avantages que procure la variation de vitesse dans cette application.\**

### **1.5. Complément de glycol**

Le circuit de refroidissement est équipé d'un pot d'introduction de glycol avec son jeu de vannes repérées V1 à V5 sur le schéma de principe, page 9.

*1.5.1. Rédiger le mode opératoire de l'introduction de glycol dans le circuit, à partir de l'état actuel représenté sur le schéma, page 9\*.*

On prélève un échantillon d'eau glycolée (mélange antigél d'eau et de monoéthylène-glycol) du circuit et on mesure avec un densimètre, sa masse volumique à 20 °C. On trouve  $\rho = 1028 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ .

*1.5.2. Déterminer à l'aide du document technique DT2, page 17, la concentration volumique en monoéthylène-glycol (MEG) et la température de congélation du mélange\*.*

On souhaite protéger le circuit jusqu' à -15 °C. La contenance en eau du réseau de refroidissement est égale à 162 litres. Le volume du pot est suffisant pour introduire le MEG en une seule opération.

*1.5.3. Déterminer la concentration volumique nécessaire et le volume de MEG pur à introduire dans le circuit. On écrira le bilan en volume de MEG, entre l'état initial et l'état final.*

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 4 / 27
Durée : 4 heures		

## Partie 2 : Etude la production calorifique

La production de chaleur est réalisée principalement par une chaudière gaz à condensation, GUILLOT Modulonox de 450 kW. Deux autres chaudières GUILLOT Optimagaz de 86 kW n'interviennent qu'en secours.

Toutes les utilisations (364 kW) sont raccordées sur le même réseau d'eau chaude, à débit constant et température variable en fonction de la température extérieure.

### Données :

- Schéma de principe de la production calorifique, p 10.
- Extrait de la documentation de la chaudière à condensation GUILLOT : DT3, page 18
- Fréquences probables de température extérieure : DT4, page 19.
- Variation des besoins : DR 4, page 23.

### 2.1. Raccordement hydraulique de la chaudière à condensation

2.1.1. *Justifier le raccordement de la chaudière Modulonox en série sur retour, plutôt qu'en parallèle des deux chaudières Optimagaz.\**

2.1.2. *Expliquer pourquoi la température de départ du circuit n'est pas régulée par une vanne trois voies mélangeuse.\**

### 2.2. Évaluation du risque de défaillance

- Les locaux sont chauffés à 20 °C.
- Le régime de température nominale est 80 / 60 °C.
- La température extérieure de base est -7 °C.
- Les pertes thermiques des tuyauteries de distribution sont estimées à 8 % de la puissance des appareils raccordés.
- Le climat du site est assimilé à celui de l'observatoire Paris – Le Bourget.

2.2.1. *Tracer sur le document réponse DR4, page 23, la relation entre la puissance nécessaire et la température extérieure.\**

2.2.2. *Déterminer dans quel intervalle de la température extérieure, la chaufferie n'est plus en mesure de satisfaire les besoins, en cas de panne de la chaudière Modulonox.*

2.2.3. *Déterminer la durée de la période critique en jours et en pourcentage de la période de chauffe. Commenter ces résultats.*

2.2.4. *Proposer des actions de maintenance pour réduire le risque de défaillance de la chaufferie (sans modifier l'installation).*

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement		Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations		Page 5 / 27
Durée : 4 heures			

### 2.3. Suivi des consommations de gaz

Le contrat de maintenance prévoit le suivi des consommations de gaz par le calcul mensuel du ratio : Énergie consommée / Degrés-jours.

#### Données :

- Degrés-jours mensuels relevés par la station météo du secteur : DR5, page 24
- Index relevés sur le compteur gaz : DR5, page 24
- Pression effective du gaz au compteur :  $p_{ef} = 300$  [mbar]
- Température moyenne du gaz au compteur :  $\theta = 15$  [°C]
- Pouvoir calorifique inférieur du gaz naturel :  $PCI = 10,2$  [kWh/m<sup>3</sup><sub>n</sub>]  
[m<sup>3</sup><sub>n</sub>] signifie mètre cube dans les conditions normales de pression et de température :  $p_o = 101\,325$  [Pa] et  $\theta_o = 0$  [°C]
- La pression atmosphérique est supposée normale.

2.3.1. Démontrer, par la loi des gaz parfaits, la relation suivante :\*

$$Q = 12,53 \cdot V$$

avec Q : Énergie consommée, sur PCI [kWh]  
V : Volume de gaz naturel dans les conditions du compteur  
Pression effective : 300 [mbar]  
Température : 15 [°C]

2.3.2. Calculer les ratios mensuels Énergie consommée / Degrés-jours, dans la feuille de calcul du document réponse DR5.\*

2.3.3. Représenter la variation du ratio mensuel en fonction des degrés-jours sur le graphique du document réponse DR5, par une courbe lissée.

2.3.4. Tirer des conclusions de l'observation de ce graphique.

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 6 / 27
Durée : 4 heures		

## Partie 3 : Vérification de la centrale de traitement d'air (CTA)

Pendant l'hiver, on réalise une série de mesures sur la CTA préparant l'air primaire distribué aux poutres froides, dans le but de vérifier son bon fonctionnement.

### Données :

- Relevé des mesures sur la CTA : page 11
- Diagramme de l'air humide : DR6, page 25
- Caractéristiques des vannes de réglage IMI – STAD : DR7, page 26

### 3.1. Exploitation des mesures sur l'air

3.1.1. Tracer l'évolution de l'air dans la centrale, sur le diagramme de l'air humide du document réponse DR6, page 11\*.

3.1.2. Calculer le débit volume et le débit masse d'air soufflé\*.

3.1.3. Déterminer le taux d'air neuf et le débit volume d'air neuf.

3.1.4. Calculer la puissance de la batterie chaude, sur l'air.

### 3.2. Exploitation des mesures sur l'eau

3.2.1. Déterminer le Kv de la vanne de réglage et le débit d'eau dans la vanne, à l'aide du document réponse DR7, page 26\*.

3.2.2. Calculer la puissance de la batterie chaude, sur l'eau.

3.2.3. Comparer les résultats et conclure.

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 7 / 27
Durée : 4 heures		

## Partie 4 : Modification de l'armoire électrique chaufferie

Afin de fiabiliser la distribution d'eau chaude, on souhaite apporter une modification à la partie commande et signalisation de la pompe double, à moteurs ventilés.

Actuellement, un commutateur à trois positions S1, permet de mettre en service la pompe 1 ou bien la pompe 2. En cas de défaut sur un moteur, disjonction ou surchauffe, la pompe concernée s'arrête et l'installation est en panne. L'intervention d'un technicien est nécessaire pour mettre en service l'autre pompe en basculant le commutateur S1.

On a remarqué aussi, qu'en cas de surchauffe d'un moteur, ce défaut n'est pas signalé par les voyants H3 ou H4.

### Données :

- Schéma partiel de l'armoire électrique chaufferie - Etat initial : p 12
- Schémas de commande et de signalisation modifiés : DR8, page 27

### 4.1. Causes de défaut

4.1.1. *Inventorier les causes pouvant provoquer le déclenchement d'un disjoncteur moteur\*.*

4.1.2. *Inventorier les causes pouvant provoquer l'ouverture du contact thermique (klixon) implanté dans les moteurs\*.*

### 4.2. Modification du schéma de commande et de signalisation

La pompe de secours doit démarrer automatiquement en cas de disjonction ou de surchauffe sur la pompe en service (sauf si elle-même est en défaut).  
Le voyant H3 ou H4 doit s'allumer quelle que soit la nature du défaut.

*Compléter le schéma du document réponse DR8, page 28\*.*

BTS FEE : Fluides – Energies – Environnement	Option D : Maintenance	Session 2006
FEDEISI	Epreuve E3 : Etude des installations	Page 8 / 27
Durée : 4 heures		