

# BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

## E3 - ÉTUDE DES INSTALLATIONS OPTION C - GÉNIE FRIGORIFIQUE

Session : 2007

---

Durée : 4 heures  
Coefficient : 4

---

**Matériel autorisé : calculatrice conformément à la circulaire N° 99-186 du 16/11/1999**

**Tout autre matériel ou document est interdit**

**Documents à rendre avec la copie :**

Documents réponse N° 1 page 11/14.

Documents réponse N° 2 page 12/14.

Documents réponse N° 3 page 13/14.

Documents réponse N° 4 page 14/14.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 14 pages numérotées de 1/ 14 à 14/ 14

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| BTS FEE Option C                     | Session 2007     |
| Epreuve E3 : Étude des Installations | FECEISI          |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures |
|                                      | Page 1 sur 14    |

### Consignes générales

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

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

**Toutes les réponses doivent être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul ou d'un schéma.**

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.

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

### Composition du sujet

| Dossier | Désignation  | Barème                     | Temps estimé   | Pages   |
|---------|--|----------------------------|--|---------|
| I       | Extrait du CCTP  |                            |  | 3 à 4   |
| II      | Etude de l'installation frigorifique <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lecture du sujet</li><li>▪ Partie 1</li><li>▪ Partie 2</li><li>▪ Partie 3</li><li>▪ Partie 4</li><li>▪ Partie 5</li></ul> | 10<br>10<br>25<br>25<br>10 | 15 mn<br>30 mn<br>20 mn<br>1h 20 mn<br>1h 20 mn<br>15 mn | 4 à 6   |
| III     | Documents ressources   |                            |  | 7 à 10  |
| IV      | Documents réponses   |                            |  | 11 à 14 |

|                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| BTS FEE Option C                     |                  | Session 2007  |
| Epreuve E3 : Étude des Installations |                  | FECEISI       |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures | Page 2 sur 14 |

# I – EXTRAITS DU C.C.T.P

## 1. Généralités

### Mise en situation

L'étude concerne les travaux de réalisation d'une chambre froide de conservation de fruits et légumes. Elle doit être implantée en région sud de la France, dans un hangar existant, chez un producteur. Le renouvellement d'air dans la chambre froide sera assuré uniquement lors de l'ouverture de la porte, pendant les entrées / sorties des denrées.

### Données générales

Conditions de l'air extérieur :

| Air extérieur | Température | Hygrométrie |
|---------------|-------------|-------------|
| Eté           | 32°C        | 60%         |
| Hiver         | -5°C        | 90%         |

Réseau électrique triphasé 400V, régime de neutre TT.

## 2. Conception de l'installation

### Caractéristiques de la chambre froide :

Réalisation en panneaux démontables, isolation d'épaisseur 60 mm, coefficient global de transfert thermique K ou U = 0,4 W/m<sup>2</sup>.K. Le sol ne sera pas isolé.

Dimensions : Longueur : 7m, largeur : 6m, hauteur : 2,5m, volume : 105 m<sup>3</sup>.

Température d'entreposage : +4°C / +6°C, hygrométrie 90%.

Pour les calculs, prendre une température moyenne de +5°C.

### Bilan frigorifique

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Plafond            | 39191  |
| Parois             | 60653  |
| Sol non isolé      | 87091  |
| Refroidissement    | 242550 |
| Respiration à 20°C | 15876  |
| Respiration à 5°C  | 3024   |
| Air neuf           | 108937 |
| Ventilateur        | 51840  |
|                    |        |
| Total [kJ/24h]     | 609162 |

### Groupe de condensation à air

Il sera implanté à l'extérieur du hangar.

Temps de fonctionnement du motocompresseur : 16h/jour.

|                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| BTS FEE Option C                     |                  | Session 2007  |
| Epreuve E3 : Étude des Installations |                  | FECEISI       |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures | Page 3 sur 14 |

**Données thermodynamiques :**

- DT à l'évaporateur de 6 K
  - Pression au refoulement du motocompresseur :  $p_{ref} = 22$  bar.
  - Température au refoulement :  $\theta_{ref} = 80^\circ\text{C}$ .
  - Pression à l'aspiration du motocompresseur :  $p_{asp} = 5,4$  bar, température  $10^\circ\text{C}$ .
  - Pression en amont du détendeur :  $p = 21,5$  bar, température :  $38^\circ\text{C}$ .
  - Enthalpie du fluide frigorigène à la sortie de l'évaporateur :  $372$  kJ/kg.
  - Le rendement volumétrique est estimé à partir de la relation :  $\eta_v = 1 - 0,04 (p_{ref} / p_{asp})$ .

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>II – ÉTUDE DE L'INSTALLATION</b> |
|-------------------------------------|

**Partie 1 : étude fonctionnelle d'une partie de l'installation.**

- 1.1 La température de la chambre froide est réglée par tirage au vide de l'évaporateur (pump down). Déterminez les valeurs de réglage (pressions relatives) du pressostat BP de régulation et du pressostat HP de sécurité. Ces valeurs doivent être justifiées par un raisonnement adéquat.
- 1.2 Complétez le graphe de régulation de ces 2 pressostats (voir document réponse n° 1, page 11/14).
- 1.3 Donnez la fonction précise de la résistance de carter du motocompresseur et précisez le risque qu'elle permet d'éviter sur le fonctionnement du compresseur.
- 1.4 Pourquoi ce risque est-il moins probable avec une régulation par tirage au vide de l'évaporateur (pump down) ?

**Partie 2 : analyse des technologies.**

- 2.1 Sur le schéma en coupe du détendeur thermostatique (voir document réponse n° 2, page 12/14), identifiez par des couleurs différentes, les zones de pression du fluide frigorigène :
  - HP : en rouge
  - BP : en bleu
  - Bulbe et du train thermostatique : en vert.
- 2.2 Comment évoluera la surchauffe de la vapeur quand, en agissant sur la tige de réglage 4, le ressort est davantage comprimé ? Justifiez votre réponse en effectuant un tracé des forces qui agissent sur la membrane.
- 2.3 Si l'égalisation de pression externe 5 n'était pas raccordée sur le tube d'aspiration, à la sortie de l'évaporateur, comment se comporterait le détendeur thermostatique ?

**Partie 3 : proposer des solutions techniques**

Dans cette partie, il est demandé au concepteur de l'installation de proposer des solutions techniques qui permettraient de réduire la consommation d'énergie électrique.

|                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| BTS FEE Option C                     |                  | Session 2007  |
| Epreuve E3 : Étude des Installations |                  | FECEISI       |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures | Page 4 sur 14 |

## Comparaison des conditions de fonctionnement de l'installation en hiver et en été.

Le condenseur étant refroidi par l'air extérieur.

- 3.1 Proposez des solutions techniques qui permettraient de maintenir constante la pression de condensation sur cette installation (pour répondre à cette question, ne pas tenir compte de la configuration du coffret électrique de régulation qui a été retenu dans le descriptif). Quelles sont alors les conséquences sur la consommation électrique du motocompresseur ?
- 3.2 Le concepteur a choisi un détendeur thermostatique associé à une régulation de HP. Justifiez la variation des pressions de condensation et d'évaporation en hiver dans le cas d'une HP flottante. Quels types de détendeurs faudrait-il utiliser pour maintenir le remplissage optimal de l'évaporateur ?

## Apports de chaleur par le sol

Le sol de la chambre froide n'est pas isolé.

- 3.3 Calculez :
  - La puissance frigorifique perdue par conduction à travers le sol.
  - La puissance frigorifique perdue par le sol s'il était isolé avec des matériaux de coefficient K ou  $U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .
  - L'énergie électrique journalière (en kWh) consommée par le motocompresseur, uniquement pour compenser la différence des deux puissances précédemment calculées. Pour cette question, considérez une puissance frigorifique de 10 kW pour 16h de fonctionnement et une puissance électrique du motocompresseur de 4 kW.
- 3.4 Pour quelles raisons, le sol d'une chambre froide à température positive n'est-il pas, le plus souvent, isolé ?

## Partie 4 : dimensionnements et sélection du matériel.

### Performances du motocompresseur avec pertes de charge du fluide frigorigène.

- 4.1 Tracez le cycle de fonctionnement (document réponse N° 3, page 13/14)  
Déplacement ou volume horaire balayé du motocompresseur des groupes de condensation suivants :

| Référence du groupe de condensation | Déplacement du motocompresseur<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|-------------------------------------|---|
| LH84/2CC.4.2Y                       | 16,24   |
| LH84/4FC.5.2Y                       | 18,05   |
| LH84/4EC.6.2Y                       | 22,72   |
| LH104/4DC.7.2Y                      | 26,84   |

|                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| BTS FEE Option C                     |                  | Session 2007  |
| Epreuve E3 : Étude des Installations |                  | FECEISI       |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures | Page 5 sur 14 |

## Sélection du matériel

4.2 Sélectionnez le matériel frigorifique suivant :

- L'évaporateur de la chambre froide pour un écart de température de 6K (document ressource N° 1, page 7/14). Justifiez le choix du pas d'ailettes.
- Le motocompresseur dans la gamme proposée (document ressource N° 2, page 8/14). Aucun calcul n'est demandé.
- Le détendeur thermostatique et le numéro d'orifice pour une chute de pression dans le distributeur et les brins de 2 bar (document ressource N° 3, page 9/14). La vanne électromagnétique de la conduite liquide pour une chute de pression maximum de 0,2 bar (document ressource N° 4, page 10/14).

4.3 Calculez la puissance frigorifique réelle du motocompresseur sélectionné en 4.2.

### **Partie 5 : réalisation et lecture de schémas.**

Le coffret électrique de régulation, référence CPSA 16-3 permet d'assurer l'alimentation électrique et la régulation de l'installation. Le schéma électrique fourni par le constructeur est reproduit sur le document réponse N° 4.

5.1 Complétez le schéma électrique du coffret (document réponse N° 4, page 14/14) pour le fonctionnement de cette installation :

- Marche forcée des ventilateurs de l'évaporateur.
- Régulation de température de la chambre froide par tirage au vide (pump-down).
- Le motocompresseur est protégé par un disjoncteur moteur.

|                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| BTS FEE Option C                     |                  | Session 2007  |
| Epreuve E3 : Étude des Installations |                  | FECEISI       |
| Coefficient : 4                      | Durée : 4 heures | Page 6 sur 14 |