



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**

session 2011

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

ÉTUDE DES INSTALLATIONS - Option C

Session 2011

—
Durée : 4 heures
Coefficient : 4
—

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition 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.

Documents à rendre avec la copie :

Documents réponses..... page 16/20 à 20/20.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 20 pages, numérotées de 1/20 à 20/20.

Consignes générales :

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.

L'usage des calculatrices autonomes (une seule calculatrice par candidat), conformes à la circulaire n°99-186 du 16//1/1999 est autorisée.

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 copies sont des éléments d'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 ...

Temps estimatif de composition et barème indicatif.

Le sujet comporte 4 parties.

Lecture du sujet : 15 minutes.

Partie n°1 – Circuit frigorifique de l'installation.

Temps : 45 minutes

Barème : 20 / 80 points.

Partie n°2 – Éléments de technologie.

Temps : 45 minutes.

Barème : 20 / 80 points.

Partie n°3 – Étude du système frigorifique.

Temps : 1 heure et 45 minutes

Barème : 30 / 80 points.

Partie n°4 – Coffret électrique de la chambre froide "poisson".

Temps : 30 minutes.

Barème : 10 / 80 points.

Documents mis à la disposition des candidats.

Présentation de l'étude à la page 3/20.

Sujet proprement dit de la page 4/20 à la page 7/20.

Annexes de la page 8/20 à la page 15/20.

Documents – réponses de la page 16/20 à la page 20/20.

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

L'étude à réaliser porte sur la création d'un nouveau supermarché situé dans le sud-ouest de la France.

En pré-étude, deux systèmes d'équipement frigorifique ont été proposés :

- Une première solution avec des postes à température positive refroidis indirectement à l'aide d'un fluide frigo-porteur en utilisant une production frigorifique centralisée. Les postes à température négative sont refroidis directement par des évaporateurs vaporisant le fluide frigorigène, en utilisant une seconde production frigorifique centralisée.
- Une deuxième solution consiste en une production de froid assurée par une installation frigorifique bi-étagée de type booster. Un échangeur placé sur la conduite liquide permet l'alimentation en liquide sous-refroidi des évaporateurs des postes à température négative.

Pour des raisons d'efficacité énergétique, le système frigorifique de type booster a été choisi pour assurer la production frigorifique.

Toujours dans un souci d'économies d'énergies, le client demande de proposer, en complément de l'installation de production de froid, une solution intégrant une récupération de la chaleur dégagée au condenseur pour assurer la production d'E.C.S. (eau chaude sanitaire).

ÉTUDE D'UN CENTRE COMMERCIAL

L'étude partielle concerne l'installation frigorifique d'un supermarché situé dans le département des Landes. Les conditions de base extérieures en été sont :

Température sèche : $\theta_E = 32 \text{ }^\circ\text{C}$

Hygrométrie : $\varphi_E = 40 \%$

Description de l'installation frigorifique :

Le fluide frigorigène choisi est le R404A.

La production est assurée par une installation à technologie Booster.

L'ensemble sera monté en deux centrales (compresseurs Basse Pression et compresseurs Haute Pression distincts).

Le système comprend :

- Des évaporateurs desservant les postes positifs dits évaporateurs MP.
- Des évaporateurs desservant les postes négatifs dits évaporateurs BP
- Une centrale négative de 3 compresseurs BP à pistons refroidis par air aspirant dans les évaporateurs BP refoulant à l'aspiration de l'étage positif (compresseurs HP).
- Une centrale HP équipée de :
 - 1 bouteille anti-coup de liquide commune
 - 3 compresseurs HP refroidis par les gaz aspirés, avec filtre à l'aspiration et silencieux de refoulement
 - 3 détendeurs de désurchauffe, un par compresseur, contrôlant la surchauffe des vapeurs à l'aspiration
 - Un séparateur d'huile pour chaque compresseur
 - Circuit d'huile de la centrale HP équipé de :
 - 1 électrovanne NO,
 - 1 réservoir d'huile commun et un clapet de dégazage entre ce réservoir et le collecteur d'aspiration
 - 1 pot d'injection d'huile à flotteur par compresseur, avec vannes d'isolement
 - 1 vanne de purge et prélèvement d'huile.
 - Bypass sur le séparateur d'huile avec vannes à main.
 - 1 filtre plus voyant par compresseur, avec vannes à main d'isolement pour remplacement.
- Un circuit de condensation commun aux deux étages comprenant :
 - Un condenseur à air équipé de 6 ventilateurs.
 - Un échangeur à plaques de récupération de chaleur pour ECS (d'une puissance de 20 kW) monté en série à l'amont du condenseur. Il est équipé d'un bypass de maintenance côté fluide frigorigène.
- Une bouteille liquide.
- Un échangeur sous refroidisseur (ESR) de liquide pour la ligne des postes froid négatifs, le liquide étant prélevé sur la bouteille commune, équipé d'un détendeur à prise de pression externe qui contrôle la surchauffe en sortie de l'ESR. Le fluide intermédiaire utilisé pour le sous-refroidissement du liquide HP sera renvoyé à l'aspiration des compresseurs HP.

1. CIRCUIT FRIGORIFIQUE DE L'INSTALLATION.

Complétez le schéma de l'installation frigorifique document réponse n°1 (page 16/20) :

À partir de la description de l'installation frigorifique ci-dessus :

- Représentez le circuit frigorifique raccordant les 3 compresseurs HP au reste du circuit.
- Représentez le circuit d'huile complet des compresseurs HP.
- Raccordez l'échangeur de récupération de chaleur avec son bipasse de maintenance au circuit frigorifique.
- Représentez la ligne liquide avec tous les éléments indispensables à son bon fonctionnement.

2. ÉLÉMENTS DE TECHNOLOGIE

2.1. Pour les éléments B1 à B7 du document réponse n°1 indiquez :

- leurs noms,
- leurs rôles,
- leurs lois de régulation simplifiées (sans grandeurs).

Remplir le document réponse n°2 (page 17/20).

2.2. Pour les éléments du circuit frigorifique 1 & 2 du document réponse n°2, indiquez :

- leurs noms,
- leurs rôles,

Remplir le document réponse n°2.

2.3. La régulation de la pression de condensation est réalisée par une action sur les ventilateurs du condenseur. Proposez une autre solution de régulation de la pression de condensation ainsi que son schéma de principe.

3. ÉTUDE DE SYSTÈMES FRIGORIFIQUES.

3.1 - Tracez le cycle frigorifique parcouru par le fluide frigorigène sur le diagramme enthalpique du R404A dans l'installation (document réponse n°3 page 18/20).

Consignez dans le document réponse n°4, les valeurs thermodynamiques des points représentatifs du cycle. Les tables des pressions du R404A sont fournies en annexe n°4.

Le schéma de principe simplifié de l'installation est donné en annexe n°5.

Les points essentiels du cycle seront repérés par les mêmes numéros que ceux indiqués sur le schéma du document annexe 5 (les points 8 et 10 correspondants respectivement aux points aux sorties des détendeurs BP et MP).

Les hypothèses seront les suivantes :

- Haute pression correspondant à la température de saturation à la sortie du condenseur : $\theta_k = 45\text{ °C}$.
- Basse pression correspondant aux températures d'ébullitions à la sortie des évaporateurs BP : $\theta_0 = -37\text{ °C}$
- Moyenne pression correspondant aux températures d'ébullitions à la sortie des évaporateurs MP : $\theta_0' = -10\text{ °C}$

- Puissance frigorifique des évaporateurs BP : $\Phi_0 = 25\text{ kW}$
- Puissance frigorifique des évaporateurs MP : $\Phi_0' = 208\text{ kW}$

- Surchauffe à la sortie des évaporateurs BP et MP : $SC = 5\text{ K}$.
- Surchauffe totale à l'aspiration des compresseurs BP : $SC = 20\text{ K}$
- Surchauffe maintenue par les détendeurs désurchauffeurs à l'aspiration des compresseur HP : $SC = 5\text{ K}$

- Sous-refroidissement du liquide à la sortie du condenseur : $SR = 3\text{ K}$.
- Refroidissement des vapeurs surchauffées dans la conduite de refoulement HP estimé à : 10 K .
- Température du liquide HP en sortie de l'échangeur refroidisseur de liquide : $\theta_L = -2\text{ °C}$
- Surchauffe des vapeurs à la sortie de l'échangeur refroidisseur de liquide : $SC = 10\text{ K}$.

- La compression étant polytropique, au refoulement des compresseurs BP et HP, la température des vapeurs est ici supérieure de 5 °C à la température obtenue lors d'une compression isentropique.

- Les pertes de charge provoquées dans les échangeurs et les canalisations, de même que les sous-refroidissements des lignes liquides ne seront pas prises en compte.

3.2 Calculez les grandeurs caractéristiques de la machine frigorifique :

- $q_{m_{BP}}$ et $q_{m_{MP}}$, les débit massique aux évaporateurs BP et MP,
- Débit massique total d'injection ($q_{m_{12}} + q_{m_{13}}$) et débit massique HP ($q_{m_{HP}}$)
Effectuez les bilans massiques et énergétiques à l'aspiration des compresseurs HP.
- Débit volume aspiré par les compresseurs BP ($q_{v_{BP}}$) et HP ($q_{v_{HP}}$),
- Débit volume théorique balayé par un compresseur BP et HP :
Le rendement volumétrique des compresseurs peut être déduit de l'expression :
$$\eta_v = 1 - 0,04 \times \tau$$
 où τ est le taux de compression p_{ref}/p_{asp} .
- Puissance absorbée par l'ensemble des moto-compresseurs :
Le rendement mécanique sera considéré égal à : $\eta_m = 90\%$.
Le rendement électrique sera considéré égal à : $\eta_{el} = 85\%$
- Puissance échangée au condenseur.
- Puissance échangée dans l'échangeur refroidisseur de liquide.

3.3 **Sélectionnez les compresseurs de la centrale négative** en utilisant l'annexe n°1.

3.4 **Sélectionnez les compresseurs de la centrale positive** en utilisant l'annexe n°2.

3.5 **Sélectionnez le condenseur de l'installation**, à l'aide de la documentation fournie, il devra répondre au cahier des charges.

Annexes n°3.1, n°3.2 et n°3.3

Les ailettes sont en aluminium et vous pourrez considérer que l'altitude du condenseur est négligeable.

4. COFFRET ÉLECTRIQUE DE LA CHAMBRE FROIDE "POISSON".

Vous devez compléter le schéma électrique de commande de la chambre froide poisson à partir des données suivantes :

- régulation de la température intérieure par un thermostat d'ambiance,
- protection du moteur du ventilateur de l'évaporateur par un disjoncteur moteur,
- protection des résistances électriques par des fusibles dans un porte fusible,
- dégivrage électrique de l'évaporateur par pendule et thermostat de fin de dégivrage
- présence d'un thermostat incendie,
- fonctionnement des évaporateurs asservis aux thermostats d'ambiance,
- contact de porte, permettant d'arrêter la ventilation lors de l'ouverture de la chambre froide,

4.1 Compléter le schéma de commande de cette installation sur le document réponse n°5.