

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

E3 - ÉTUDE DES INSTALLATIONS

OPTION C – GÉNIE FRIGORIFIQUE

Session : 2007

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

CORRIGÉ

BTS FEE Option C	Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations	FECEISI bis
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page 1 sur 7

204

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

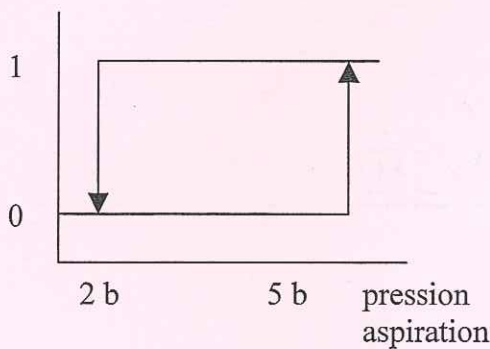
Graphes de régulation des pressostats

1.1 Justification des valeurs de pré-réglage des pressostats HP et BP.

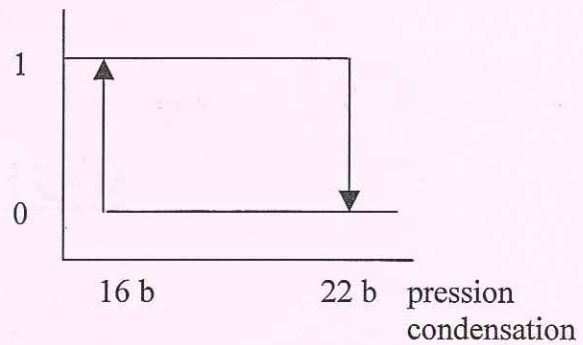
Température d'évaporation : $5 - 6 = -1^{\circ}\text{C}$.
 Pression de vapeur saturante correspondant à -1°C : $p = 4,8$ bar.
 Pression de vapeur saturante correspondant à $+5^{\circ}\text{C}$: $p = 6$ bar.
 Pression de coupure du pressostat BP : $0,2 \text{ bar} < p < 4,8$ bar.
 Soit une pression de coupure $p = 2$ bar.
 Pression d'enclenchement du pressostat BP : $2 \text{ bar} < p < 6$ bar.
 Soit une pression d'enclenchement: $p = 5$ bar.
 Le différentiel est de 3 bar (valeur convenable).

Température de condensation : $32 + 14 = 46^{\circ}\text{C}$.
 Pression de vapeur saturante correspondant à 46°C : $p = 20$ bar.
 Pression de vapeur saturante correspondant à 32°C : $p = 13,8$ bar.
 Pression de coupure du pressostat HP : $p > 20$ bar.
 Soit une pression de coupure $p = 22$ bar.
 Pression d'enclenchement du pressostat HP : $p > 13,8$ bar.
 Soit une pression d'enclenchement : $p > 16$ bar.
 Le différentiel est de 6 bar (valeur convenable).

1.2 Graphes des pressostats



Graphé du pressostat BP



Graphé du pressostat HP

Remarque : il n'est pas nécessaire de régler la pression de coupure du pressostat BP à 0,2 bar. L'essentiel est que l'évaporateur ne contienne plus de fluide frigorigène liquide. D'où une pression de coupure correspondant à une température inférieure à la température d'évaporation de -1°C . Ce sont des valeurs de pré-réglage qu'il faudra ajuster quand l'installation fonctionnera. Elles permettent à celle-ci de démarrer sans perturbation et permettent la régulation par tirage au vide et protègent contre les excès de pression HP et une baisse anormale de pression BP.

1.3 La dissolution d'un gaz dans un liquide est d'autant plus importante que le liquide est froid et la pression du gaz importante.

BTS FEE Option C		Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations		FECEISI bis
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 2 sur 7

205

La résistance de carter permet de maintenir la température de l'huile du compresseur – quand il est arrêté - à une température de 30°C environ. Cette température limite la dissolution de la vapeur de R404A dans l'huile.

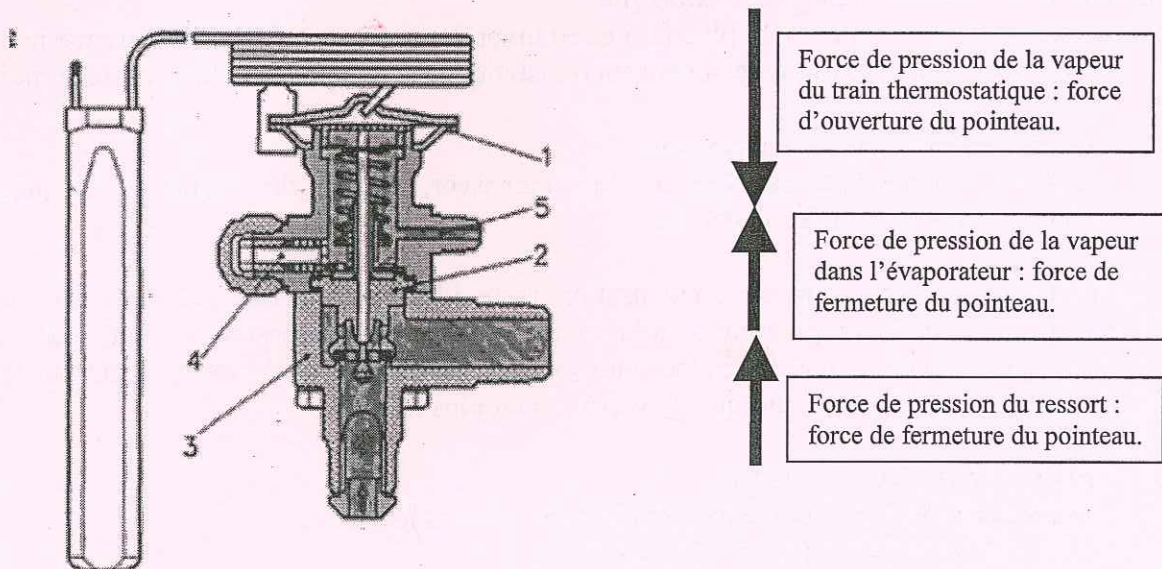
Une quantité importante de vapeur dissoute dans l'huile provoquerait un phénomène de moussage de l'huile dans le carter quand le compresseur démarre.

Conséquences : fuite d'huile vers le refoulement, défaut de lubrification, arrêt du compresseur, présence de lubrifiant dans les échangeurs (isolant thermique).

1.4 **Les risques sont moins probables avec une régulation par tirage au vide de l'évaporateur** car à l'arrêt du compresseur la pression dans l'évaporateur est relativement faible (pression de coupure de 2 bar), ce qui limite la dissolution.

Partie 2 : analyse des technologies

2.1 Schéma en coupe



2.2 Evolution de la surchauffe :

Quand le ressort est davantage comprimé, la force de fermeture augmente, le pointeau se ferme et la surchauffe de la vapeur augmente dans l'évaporateur.

2.3 Absence d'égalisation de pression :

La force de pression de la vapeur de l'évaporateur n'existerait pas (force de fermeture) : le détendeur serait ouvert, le réglage de surchauffe serait impossible.

BTS FEE Option C		Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations		FECEISI bis
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 3 sur 7

Partie 3 : proposer des solutions techniques

3.1 Justification et types de détendeurs :

La pression de condensation diminue en hiver car le phénomène de liquéfaction est plus efficace qu'en été. Le volume massique du liquide est inférieur à celui de la vapeur à la même pression : la pression de condensation diminue.

En hiver, le débit de fluide frigorigène diminue au travers un détendeur thermostatique : $q_v = K_v * (\Delta p)^{1/2}$, avec $\Delta p = p_k - p_o$. Le compresseur a un débit volumique de vapeur aspiré qui varie peu : la pression d'évaporation diminue.

L'écart de température de l'évaporateur augmente. Il peut y avoir dessiccation des produits entreposés.

Quand la pression de condensation est flottante, il faudrait mettre en œuvre un détendeur thermostatique à orifice variable ou un détendeur électronique.

3.2 Choix d'un détendeur thermostatique

Les charges thermiques étant plus faibles en hiver, le compresseur fonctionne moins longtemps. D'autre part, le détendeur thermostatique est un appareil plus simple et moins cher.

3.3 Pression de condensation constante

Solutions : débit d'air variable sur le condenseur, vannes de régulation de pression de condensation sur le circuit frigorifique.

En hiver, si la pression de condensation reste identique à celle d'été, la consommation électrique du compresseur sera la même. Une baisse de pression de condensation permet une diminution de la puissance électrique exigée par le compresseur du fait que le taux de compression et le débit massique de vapeur sont plus faibles.

3.4 Apports de chaleur par le sol

Puissance frigorifique perdue par conduction à travers le sol :
 $87\,091 / (3\,600 * 24) = 1 \text{ kW}$.

Coefficient K du sol :
 $1\,000 / (7 * 6 * (15 - 5)) = 2,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Puissance frigorifique perdue par conduction à travers le sol avec $K = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
 $1\,000 * 0,4 / 2,4 = 166 \text{ W}$.

Energie électrique consommée par le compresseur :

Puissance frigorifique : $1\,000 - 166 = 835 \text{ W} = 0,835 \text{ kW}$.

Puissance électrique utile uniquement pour cette puissance frigorifique :

$6 * 0,835 * 24 / (15 * 16) = 0,5 \text{ kW}$

Energie : $0,5 * 16 = 8 \text{ kWh}$.

3.5 Absence d'isolation du sol

Le sol n'est pas isolé dans ce cas (chambre froide de faibles dimensions et température positive) car la puissance électrique perdue pour compenser cet apport est négligeable devant

BTS FEE Option C		Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations		FECEISI bis
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 4 sur 7

207

celle nécessaire aux autres charges thermiques. De plus, un sol isolé est en relief et perturbe le roulage des engins de manutention.

Partie 4 : dimensionnement et sélection du matériel

4.1 Sélection du matériel

Puissance frigorifique : $609\,162 / (3\,600 * 16) = 10,6 \text{ kW}$.

Evaporateur : Puissance pour DT1 de 8K : $10,6 * 8 / 6 = 14,1 \text{ kW}$.
Modèle SPA 063C - 17 kW pour DT1 de 8K.
12,75 kW pour DT1 de 6K.

Motocompresseur : puissance corrigée : $12,75 * (389 - 272) / (374 - 272) = 14,6 \text{ kW}$.
LH84/4EC-6.2Y - 15,32 kW à 0°C

Détendeur thermostatique : $p_k - p_o = 21 - 5,8 = 15,2 \text{ bar}$.
 $\Delta p = 15,2 - 2 = 13,2 \text{ bar}$.
Modèle TES 5 - 3.7.

Vanne électromagnétique : **Modèle EVR10.**

4.2 Tracé du cycle (voir page suivante).

4.3 Puissance du motocompresseur

Rendement volumétrique : $\eta_v = 1 - (0,04 * 22 / 5,4) = 0,84$.

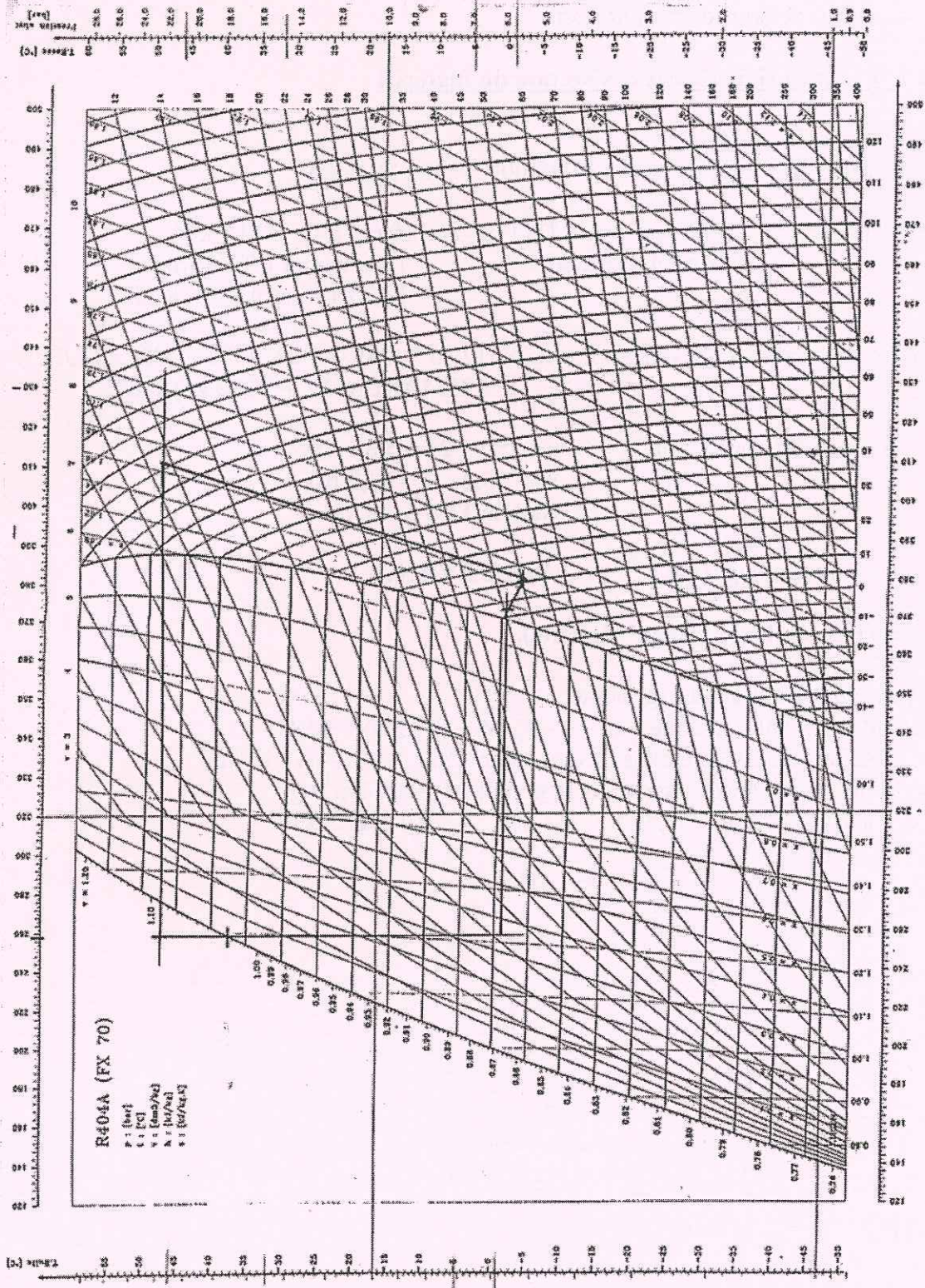
Différence d'enthalpie dans l'évaporateur : $372 - 258 = 114 \text{ kJ/kg}$.

Volume massique de vapeur à l'aspiration : $v = 0,04 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Puissance $P = 22,72 * 0,84 * 114 / (0,04 * 3\,600) = 15,1 \text{ kW}$.

BTS FEE Option C		Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations		FECEISI <i>bs</i>
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 5 sur 7

208

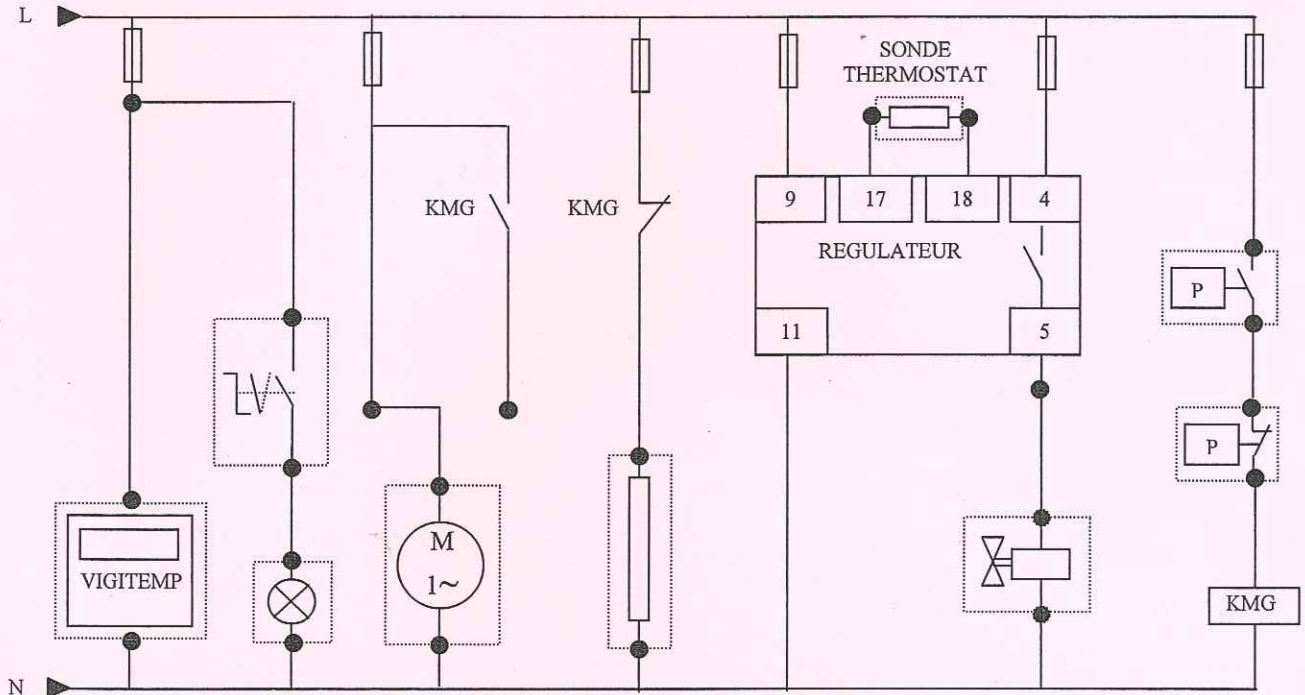


BTS FEE Option C	Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations	FECEISI <i>his</i>
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page 6 sur 7

209

Partie 5 : réalisation et lecture de schémas.

Enregistreur de température	Equipements chambre froide	Ventilateur évaporateur	Résistance de carter	Régulateur de température chambre froide	Electrovanne conduite liquide HP	Groupe froid
-----------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------	--	----------------------------------	--------------



BTS FEE Option C	Session 2007
Epreuve E3 : Etude des Installations	FECEISI bis
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page 7 sur 7

220