

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT

Epreuve : Etude et interventions sur des installations
Partie écrite : Etude des installations

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Calculatrice autorisée

Le sujet comporte 26 pages

BTS Fluides Énergies Environnements		Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C		FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 1/26

Etude et interventions des installations : E3	
Etude des installations.	
4 heures	
Ecrit	
Coefficient : 4	

Consignes générales :

Aucun document personnel n'est autorisé.

L'usage des calculatrices autonomes (une seule calculatrice par candidat) 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 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 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...

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.

Temps estimatif et composition du sujet :

- Lecture du sujet (15min.)
- Partie n°1 : Etude fonctionnelle (30 min)
- Partie n°2 : Analyser les technologies (40 min)
- Partie n°3 : Vérifier la conformité (55 min)
- Partie n°4 : Dimensionner et sélectionner (70 min)
- Partie n°5 : Schéma frigorifique (30 min.)

Mise en situation :

L'étude porte sur un entrepôt frigorifique de conservation de pommes de terre et de son extension, situé dans le Nord Est de la France (voir plan page : 9/26).

Partie existant :

Trois entrepôts frigorifiques identiques (L : 26,8m x l : 17m x h : 8,56m) pouvant accueillir chacun 900 pallox soit 1080 tonnes de pommes de terre. L'installation est au R22 à détente directe (schéma de principe page : 10/26). La centrale frigorifique et le condenseur sont placés à l'extérieur, alimentant six évaporateurs cubiques plafonniers identiques. La température maintenue est de +5°C +/- 0,5K. L'ensemble de l'installation est régulé par un automate.

Cette installation a été réalisée en 1991.

Partie extension :

Deux entrepôts frigorifiques identiques (L : 26,8m x l : 17m x h : 8,56m) polyvalents pouvant accueillir chacun 900 pallox. Les produits entreposés pourront être soit des pommes de terre maintenues à +5°C, soit des oignons maintenus à -1°C. L'installation sera au R404A à détente directe.

Les récoltes s'effectuant à partir de la mi-septembre, la température de référence extérieure est prise à +26°C.

BTS Fluides Énergies Environnements		Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C		FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 2/26

Première partie : Etude fonctionnelle d'une partie de l'installation

Cette première partie concerne la production frigorifique de l'installation existante

Conditions de fonctionnement :

Température de l'entrepôt :	+5°C
Température d'évaporation :	-1°C
Température saturante d'aspiration :	-4°C
Température saturante de condensation :	+40°C

Ne sont conservés dans ces trois entrepôts existant que des pommes de terre.

Travail demandé :

1-1) A partir du schéma de principe page 10/26 et pour les appareils numérotés de 1 à 5 donner le nom, leur rôle ainsi que leur graphe de régulation en indiquant les grandeurs réglées.

Exemple :

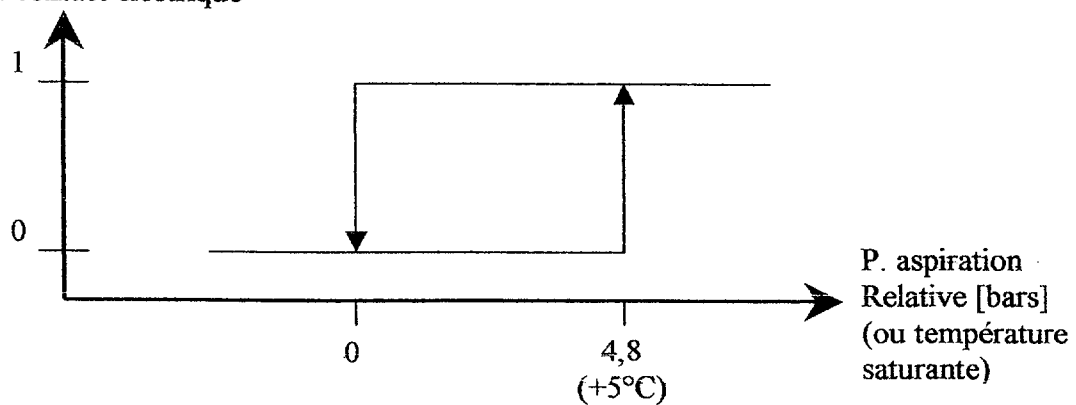
Repère : A

Nom : Pressostat basse pression

Rôle : Appareil de sécurité tout ou rien, contrôle la pression d'aspiration et informe l'automate si la pression passe en dessous de la pression de déclenchement (pression atmosphérique). Met en arrêt l'ensemble de l'installation

Graphe :

Etat du contact électrique



BTS Fluides Énergies Environnements	Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C	FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 3/26

Deuxième partie : Analyser les technologies installées : Régulation plage neutre

Cette deuxième partie concerne l'installation existante

La régulation de la puissance frigorifique (augmentation ou diminution de la puissance frigorifique des compresseurs) est réalisée à partir d'un pressostat basse pression à zone neutre.

Condition de fonctionnement :

Température de l'entrepôt :	+5°C
Température d'évaporation :	-1°C
Température saturante de condensation :	+40°C
Perte de charge équivalente tuyauterie d'aspiration :	3K

Travail demandé :

2-1) Indiquer le nom du mode de régulation de cette centrale frigorifique

2-2) A partir du document constructeur (page 11/26 et 12/26), dessiner le chronogramme de fonctionnement du pressostat basse pression à zone neutre. La procédure de montée en puissance des compresseurs (de 0 à 100%), suivi d'une réduction de puissance avec un maintien à 66% de la puissance.

2-3) Indiquer les valeurs de réglage du pressostat zone neutre.

2-4) Proposer une autre solution pour réguler cette centrale frigorifique en régulation de puissance.

Troisième partie : Vérifier la conformité du matériel

Cette troisième partie concerne l'installation existante

Conditions de fonctionnement :

Besoin frigorifique des trois entrepôts :	225kW
Fluide frigorigène :	R22
Température de l'entrepôt :	+5°C
Température d'évaporation :	-1°C
Température saturante de condensation :	+40°C
Perte de charge équivalente tuyauterie d'aspiration :	3K
Perte de charge équivalente tuyauterie de refoulement :	négligeable

BTS Fluides Énergies Environnements		Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C		FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4/26

Cycle de dégivrage :

Type : ventilation forcée
Commande : automatique ou manuel
Périodicité : 6 x 30 minutes
Descriptif pour un entrepôt :

Les deux évaporateurs plafonniers montés tête bêche sont dégivrés alternativement
⇒ *Évaporateur n°1 en dégivrage* : fermeture de l'électrovanne de la ligne liquide et marche des ventilateurs.
⇒ *Évaporateur n°2 en fonctionnement* : ouverture de l'électrovanne, si température dans l'enceinte supérieure à 5,5°C.

Matériels installés :

	Nombre	Marque	Type
Compresseur	3	DWM COPELAND	D6DH-3500
Évaporateur	6	SEARLE	XL202 66 P6A
Condenseur	1	SEARLE	MDR.175.8 - Δ

Travail demandé :

3-1) Tracer sur le document réponse 2 page 25/26, l'évolution de la puissance frigorifique d'un seul compresseur en fonctionnement (en considérant les deux autres entrepôts à l'arrêt) en fonction de la température d'évaporation, à une température de condensation constante de +40°C.

3-2) Exprimer l'équation de la puissance de l'évaporateur en fonction de la température d'évaporation :

$$\Phi_0 = f(\theta_0)$$

3-3) Tracer sur ce même document réponse 2 page 25/26 cette équation.

3-4) Tracer sur ce même document réponse 2 page 25/26, la courbe résultante des deux évaporateurs en fonctionnement dans ce même entrepôt.

3-5) Relever les points de fonctionnement en indiquant leurs coordonnées :
⇒ lorsque les deux évaporateurs sont en fonctionnement.
⇒ lors d'un cycle de dégivrage.

Comparer ces deux valeurs. Qu'en déduisez-vous ? Proposez deux solutions pour améliorer le systèmes.

BTS Fluides Énergies Environnements	Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C	FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 5/26

Quatrième partie : Dimensionner et sélectionner une partie d'installation et ses équipements

Cette quatrième partie concerne l'installation « extension ».

Les deux entrepôts frigorifiques peuvent accueillir soit une récolte de pomme de terre, soit une récolte d'oignons. L'installation est constituée d'une centrale frigorifique de trois compresseurs identiques, dont un en sécurité. Elle alimente deux évaporateurs sur pieds de type FLC, avec distribution de l'air par gaines rigides. Ces deux entrepôts ont une régulation totalement indépendants l'une de l'autre (suivant les produits entreposés).

Condition de conservation :

- Pomme de terre : $\theta_i = +5^\circ\text{C}$, HR = 85 à 90%
- Oignons : $\theta_i = -1^\circ\text{C}$, HR = 90 à 95%

DIMENSIONNEMENT ET SELECTION DE L'INSTALLATION :

L'installation frigorifique est dimensionnée pour de la conservation d'oignons.

Conditions de fonctionnement :

Besoin frigorifique des deux entrepôts :	130kW
Fluide frigorigène :	R404A
Température de l'entrepôt :	-1°C
Température d'évaporation (rosée) :	-7°C
Température saturante de condensation (rosée) :	+40°C
Sous refroidissement condenseur :	3K
Sous refroidissement total :	7K
Surchauffe détendeur :	5K
Température des gaz aspirés :	+10°C
Perte de charge équivalente tuyauterie d'aspiration :	3K
Perte de charge équivalente tuyauterie liquide :	0,4bar
Perte de charge équivalente tuyauterie de refoulement :	négligeable
Compression isentropique	

Travail demandé :

4-1) Tracer le cycle thermodynamique sur le diagramme enthalpique : document réponse 1 page 24/26.

4-2) Relever les caractéristiques du cycle et les rassembler dans un tableau : pression, température saturante, température, enthalpie.

BTS Fluides Énergies Environnements		Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C		FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 6/26

4-4) Calculer :

- Débit massique dans chaque évaporateur et le débit massique total
- Débit volume aspiré par les compresseurs
- Débit volume balayé par les compresseurs
- Puissance effective d'un compresseur
- Puissance rejetée au condenseur

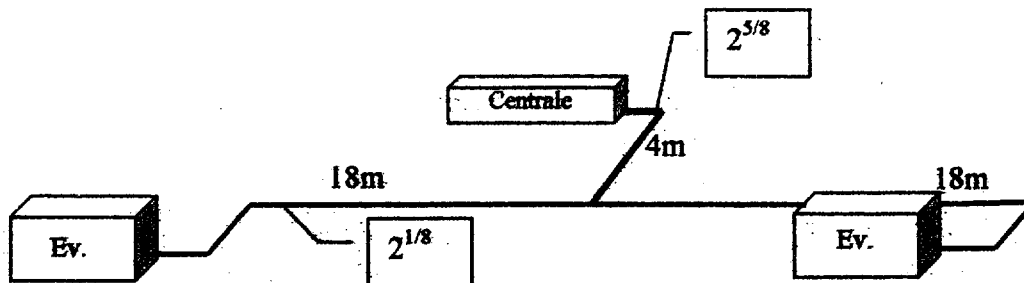
4-5) Sélectionner :

- Evaporateurs de type FLC
- Compresseurs de la centrale
- Condenseur de type MDR

données : $\eta_v = \eta_i = 1 - (0,04 \cdot \tau)$ avec τ : taux de compression
 $\eta_m = 0,9$

VERIFICATION DE LA TUYAUTERIE :

La tuyauterie d'aspiration en cuivre frigorifique isolé relie les deux évaporateurs jusqu'à la centrale frigorifique suivant le schéma ci-dessous :



Travail demandé :

4-8) Vérifier par le calcul la sélection de la tuyauterie d'aspiration. La perte de charge totale ne devant pas excéder de plus de 2K équivalent pression.

Le régime de fonctionnement est celui de la conservation d'oignons.

Les accidents seront négligés.

Débit volumique de vapeur produite dans un évaporateur : 90 m³/h.

Rugosité absolue du cuivre : 0,001 mm.

BTS Fluides Énergies Environnements	Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C	FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 7/26

Dimensions des tuyauteries :

	Ø extérieur [mm]	Epaisseur [mm]
2'' 1/8	53,97	1,78
2'' 5/8	66,68	2,03

Reynolds

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$$

w : vitesse moyenne du fluide [m/s]

d : diamètre de la canalisation [m]

ν : viscosité cinématique [m²/s]

Cinquième partie : Compléter le schéma de principe

Le mode de dégivrage choisi est celui par gaz chaud. Les vapeurs sont récupérées au refoulement de la centrale frigorifique pour être envoyées à l'entrée des évaporateurs et retour des condensats au réservoir liquide haute pression.

Travail demandé :

5- 1) Compléter le schéma de principe du document réponse 3 page 26/26, en y faisant figurer les éléments permettant :

- De réguler la pression d'évaporation selon le produit conservé.
- De dégivrer les évaporateurs par le gaz chaud.

BTS Fluides Énergies Environnements	Session 2005
E3 : Étude des installations – Option C	FECEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 8/26