

BTS FLUIDES – ÉNERGIES - ENVIRONNEMENTS

E 3 - ÉTUDE DES INSTALLATIONS

OPTION D – MAINTENANCE ET GESTION DES SYSTÈMES FLUIDIQUES ET ÉNERGÉTIQUES

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 :

- Document réponse N°1 page 11/22
- Document réponse N°2 page 12/22
- Document réponse N°3 page 13/22
- Document réponse N°4 page 14/22
- Document réponse N°5 page 16/22
- Document réponse N°6 page 17 ou 18/22
- Document réponse N°7 page 19/22
- Document réponse N°8 page 20/22

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet
Le sujet comporte 22 pages, numérotées de 1/ 22 à 22/22.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 1 / 22

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

L'étude porte sur un centre sportif composé d'une patinoire et d'un complexe aquatique (piscines, locaux spécifiques et locaux annexes,...)

Cette patinoire a fait l'objet d'une reconversion en 2002. Le fluide frigorigène R 12 a été remplacé par du R 507.

LE SUJET COMPORTE 3 DOSSIERS :

☛ **DOSSIER PRÉSENTATION :**

Eléments du cahier des charges et présentation de l'étude p 3 et p 4
Schéma de principe du complexe aquatique p 5

☛ **DOSSIER : Sujet et travail demandé** p 6 à 10

☛ **DOSSIER TECHNIQUE ET DOCUMENTS REPONSES:**

Plans, Documents Réponses et Techniques,..... p11 à 22

L'épreuve se divise en 4 parties indépendantes portant sur divers systèmes ou processus techniques équipant un centre sportif. Les réponses devront, selon le cas, être traités sur les documents réponses à rendre, ou sur copie séparée anonymée.

Dans cette épreuve, on vous demandera :

- D'expliquer le principe de fonctionnement de l'installation.
- De justifier les choix technologiques.
- De concevoir, sous forme de schéma de principe, la modification d'une partie de ces systèmes.
- De proposer des solutions techniques.
- De sélectionner des matériels et équipements.
- De faire le réglage et d'évaluer les performances des équipements retenus.
- De réaliser le remplacement et le dépannage des équipements.

Barème approximatif :

Étude Technologique d'une patinoire	Étude et conception des circuits hydrauliques	Mise au point et réglage d'une installation	Dépannage et remplacement
5	8	4	3

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

- la pertinence des méthodes
- le réalisme des solutions proposées
- la précision et l'analyse des résultats
- la qualité du travail rendu

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 2 / 22

ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES

1 - PATINOIRE

1.1 Principe

La production d'eau glycolée pour les besoins de fabrication et le maintien de la glace sont assurés par un groupe de production frigorifique (ensemble des machines frigorifiques en cascade) de marque YORK. La production est associée à une tour aérorefrigérante (refroidisseur évaporatif) de type fermé évacuant l'énergie excédentaire, ainsi qu'un désurchauffeur pour faire fondre la neige de la fosse à neige. Les compresseurs, désurchauffeur, condenseur, évaporateur seront installés dans le local technique *production froid*. La tour aérorefrigérante sera installée en terrasse mitoyenne à la patinoire.

1.2 Composition du groupe frigorifique

Il est composé de :

- 1- De 4 compresseurs de type 16 XF 88.1, au régime de fonctionnement : -14/40°C avec fluide frigorigène R 507 (trois compresseurs assurent la production frigorifique, le quatrième venant en secours) et aux caractéristiques suivantes :
 - puissance frigorifique unitaire 228 kW
 - puissance absorbée sur l'arbre 106 kW
 - puissance moteur nécessaire 132 kW

- 2- D'un désurchauffeur pour la production d'eau chaude pour la fosse à neige, il sera de type multitubulaire et aura les caractéristiques suivantes :
 - débit d'eau 2.5 m³/h
 - température d'entrée d'eau 13 °C
 - température de sortie d'eau 45 °C
 - puissance calorifique récupérable 95 kW

- 3- D'un condenseur multitubulaire, installé à la suite du désurchauffeur. Les caractéristiques du condenseur seront les suivantes :
 - débit d'eau 230 m³/h
 - température d'entrée d'eau 31 °C
 - température de sortie d'eau 36 °C
 - perte de charge côté eau 0.9 bar
 - température de condensation 40 °C

- 4- D'un évaporateur multitubulaire, alimenté par un détendeur à flotteur haute Pression. Les caractéristiques de l'évaporateur seront les suivantes :
 - débit eau glycolée 294 m³/h
 - température d'entrée eau glycolée - 8 °C
 - température de sortie eau glycolée - 11 °C
 - perte de charge côté eau glycolée 0.9 bar
 - température d'évaporation - 14 °C

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 3 / 22

1.3 Tour aéroréfrigérante

Le refroidissement du circuit condenseur sera assuré par une tour de refroidissement fermée, de marque Baltimore type VXI 144.2. Les ventilateurs seront équipés du système économiseur à doubles moteurs, type Baltiguard (2 moteurs de 37 et 11 kW).

La tour sera équipée de thermoplongeurs anti-gel (protection jusqu'à - 18 °C)

Caractéristiques de la tour

- puissance de réjection	996 kW
- température de bulbe humide	25 °C
- température d'entrée d'eau	36 °C
- température de sortie d'eau	31 °C
- puissance ventilateurs	37/11 kW
- puissance thermoplongeurs	4 kW

2 - COMPLEXE AQUATIQUE

La production thermique est assurée par deux chaudières gaz (avec un récupérateur de chaleur sur la fumée); produisant de l'ECBT pour les réseaux :

- Production Eau Chaude Sanitaire ECS.
- Une Centrale de Traitement d'Air CTA.
- Circuit radiateurs
- Circuit plancher chauffant
- Circuit de préchauffage et maintien de température des différents bassins.

Circuit primaire réseau ECBT:

Le circuit de production d'ECBT comprend deux chaudières gaz ; ces chaudières sont montées sur deux collecteurs aller retour. Régime de fonctionnement 90/70 °C.

Chacune est équipée d'une pompe de charge et des organes nécessaires au réglage et au contrôle du débit la traversant.

L'ensemble de l'eau chaude produite est collecté et dirigé vers une bouteille de découplage hydraulique avant distribution vers les différents réseaux utilisateurs.

La dilatation est compensée par deux vases d'expansion à membrane.

Une ligne d'alimentation en eau, conforme à la réglementation en vigueur, devra permettre le remplissage en eau traitée du réseau de chauffage.

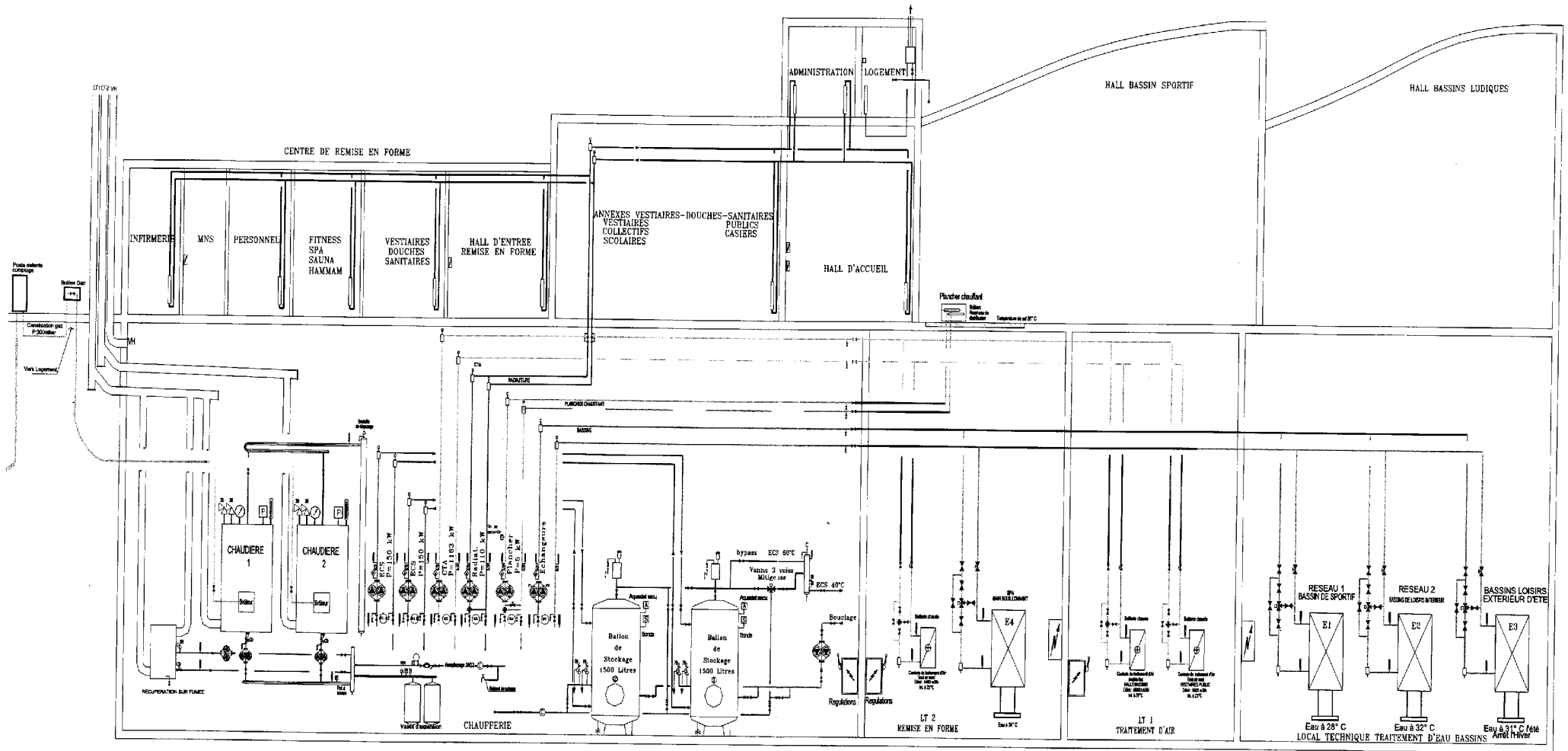
L'ensemble des organes de sécurité et de protection du réseau sont prévus.

Un pressostat manque d'eau et un thermostat mini sont placés sur le collecteur retour.

Un thermostat de sécurité Maxi est placé sur le collecteur de départ.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 4 / 22

SCHÉMA DE PRINCIPE DU COMPLEXE AQUATIQUE



PARTIE 1 : Étude technologique d'une installation de patinoire

On donne :

- ☞ Schéma de principe des installations frigorifiques de la patinoire document réponse N°1 (page 11 à rendre)
- ☞ Fiche de maintenance de tour de refroidissement document réponse N°2 (page 12 à rendre)
- ☞ Cahier des charges : pages 3 et 4

On demande :

- 1.1 Sur le schéma de principe du document réponse N°1 (page 11 à rendre), coloriez en indiquant le sens de circulation :
 - ♦ En vert le circuit frigorifique du fluide frigorigène.
 - ♦ En rouge le circuit d'eau de la tour de refroidissement.
 - ♦ En bleu le circuit d'eau glycolée de la patinoire.
- 1.2 Citez et commentez la récupération de chaleur du circuit frigorifique partie haute pression.
- 1.3 Expliquez le principe de fonctionnement du circuit d'évacuation de chaleur. Justifiez le choix de puissance de ces équipements.
- 1.4 Dans le cadre d'une proposition d'économie d'énergie :

Les locaux techniques de la patinoire étant contigus à ceux du complexe aquatique, on se propose d'envisager une récupération de chaleur à partir uniquement du condenseur de la patinoire vers les besoins du complexe (chauffage eau de piscines)

On vous demande de schématiser sur le document réponse N°1 (page 11 à rendre), le circuit fluidique de récupération de chaleur que vous comptez mettre en œuvre. Ce circuit sera en complément de la chaudière existante pour le chauffage de l'eau des bassins du complexe aquatique ; la tour aéroréfrigérante sera conservée pour éliminer la chaleur non récupérée.

Le schéma devra faire apparaître tous les éléments indispensables à la récupération de chaleur, ainsi que les éléments ou accessoires nécessaires au contrôle de la maintenance et de la régulation du circuit hydraulique créé.
- 1.5 Précisez le type de tour de refroidissement. Justifiez et critiquez ce choix. Proposez une autre variante, commentez et justifiez vos réponses.
- 1.6 Citez les obligations d'entretien et de maintenance liées à l'utilisation de ce type de tour de refroidissement, dans le cadre de la protection des personnes et de l'environnement. Complétez la fiche de maintenance selon les données dont vous disposez; document réponse N°2 (page 12 à rendre).
- 1.7 Quelle est la fonction de la canalisation de déconcentration dans une tour de refroidissement ?

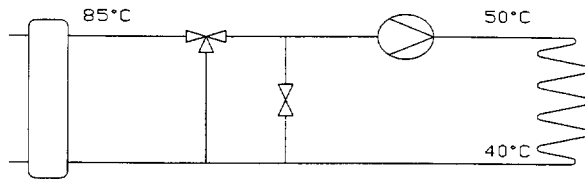
BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 6 / 22

PARTIE 2 : Étude Hydraulique de l'installation

2-A/ ÉTUDE DU CIRCUIT PLANCHER CHAUFFANT

On donne :

- ☞ Schéma de principe des installations de chauffage « plancher chauffant »
- ☞ Puissance du plancher chauffant est de 5 kW



On demande :

- 2A.1 Donnez la fonction de la voie bipasse après la vanne trois voies au départ du circuit plancher chauffant. Spécifiez aussi le rôle de la vanne sur ce bipasse
- 2A.2 On suppose que la V3V est grande ouverte. Déterminez les débits massiques (en kg/h) passant dans le plancher chauffant, la V3V et dans le bypass fixe.
- 2A.3 A une certaine période de l'année, la vanne 3 voies effectue un mélange. L'eau au retour du plancher est à 32°C. La température en sortie de la vanne 3 voies est de 50°C. Déterminez la température à l'entrée du plancher.

2-B/ ÉTUDE RÉGULATION ET MAINTIEN DE LA TEMPÉRATURE D'EAU DE BASSIN

Afin de maintenir une température de confort d'eau de bassin de 28 °C en permanence, on réchauffe **une partie** de l'eau recyclée du bassin à l'aide d'un échangeur à plaque d'une puissance de 210kW. La puissance de cet échangeur est modulée grâce au montage d'une vanne trois voies (V3V). La régulation est faite de manière à ce que la température d'entrée au primaire de l'échangeur soit constante et que le débit au secondaire soit constant. Une sonde de température de sécurité est placée pour vérifier la limite de température de retour d'eau vers le bassin.

Lorsque la piscine est inoccupée, on tire une bâche au-dessus de bassin pour limiter les déperditions.

On donne :

- ☞ Schéma de principe des installations de chauffage et ECS et cahier des charges : pages 3 à 5.
- ☞ Régime de fonctionnement 90/70 °C.
- ☞ Documents réponses 3, 4, 5, 6 pages 13 à 18.
- ☞ Documentations techniques : Echangeur, pompes, vanne T.A.

On demande :

- 2B.1 Proposez un schéma de principe complet avec la régulation de ce système de maintien de la température du bassin document réponse N°3 (**page 13 à rendre**)
- 2B.2 A l'aide de la documentation de l'échangeur piscine page 15, déterminez le débit qui passe au secondaire de l'échangeur. En déduire l'écart de température lorsque la puissance est maximale.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 7 / 22

- 2B.3 Expliquez la logique de fonctionnement de cette régulation en complétant le document réponse N°4 (**page 14 à rendre**).
Sachant que la bande proportionnelle non centrée est de 4 K.
- 2B.4 Quelle devrait être l'autorité de la vanne V3V ? Donnez alors un ordre de grandeur de la perte de charge de la vanne, sachant que la perte de charge de l'échangeur est de 0.9 m.CE.
- 2B.5 En considérant que la perte de charge des canalisations de la boucle d'alimentation primaire (sans compter l'échangeur et la V3V) est de 1,3 mCE, donnez la charge totale que doit fournir la pompe du circuit primaire.
- 2B.6 Dans la documentation technique fournie, sélectionnez la pompe du circuit primaire, document réponse N°5 (**page 16 à rendre**)
- 2B.7 Sélectionnez la vanne TA permettant le réglage du débit nominal du primaire de l'échangeur à la valeur proposée par le constructeur. Vous complèterez votre réponse en indiquant sa position (approximative) de réglage. Justifiez votre réponse document réponse N°6 (**page 17 ou 18 à rendre**)

2-C/ ÉTUDE ECONOMIQUE DE LA RECUPERATION DE CHALEUR DES FUMÉES

Cette installation est équipée d'un récupérateur de chaleur pour refroidir les fumées (voir schéma de principe page 5).

Les fumées humides (contenant de la vapeur d'eau) sortent du foyer à une température de 220°C. Elles sont refroidies jusqu'à 60°C.

La combustion de 1 m³ de gaz fournit environ 15 kg de fumées sèches et 1,8 kg de vapeur d'eau, dans les conditions normales CNTP.

On donne

- ☞ $C_{\text{fumées humides}} = 1,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- ☞ $C_{\text{fumées sèches}} = 1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- ☞ $C_{\text{eau}} = 4,185 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- ☞ $L_{\text{v}_{\text{eau}}} = 2250 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
- ☞ $PC I_{\text{gaz}} = 37000 \text{ kJ/m}^3$

On demande

- 2C.1 Pour 1 m³ de gaz dans les conditions normales CNTP, calculez la masse de fumées humides obtenue lors de cette combustion.
- 2C.2 Pour chaque étape du refroidissement des fumées (de 220°C jusqu'à 60°C), expliquez ce qui se passe en précisant la masse et la nature du fluide concerné.
- 2C.3 Calculez l'énergie récupérée par le refroidissement des fumées.
- 2C.4 Quel est le gain en pourcentage obtenu par l'utilisation d'un récupérateur de chaleur par rapport au PCI gaz ?
- 2C.5 La consommation du combustible va-t-elle baisser du même pourcentage ? Justifiez votre réponse.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 8 / 22

PARTIE 3 : Mise au point et réglage de l'installation

3-A/ ANALYSE ET RÉGLAGE DE TRAITEMENT D'EAU

On donne :

- ☞ Schéma de principe des installations de chauffage et ECS et du cahier des charges : pages 3 à 5

Vous recevez les analyses des eaux des trois circuits hydrauliques de cette installation, soit :

Circuit 1 : eau de chauffage

Circuit 2 : ECS

Circuit 3 : eau brute du réseau de distribution

Ces analyses donnent les résultats suivants :

TITRE	UNITÉ	CIRCUIT 1	CIRCUIT 2	CIRCUIT 3
PH mesuré	pH	7,5	7,7	8
souhaité				8.5
TH mesuré	°f	28	20	1
souhaité			15	

On demande :

- 3A.1 Précisez sur quel circuit se trouve l'adoucisseur. Justifiez votre réponse.
- 3A.2 Identifiez l'origine de l'eau prélevée des circuits 1, 2, et 3. Justifiez votre réponse.
- 3A.3 Indiquez les actions nécessaires à réaliser afin d'obtenir les valeurs souhaitées de ces titres pour le circuit de chauffage et le circuit d'ECS. Justifiez votre réponse à l'aide d'un schéma simplifié d'un adoucisseur.

3-B/ ANALYSE ET RÉGLAGE DE COMBUSTION

On donne :

- ☞ Abaque Gaz Lacq document réponse N° 7, page 19.

Après la mise en service de la chaudière, vous réalisez une analyse de combustion qui donne les résultats suivants :

CO₂ : 7 %

CO : 0 ppm

O₂ = 8,5 % (gaz de Lacq)

T ambiante = 20 °C

On demande :

- 3B.1 Donnez votre diagnostic de la qualité de cette combustion. Justifiez votre réponse sur le diagramme de combustion document réponse N° 7 (**page 19 à rendre**).
- 3B.2 Proposez en les justifiant des solutions pour améliorer cette combustion.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 9 / 22

3-C/ ANALYSE ET RÉGLAGE DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE

Lors de l'entretien du circuit frigorifique de la patinoire, vous devez effectuer la mise au point nécessaire au bon fonctionnement du circuit du fluide frigorigène. On considère que la compression est isentropique, la surchauffe totale à l'aspiration du compresseur est de 10K, et le sous refroidissement est de 2K.

On donne

- ☞ Diagramme et tableau de R507 **Document réponse N° 8 pages 20 et 21**
- ☞ Cahier des charges : pages page 3 et 4

On demande

- 3C.1 Précisez la raison du choix de R 507 comme fluide frigorigène.
- 3C.2 Tracez le cycle frigorifique sur le document réponse N° 8 (**page 20 à rendre**)
- 3C.3 Indiquez la pression que vous devez lire sur les manomètres.

PARTIE 4 : Dépannage et remplacement

4-A/ REMPLACEMENT D'UN DÉSHYDRATEUR

On donne :

- ☞ Schéma de principe des installations frigorifiques de la patinoire document réponse N°1 (**page 11 à rendre**)
- ☞ Cahier des charges : pages 3 et 4

On demande :

- 4A.1 Quelles sont les fonctions d'un déshydrateur ?
- 4A.2 Sur le document réponse 1 (**page 11 à rendre**), apportez les modifications nécessaires au circuit frigorifique pour envisager le remplacement des cartouches du déshydrateur sans interrompre le fonctionnement de l'installation.

4-B/ DÉPANNAGE DU BRÛLEUR

On donne :

- ☞ Schéma de principe du coffret du brûleur gaz **page 22**

On demande :

- 4B.1 Quelles sont les fonctions du coffret?
A partir du schéma de fonctionnement du coffret LGB 22.330 A 27, décrire les séquences de fonctionnement du brûleur.
- 4B.2 Le brûleur s'arrête au repère B', donnez votre diagnostic d'une (ou des) panne (s) possible (s). Justifiez votre diagnostic.

BTS FEE : Fluides – Énergies - Environnement	Option D : Maintenance	Session 2007
Epreuve E3 : Étude des Installations		FEDEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 10 / 22