

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

FLUIDIQUE ÉNERGÉTIQUE ENVIRONNEMENT

Session 2004

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Matériel autorisé :

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Documents à rendre avec la copie :

Annexe 2..... page 9/18
Annexe 3..... page 10/18
Annexe 4..... page 11/18
Annexe 5..... page 12/18
Annexe 6..... page 13/18
Annexe 7..... page 14/18
Annexe 8..... page 15/18

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

Le sujet comporte 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2004
Fluidique énergétique environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	

ETUDE DE LA RENOVATION DES LOCAUX D'UNE PME

Les études qui vous sont proposées concernent les bâtiments d'une société située en région parisienne et spécialisée dans la restauration de meubles anciens.

Les bâtiments sont de plein pied et se divisent en quatre parties :

- **Zone accueil-bureaux.**
- **Zone ateliers.**
- **Zone stockage bois.**
- **Zone logement.**

Compte tenu de l'historique des lieux, les bâtiments ne sont pas tous de la même époque et sont en cours de réhabilitation. Les systèmes d'émission de chaleur des différentes zones ont été conservés, seuls les réseaux fluidiques, les productions de chaleur et de froid doivent être entièrement rénovés compte tenu de leur vétusté.

Les réseaux fluidiques se décomposent en plusieurs réseaux :

- **Zone accueil-bureaux** : les deux salles composant cet ensemble sont chauffées par deux planchers chauffants.
- **Zone atelier** : cette partie, où s'effectue le montage et la réparation des meubles, est équipée de ventilo-convecteurs.
- **Zone stockage bois** : compte tenu des essences précieuses utilisées cette zone est climatisée.
- **Zone logement** : le directeur (fondateur de la société) possède un logement sur place qui est équipé de radiateurs.

Un **schéma de principe** est donné en **annexe 1**. La production de chaleur est assurée par une chaudière gaz et la production de froid par un groupe d'eau glacée. Les process utilisés dans l'atelier nécessitent par ailleurs l'utilisation d'une source de chaleur et l'« échangeur process » est destiné à cette utilisation.

Les études proposées entrent dans le cadre de cette rénovation et permettront :

- d'analyser les informations fournies,
- de procéder aux calculs nécessaires à la détermination et/ou vérification des caractéristiques d'éléments de l'installation,
- de proposer des solutions techniques,
- d'effectuer des choix ou poser des hypothèses.

Toutes ces études sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix.

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 1 sur 18

PREMIERE ETUDE : Les transferts d'énergie

Cette première étude portera sur l'échangeur process existant.

Le maître d'ouvrage envisage de changer cet échangeur qui est relativement ancien. Afin de pouvoir choisir un éventuel échangeur de remplacement (le choix ne s'est pas encore fixé sur un remplacement par le même échangeur ou par un échangeur à plaques) il est nécessaire de calculer la puissance à prévoir en chaufferie et de déterminer les caractéristiques de l'échangeur. On se propose ici de vérifier certains éléments de ce calcul.

Caractéristiques connues de l'échangeur :

- Régime d'eau sur le primaire : 90 / 70°C
- Régime d'eau sur le secondaire : 10 / 50°C
- Géométrie : à faisceau de tubes et une passe coté calandre, deux passes coté tube
 - tubes à l'intérieur de l'échangeur en acier diamètre : $D = 33,7 \times 2,9$ [mm]
 - conductivité thermique de l'acier : $\lambda = 45$ [W/m.K]
- Débit d'eau nécessaire au process : 1300 [l/h] d'eau à 50 [°C]
- L'échangeur est bien isolé.
- Coefficients d'échange surfacique : $h_{\text{intérieur}} = h_{\text{extérieur}} = 10000$ [W/m².K]
- Coefficients de dépôt : $h_{\text{dépôt intérieur}} = 8000$ [W/m².K]
 $h_{\text{dépôt extérieur}} = 5000$ [W/m².K]

Le seul document constructeur que possède le dirigeant de la société est donné en **annexe 9**.

Etudes demandées :

1.1 Déterminer la puissance de l'échangeur.

1.2 Calculer le débit d'eau sur le circuit primaire (90°C-70°C).

1.3 Etude de l'échange (voir formulaires en **annexes 9 et 10**)

1.3.1 Calculer le coefficient de transfert global de la chaleur K de l'échangeur par rapport au diamètre extérieur du tube.

1.3.2 Déterminer la longueur de tube dans l'échangeur et la surface d'échange par rapport au diamètre extérieur du tube.

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 2 sur 18

DEUXIEME ETUDE : La transformation des énergies

La centrale de climatisation permettant le conditionnement de l'air du stockage bois est équipée d'une batterie d'eau glacée.

On se propose de vérifier les conditions de fonctionnement du groupe d'eau glacée alimentant cette batterie.

Caractéristiques connues du groupe d'eau glacée :

- Le groupe d'eau glacée, d'une puissance de 30 kW, est équipé d'un compresseur hermétique « scroll ».
- Le fluide frigorigène utilisé est **407C**.
- Le régime d'eau glacée est de **6 / 10°C**.
- La pression absolue d'**aspiration** du compresseur est de **5 bars** et sa pression absolue de **refoulement** est de **21 bars**.
- Le régime de température d'eau du circuit de la tour de refroidissement fermée est de **40 / 49°C**.
- **Sous refroidissement 5°C / surchauffe au bulbe du détendeur réglée à 5°C**
- Température de refoulement du **compresseur = 85°C**
- Les pertes de charge seront négligées. Les conduites seront considérées comme parfaitement isolées.

On trouvera en document **annexe 3** un document réponse sur lequel figure un schéma de principe du groupe d'eau glacée.

Etudes demandées :

2.1 Pour la pression de condensation, donnez la température en liquide saturé et la température en vapeur saturée. Remplir le document réponse en **annexe 2**.

2.2 La température moyenne de condensation est-elle compatible avec la température de la boucle chaude. Proposer un graphe d'évolution des températures dans le condenseur en complétant le document réponse en **annexe 2**.

2.3 La température moyenne d'évaporation est-elle compatible avec les températures d'eau glacée. Proposer un graphe d'évolution des températures dans l'évaporateur en complétant le document réponse en **annexe 2**.

2.4 Tracer le cycle du fluide frigorigène sur le diagramme joint en **annexe 4**.

2.5 Remplir le tableau des points donné en **annexe 3**.

2.6 Calculer le débit masse de fluide frigorigène.

2.7 Calculer le débit volume aspiré à l'entrée du compresseur.

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 3 sur 18

TROISIEME ETUDE : Le conditionnement de l'air

Cette seconde étude porte sur le conditionnement d'air local de stockage de bois.

Données du cahier des charges :

- L'ambiance intérieure du local doit être maintenue en permanence à :

$$t_i = 22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C} \quad \text{et} \quad \varphi_i = 50\% \pm 5\%$$
- Le renouvellement d'air est assuré indépendamment de la centrale de traitement d'air .
- Le local est mis en surpression.
- La centrale de traitement d'air (voir schéma de principe général) est composée :
 - d'un filtre, d'une batterie à eau chaude (régime d'eau : $90 / 70^{\circ}\text{C}$) ,
 - d'une batterie à eau glacée (régime d'eau : $6 / 10^{\circ}\text{C}$),
 - d'une batterie électrique, d'un ventilateur (débit volumique : $4000 \text{ m}^3/\text{h}$),
 - d'un humidificateur vapeur électrique.
- En été , la chaudière ne sert qu'au process, le réseau de chauffage est mis à l'arrêt.

Etudes demandées :

3.1 Etude de la logique de fonctionnement :

A partir des éléments de cahier des charges ci-dessus, on demande de décrire les états de fonctionnement (marche/arrêt) de différents éléments composant la centrale de traitement d'air. On complètera le document réponse donné en **annexe 5**.

3.2 Dimensionnement d'éléments de la centrale de traitement d'air :

3.2.1 Une situation d'hiver a conduit à déterminer les conditions de soufflage suivantes :

$$\theta_s = 35^{\circ}\text{C} \quad \varphi_s = 28\%$$

Pour obtenir ce point de soufflage on utilise la batterie à eau chaude et l'humidificateur vapeur :

- **tracer les évolutions** de l'air dans la CTA , **donner les caractéristiques** des points obtenus. (on tracera l'évolution sur le diagramme de l'air humide donné en **annexe 6**)
- **calculer la puissance** de la batterie chaude et **déterminer le débit d'eau** ($90 / 70^{\circ}\text{C}$) nécessaire.
- **calculer le débit de vapeur** que doit fournir l'humidificateur.

3.2.2 La situation extrême d'été a conduit à déterminer les conditions de soufflage suivantes :

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 4 sur 18

$$\theta_s = 17^\circ\text{C} \quad \varphi_s = 58\%$$

Afin de contrôler l'hygrométrie, on fait fonctionner simultanément batterie froide et batterie chaude.

- **tracer les évolutions** de l'air dans la CTA , **donner les caractéristiques** des points obtenus. (on tracera l'évolution sur le diagramme de l'air humide donné en **annexe 7**)
- **calculer la puissance** de la batterie froide et **déterminer le débit d'eau** qu'elle condense.
- **calculer la puissance** de batterie chaude nécessaire.

QUATRIEME ETUDE : La régulation et la distribution des fluides

Cette quatrième étude porte sur le réseau de ventilo-convecteurs qui équipe la zone atelier du bâtiment.

Données du cahier des charges :

- Le réseau étudié alimente huit ventilo-convecteurs de puissance unitaire 1140 [W], il est raccordé au reste de l'installation eau chaude au niveau de la bouteille de découplage (repère 08 sur le schéma de principe).
- Le régime d'eau nominal de ce réseau est de 90 / 70°C .

Voir le formulaire donné en **annexe 11**

Etudes demandées :

4.1 Etude de la régulation du circuit ventilo-convecteur

On décide de réguler la température de départ, de l'ensemble du circuit de distribution, en fonction de la température extérieure. **Réaliser un schéma de principe de cette régulation.**

On limitera la représentation de la partie hydraulique aux vannes (rep. 34 sur l'annexe 1) d'une part, et au départ régulé vers les ventilo-convecteurs d'autre part. En ce qui concerne la régulation, on fera clairement figurer : capteurs, régulateur, actionneur.

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 5 sur 18

4.2 Etude de la distribution des fluides :

4.2.1 Perte de charge dans une canalisation :

La canalisation reliant la bouteille de découplage et les vannes (rep. 34) est réalisée en tube acier (21,3x2,6). **Calculer la perte de charge linéique** de cette canalisation.

4.2.2 Dimensionnement de la vanne trois voies (rep. 35) :

Les pertes de charge de la partie aval de la vanne trois voie (coté ventilo-convecteurs) sont de 2100 daPa.

Les pertes de charge de la partie amont de la vanne trois voies (coté bouteille de découplage) sont de 480 daPa.

En adoptant une autorité de 0.5, on demande de **calculer le Kvs de cette vanne**.

4.2.3 Dimensionnement de la pompe (rep.36) :

Afin de pouvoir procéder à la sélection de cette pompe:

- **déterminer son débit** en m^3/h ,
- **calculer sa hauteur manométrique** en mètres de colonne de fluide.

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 6 sur 18

CINQUIEME ETUDE : La transformation des fluides

Cette étude concerne le traitement de l'eau du réseau process.

A des fins :

- de limitation de l'entartrage et de la corrosion du circuit d'eau de process (matériaux ferreux et non ferreux),
- de limitation du risque de prolifération de la bactérie legionella (principe de précaution compte tenu de la géométrie du circuit et de l'intermittence du soutirage fonctionnement),
- d'optimisation du fonctionnement des organes d'utilisation de l'eau de process,

il est envisagé d'installer une chaîne de traitement d'eau composée d'un poste de conditionnement avec injection par pompe doseuse et d'un poste d'adoucissement partiel.

Les études demandées 5.1, 5.2 et 5.3 sont indépendantes.

Etudes demandées :

5.1 Chaînage

La chaîne de traitement d'eau est intercalée entre le piquage « eau de process » et l'échangeur étudié dans la première étude.

Sur l'**annexe 8** – document réponse, tracer au crayon et à main levée le schéma de principe de la chaîne en l'annotant si besoin.

5.2 Eau brute

L'eau brute entrant dans la chaîne est de l'eau de ville. Ses caractéristiques principales sont données en **annexe 8**.

5.2.1 Compléter le tableau d'analyse fourni en **annexe 8** – document réponse.
Unité requise : [meq.l⁻¹]

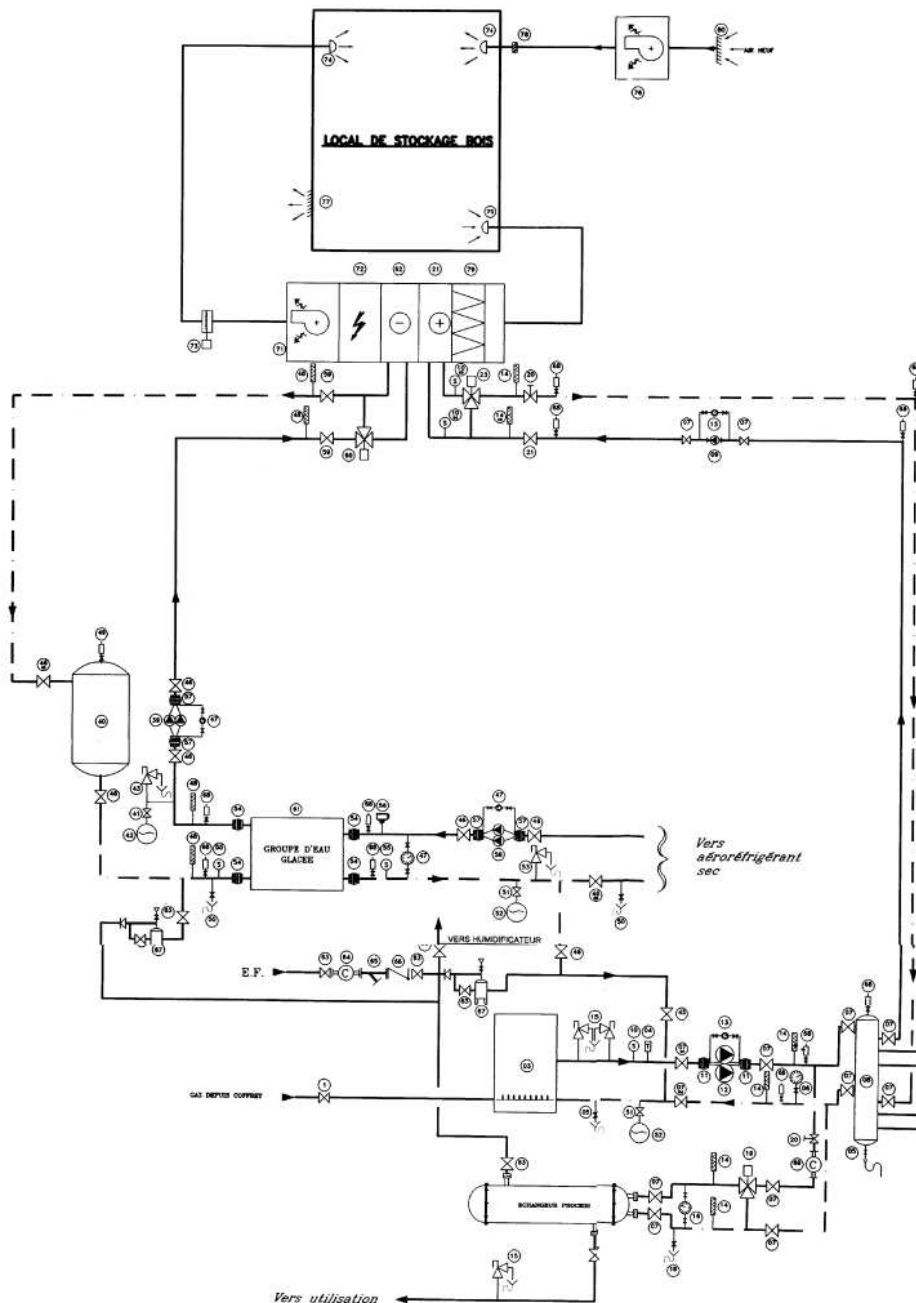
5.2.2 Les résultats traduisent-ils bien l'électroneutralité de l'eau ? Préciser votre réponse.

5.2.3 Déterminer les titres de l'eau dont les définitions sont données en **annexe 8**.
Unité requise : au choix.

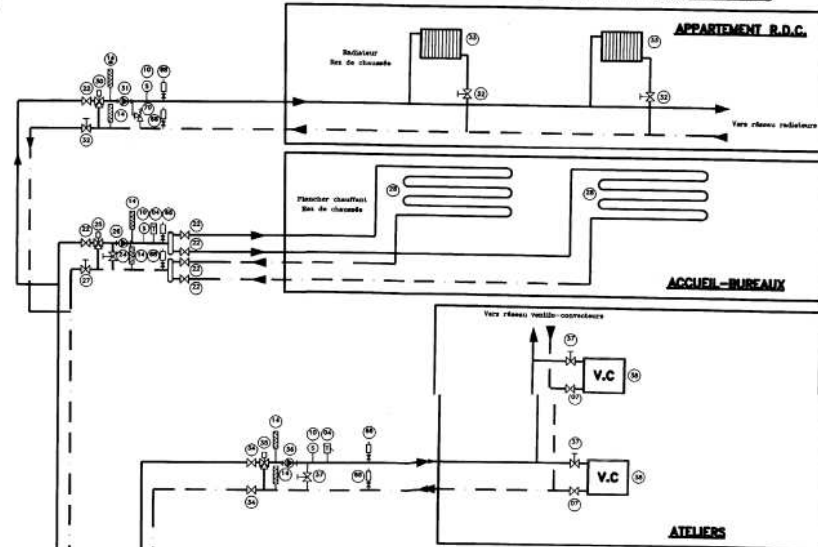
B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 7 sur 18

Annexe 1

Schéma de principe réseaux fluides



ZONES DANS LESQUELLES LES RESEAUX FLUIDES SONT CONSERVES



NOMENCLATURE

NUMERO	DESIGNATION	NUMERO	DESIGNATION	NUMERO	DESIGNATION
1	Vanne d'arrêt gaz	22	Vanne d'isolement réseau radiateurs et planchers	41	Vanne d'isolement
2	Chaudière gaz	23	Vanne 3 voies CTA	42	Vase d'expansion
3	Thermostat limite haute	24	Vanne d'isolement réseau ventilo-convecteur	43	Souape de sécurité
4	Vanne de réglage	25	Vanne 3 voies	44	Vanne d'isolement
5	Mesure de débit	26	Pompe réseau plancher chauffant	45	Vanne d'isolement
6	Vanne d'isolement	27	Vanne de réglage	46	Vanne d'isolement
7	Boutille de découplage	28	Plancher chauffant (R.D.C.)	47	Montage manométrique
8	Pompe circuit CTA	29	Vanne d'isolement	48	Thermomètre
9	Sonde	30	Vanne 3 voies réseau radiateur	49	Purgeur
10	Manchon anti-vibrat	31	Pompe réseau radiateur	50	Purgeur
11	Pompe circuit primaire	32	Vanne de réglage	51	Vanne d'isolement
12	Montage manométrique	33	Radiateurs	52	Vase d'expansion
13	Thermomètre	34	Vanne d'isolement	53	Souape de sécurité
14	Souape de sécurité	35	Vanne 3 voies réseau ventilo-convecteur	54	Manchon de distribution
15	Montage manométrique	36	Pompe réseau ventilo-convecteur	55	Sonde
16	Échangeur croisé	37	Vanne de réglage	56	Pressostat
17	Vanne de réglage	38	Vanne d'isolement	57	Manchon anti-vibrat
18	Vanne 3 voies	39	Pompe eau glacée	58	Pompe réseau condenseur
19	Vanne de réglage	40	Ballon tampon	59	Vanne d'isolement
20	Batterie chaude CTA			60	Vanne 3 voies
21					
				61	Groupe de production d'eau glacée
				62	Batterie à eau glacée
				63	Vanne d'isolement
				64	Compresseur eau froide
				65	Filtre à tamis
				66	Disjoncteur
				67	Boutille d'injection
				68	Purgeur
				69	Compteur d'énergie
				70	Groupe d'isolement
				71	Centrale de traitement d'air
				72	Ballon électrique
				73	Humidificateur à vapeur
				74	Bouche de soufflage
				75	Bouche de reprise
				76	Vanne d'isolement
				77	Grille de repart
				78	Reglette de réglage
				79	Filtre
				80	Grille d'air neuf

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 2

DOCUMENT REPONSE

QUESTION 2.1	P en bars	T liquide saturé en °C	T vapeur saturée en °C
Pression de			

QUESTION 2.2	GRAPHE D'EVOLUTION
La température moyenne de condensation est-elle compatible	

QUESTION 2.3	GRAPHE D'EVOLUTION
La température moyenne d'évaporation est-elle compatible	

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

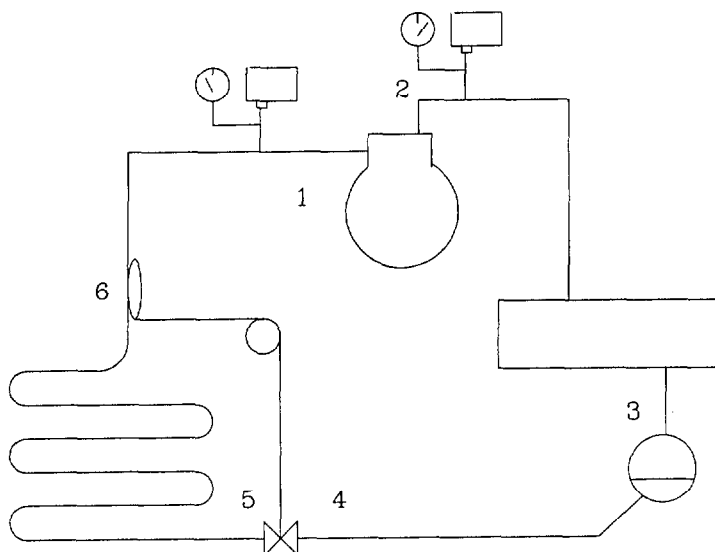
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 3 DOCUMENT REPONSE

QUESTION 5	Point	T °C	P bars abs	h kJ.kg ⁻¹	S kJ.kg ⁻¹ .°C ⁻¹	V m ³ .kg ⁻¹
Bulbe	6					
Aspiration	1					
Refoulement	2					
Sortie	3					
Entrée	4					
Sortie	5					

Les points sont repérés sur le schéma ci-dessous.

Schéma de principe du groupe d'eau glacée :



Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

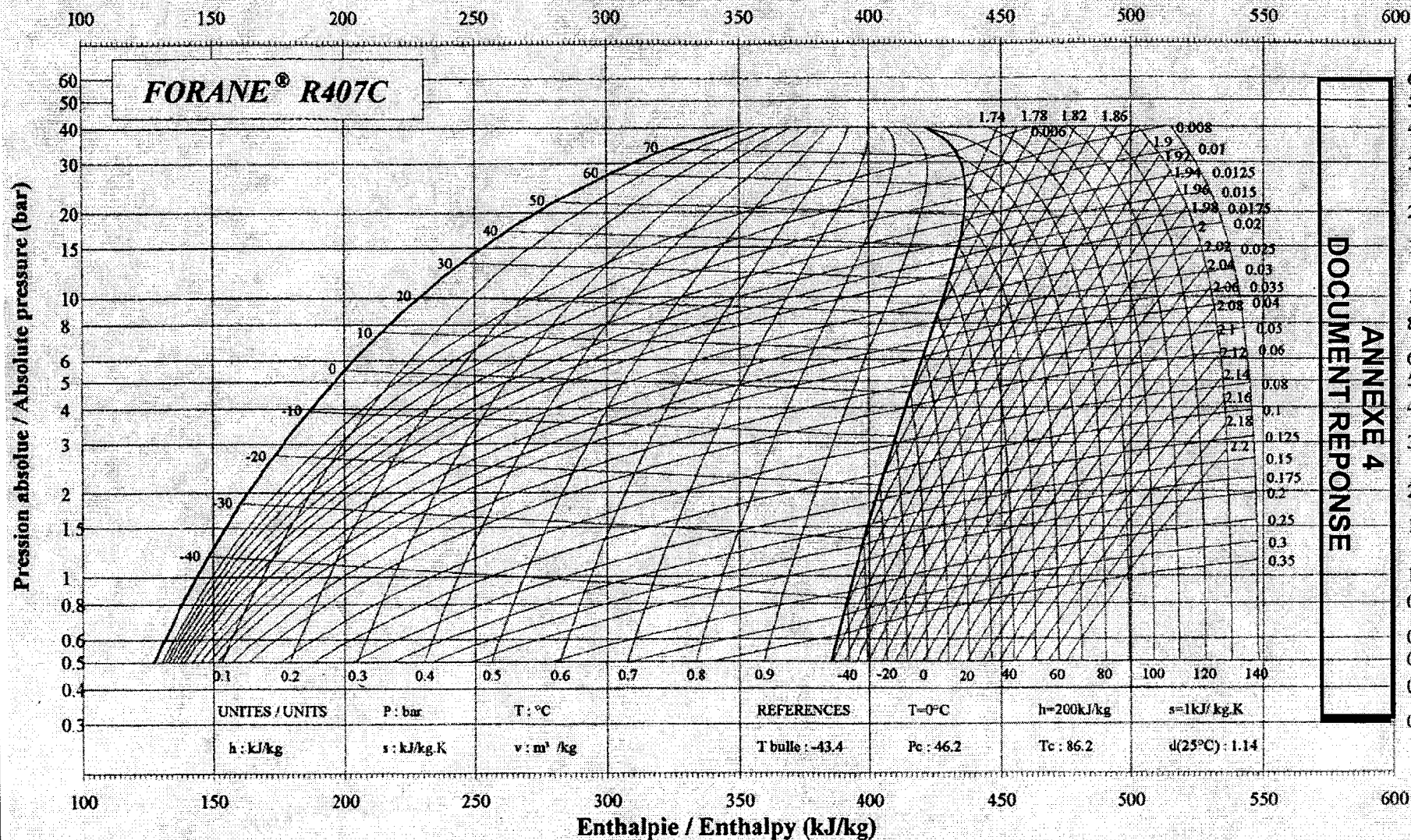
Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens

ANNEXE 4

DOCUMENT REPONSE



Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 5 DOCUMENT REPONSE

Logique de fonctionnement

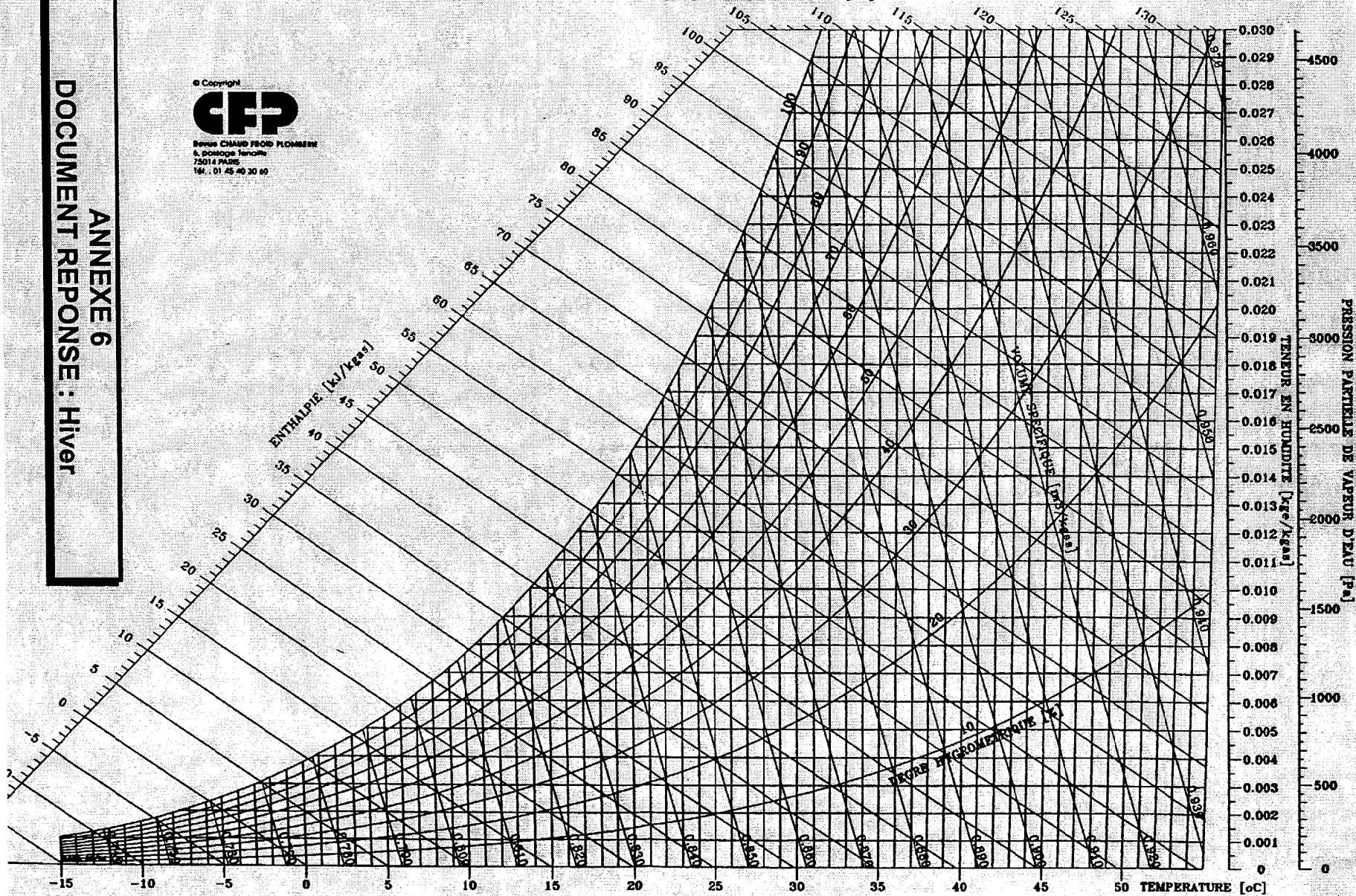
Compléter le tableau ci-dessous (en indiquant par marche ou arrêt si le matériel visé sera en fonctionnement ou pas):

Compléter les cases vides	HIVER		ETE	
	Séchage après livraison	Maintien d'ambiance	Séchage après livraison	Maintien d'ambiance
Charges enthalpiques totales en [kW]	-25	-22	11	8
Charges hydriques en [kge/h]	0	-7	6	3
Batterie à eau chaude	marche			
Batterie à eau glacée				
Batterie chaude électrique				
Humidificateur				arrêt
Réseau de chauffage	marche	marche	arrêt	arrêt

Examen ou concours : Série* :
 Spécialité/Option :
 Repère de l'épreuve :
 Épreuve/sous-épreuve :
 (Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE Pression Atmosphérique : 101325 [Pa] ALTITUDE : 0 [m]



ANNEXE 6
 DOCUMENT REPONSE : Hiver

Examen ou concours : Série* :

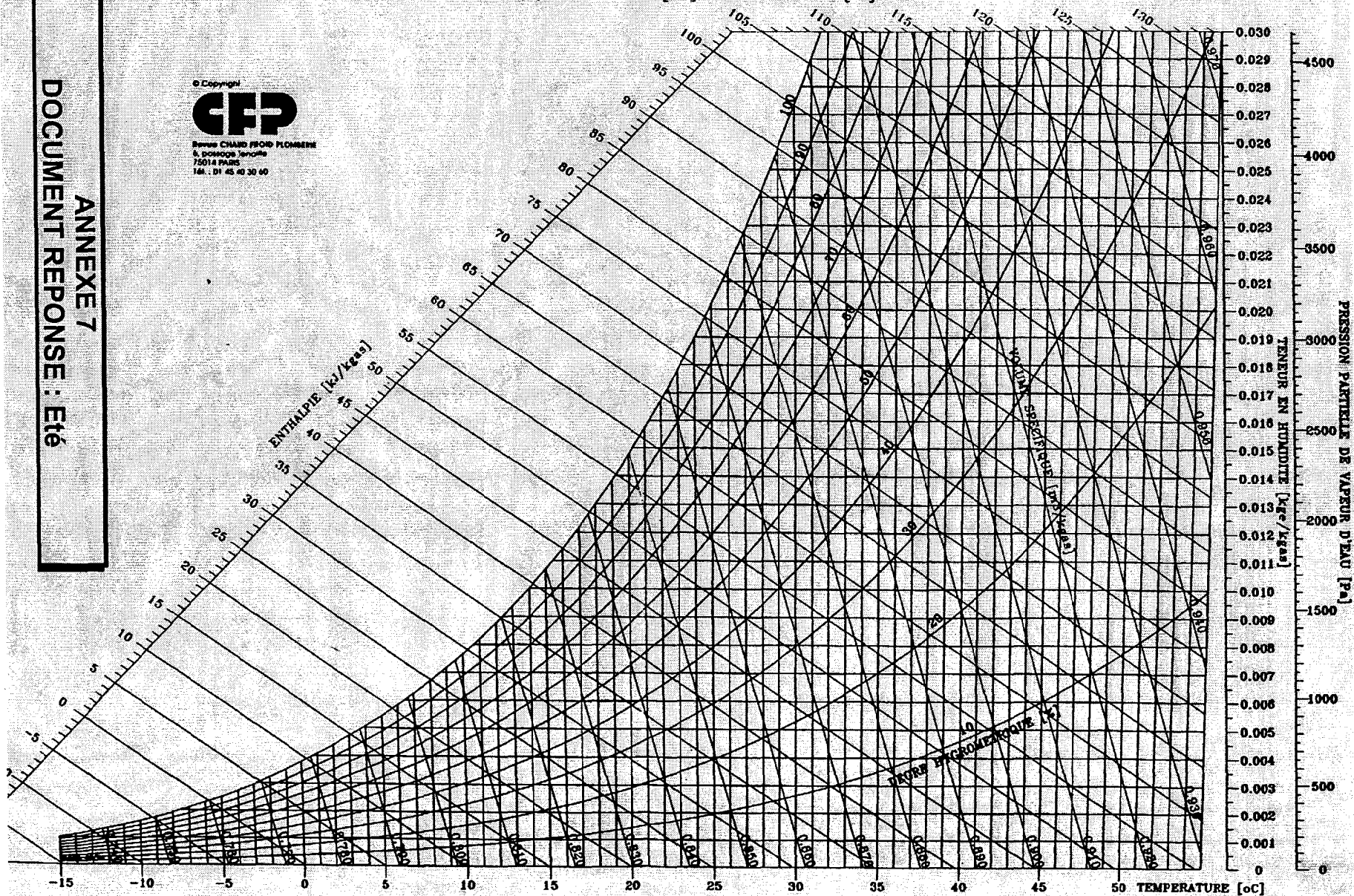
Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)Numérotez chaque
page (dans le cadre
en bas de la page)
et placez les feuilles
intercalaires dans
le bon sens.

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE PRESSION ATMOSPHERIQUE : 101325 [Pa] ALTITUDE : 0 [m]

© Copyright
CFP
 Service CHAUD FROID CLIMATISE
 6, passage l'écaille
 75014 PARIS
 Tél. : 01 45 40 30 60



ANNEXE 7
 DOCUMENT REPONSE : Eté

Examen ou concours : Série* :
 Spécialité/Option :
 Repère de l'épreuve :
 Épreuve/sous-épreuve :
 (Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

ANNEXE 8 DOCUMENT REPONSE

Schéma :

Eau brute

pH = 7.2

Non traitée aux phosphates et silicates

Concentrations :

cations					anions				
espèce	[mg.l ⁻¹]	M	v	[meq.l ⁻¹]	espèce	[mg.l ⁻¹]	M	v	[meq.l ⁻¹]
Ca ²⁺	100	40			HCO ₃ ⁻	300.5	61		
Mg ²⁺	21.9	24.3			Cl ⁻	46.3	35.5		
Na ⁺	12.5	23			NO ₃ ⁻	40.5	62		
K ⁺	4.6	39			SO ₄ ²⁻	24.2	98		

Avec M masse molaire (unités légales) et v valence

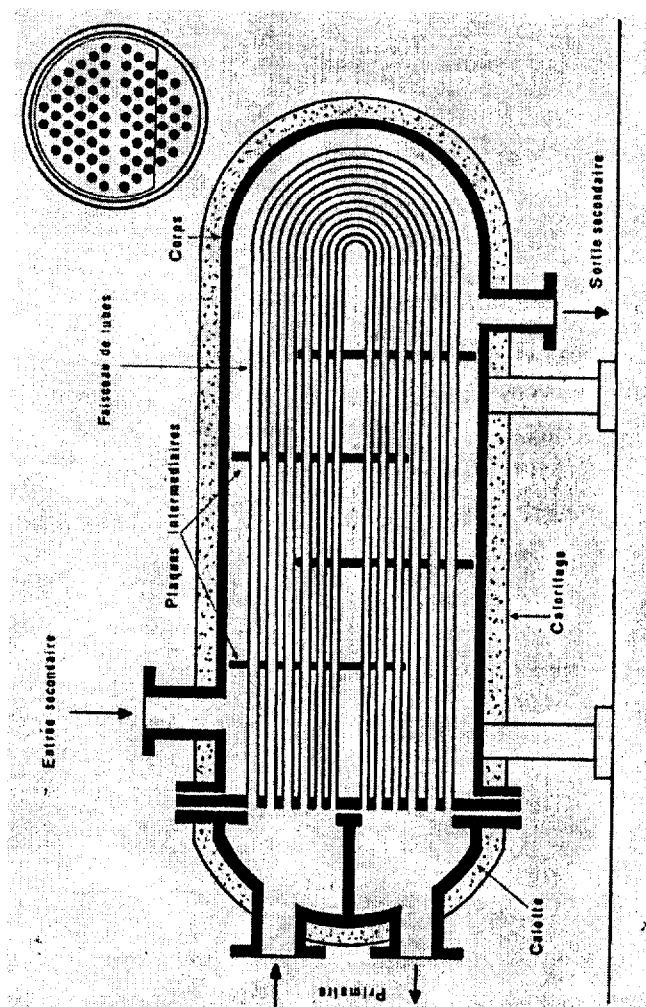
Titres de l'eau utilisables (en unités de traitement d'eau)

- Titre hydrotimétrique total : $TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$
- Titre alcalimétrique simple : $TA = [OH^-] + \frac{1}{2} [CO_3^{2-}]$
- Titre alcalimétrique complet : $TAC = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$
- Titre en sels d'acides forts : $SAF = [Cl^-] + [NO_3^-] + [SO_4^{2-}]$

ANNEXE 9

Formulaires

Document en possession de l'entreprise concernant l'échangeur :



Formulaire pour la détermination de l'échangeur

- Calcul du coefficient de transmission global de la chaleur (K) d'un tube de diamètre de D :

$$\frac{1}{KD} = \frac{1}{h_i \cdot D_i} + \frac{1}{h_{Di} \cdot D_i} + \frac{e_t}{\lambda_t \cdot D_{mlt}} + \frac{1}{h_{De} \cdot D_e} + \frac{1}{h_e \cdot D_e}$$

K en $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

avec

h_i : coefficient d'échange à l'intérieur du tube $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

h_e : coefficient d'échange à l'extérieur du tube $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

h_{Di} : coefficient de dépôt à l'extérieur du tube $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

h_{De} : coefficient de dépôt à l'intérieur du tube $[W.m^{-2}.K^{-1}]$

λ_t : conductivité thermique du tube $[W.m^{-1}.K^{-1}]$

D_i : diamètre intérieur [m]

D_e : diamètre extérieur [m]

D_{mlt} : diamètre moyen logarithmique de la tuyauterie [m]

e_t : épaisseur de la tuyauterie [m]

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 16 sur 18

ANNEXE 10

Formulaires

- Calcul de la puissance d'un échangeur d'après la formule d'Hausbrand :

$$P = F.K.S.DTLM = F.K.D.II.L.DTLM \quad [W]$$

Avec :

K : coefficient de transfert global de la chaleur de l'échangeur $[W.m^2.K^{-1}]$

$S = D.II.L$ surface de l'échangeur (L : longueur de tube et D : diamètre du tube) $[m^2]$

$DTLM$: différence de température logarithmique moyenne $[^{\circ}C]$

$$DTLM = \frac{(\theta_{s \text{ primaire}} - \theta_{e \text{ secondaire}}) - (\theta_{e \text{ primaire}} - \theta_{s \text{ secondaire}})}{\ln \left(\frac{(\theta_{s \text{ primaire}} - \theta_{e \text{ secondaire}})}{(\theta_{e \text{ primaire}} - \theta_{s \text{ secondaire}})} \right)}$$

F : facteur de correction de la relation de Hausbrand pour un échangeur réel

$$P = \frac{ts - te}{Te - te}$$

Détermination de F :

$$R' = \frac{Te - Ts}{ts - te}$$

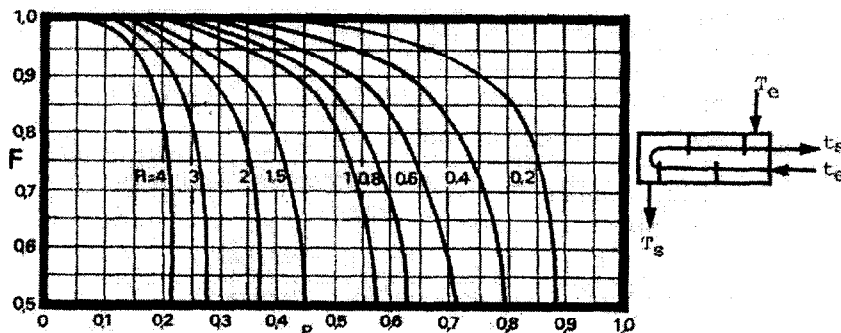


Figure V.9 - Facteur de correction F pour un échangeur à tubes et calandre, avec 1 passe côté calandre et 2, ou un multiple de 2 passes, côté tubes (même source que la figure précédente).

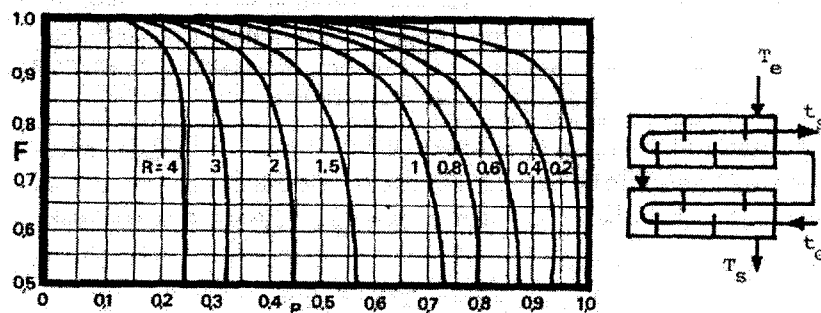


Figure V.10 - Facteur de correction F pour un échangeur à tubes et calandre, avec 2 passes côté calandre et 4, ou un multiple de 4 passes, côté tubes (même source que la figure V.8).

D'après « Initiation aux transferts thermiques » J.F. SACADURA – Technique et Documentation

B.T.S. F.E.E. Options A,B,C,D		SESSION 2004
FEE2FLU	DUREE : 4 h	COEFFICIENT : 4
EPREUVE : Fluidique Energétique Environnements		Page 17 sur 18

ANNEXE 11

Formulaires

- ❑ Caractéristiques de l'eau :

Température en °C	θ	15	80	150
Masse volumique en kg.m^{-3}	ρ	999	972	917
Chaleur massique en $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$	C	4186	4198	4315

- ❑ Perte de charge linéique j (en Pa/m) pour de l'eau circulant dans une canalisation en acier :

$$J = k_a \cdot w^{1.87} \cdot D^{-1.27}$$

D est le diamètre intérieur de la canalisation en m.

w est la vitesse en m/s .

θ est la température de l'eau en °C.

et k_a un coefficient donné ci-dessous

Température en °C	15	80	150
k_a	5.84	5.13	4.92

- ❑ Calcul de K_v d'une vanne :

$$K_v = \frac{Q_v}{\sqrt{\Delta p_v}}$$

Q_v est le débit en m^3/h

Δp_v est la perte de charge de la vanne en bar.