

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°C) ,
 - d'une batterie à eau glacée (régime d'eau : 6 / 10°C),
 - d'une batterie électrique, d'un ventilateur (débit volumique : 4000 m³/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 complétera 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 °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

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

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