

B.T.S.
FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS
U.21

FLUIDIQUE – ENERGETIQUE – ENVIRONNEMENT

Session 2006

Durée : 4 heures

Coefficient : 4

Matériel autorisé :

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

Tout autre matériel ou document interdit.

Documents à rendre avec la copie :

C.T.A. Salle 8	Page 8 / 20
Diagrammes air humide	Page 9 ou 10 / 20
Critère ISO	Page 14 / 20
Diagrammes R134a	Page 16 ou 17 / 20
Diagrammes F et NUT	Page 18 / 20
Diagrammes pompe Grundfos	Page 20 / 20

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 20 pages, numérotées de 1 / 20 à 20 / 20

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 1 sur 20

Climatisation d'un complexe cinématographique

Une importante société de distribution cinématographie va rénover et reconfigurer un complexe cinématographique situé sur les bords du Rhône à Lyon. On vous propose d'en étudier le système de climatisation.

Principe de fonctionnement

Du fait de la situation géographique du complexe cinématographique, les charges et déperditions à traiter sont principalement dues à la présence des spectateurs.

3235 personnes peuvent être réparties entre 10 salles de 150 à 450 places. Le débit d'air neuf étant extrêmement important, le système de chauffage et de rafraîchissement se fait à partir de l'air soufflé dans les salles. Une Centrale de Traitement d'Air située dans le local technique prépare l'air soufflé à partir des informations que délivre la sonde d'air repris de la salle. Chaque salle est traitée par une C.T.A. différente.

La production utilise l'eau du fleuve passant à proximité pour refroidir ou réchauffer les échangeurs des groupes thermodynamiques. Deux machines thermodynamiques sont utilisées pour assurer une continuité de service minimale en cas d'arrêt de l'une des machines.

Climats

Les conditions climatiques pour le département du Rhône sont :

	Température extérieure	Humidité relative
Eté	32 °C	35%
Hiver	-10 °C	90%

Les conditions climatiques à assurer dans les salles sont :

	Température extérieure	Humidité relative
Eté	25 °C ±2°C	50% ±5%
Hiver	20 °C ±2°C	50% ±5%

L'écart de soufflage maximal est limité à :

-7 °C en été.

+10 °C en hiver.

Le débit d'air neuf est imposé à $18 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ personne}^{-1}$. La masse volumique de l'air peut être évaluée à $\rho_{\text{air}} = 1.2 \text{ kg m}^{-3}$.

Temps estimatif, barème

Le sujet comporte 5 parties indépendantes :

Lecture	10 mn		
Partie 1	75 mn	25/80	Etude du système de climatisation
Partie 2	35 mn	15/80	Etude acoustique
Partie 3	45 mn	15/80	Etude d'une machine frigorifique
Partie 4	30 mn	10/80	Etude d'un échangeur de chaleur
Partie 5	45 mn	15/80	Etude hydraulique du puisage

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 2 sur 20

Partie 1 : Etude du système de climatisation

On veut déterminer le type de C.T.A. à mettre en œuvre pour climatiser la salle N°8 du complexe cinématographique.

Apports été par les parois : 5.2 kW		Déperditions hiver par les parois : -6.8 kW	
Accueil : 400 personnes		Air neuf : $18 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ p}^{-1}$	
Volume : 4320 m ³			
Débit d'air neuf minimal : $0.25 \times \text{Volume} / \text{heure}$			
Apports par personne assise	θ_{air}	20°C	25°C
Total : 114kW	Ch. sensible	82.5 W	67 W
	Vapeur d'eau	44.5 g h ⁻¹	66 g h ⁻¹

Lv : chaleur latente de vaporisation

$$L_v = 2501 + 1.86 \theta_{\text{air}} [\text{kJ kg}^{-1}]$$

1. Etude hiver

Salle inoccupée

On propose une C.T.A. qui se compose d'un caisson de mélange, d'une batterie chaude, d'un ventilateur et d'un humidificateur à vapeur autonome.

1. Sur le diagramme p. 9/20 et en bleu, tracer l'évolution de l'air dans la C.T.A. et le local avec cette configuration, débit d'air neuf minimal, écart de soufflage maximal, tracer diagramme 1.
2. Que risque-t-il de se passer dans le caisson de mélange ? Quelle solution pouvez-vous apporter pour éviter ce risque ?

Salle occupée

La C.T.A. est maintenant constituée par une batterie de préchauffage de l'air neuf permettant de maintenir l'air neuf à 5°C avant le caisson de mélange, d'un caisson de mélange, d'une batterie chaude et d'un humidificateur à vapeur autonome. **Le débit de soufflage est fixé à $5 \text{ kg}_{\text{air sec}} \text{ s}^{-1}$.**

1. Déterminer le débit d'air neuf pour les 400 personnes.
2. Déterminer le point de soufflage en hiver. Tracer l'évolution de l'air dans la C.T.A. et le local sur le diagramme 1 p. 9/20 en couleur rouge.

2. Etude été

Salle occupée

Le **débit de soufflage est fixé à $5 \text{ kg}_{\text{air sec}} \text{ s}^{-1}$** . La batterie froide est alimentée par de l'eau glacée au régime 7/12°C.

1. Déterminer le point de soufflage en été. Tracer l'évolution de l'air dans la C.T.A. et le local sur le diagramme 1 p.10/20.
2. Quelle est l'efficacité de la batterie froide ?

3. Schématisation de la C.T.A.

Schéma

1. Compléter le schéma de la C.T.A. soufflage et reprise de l'annexe 1 p. 7/20, en faisant apparaître les différents éléments qui la composent.

Régulation

1. Sur le schéma précédent mettez en place la sonde et le régulateur nécessaires pour le caisson de préchauffage.

Sécurité

1. Sur le schéma de la C.T.A. placer les sondes et capteurs de sécurité (d'une couleur différente des éléments de régulation).

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 3 sur 20

Partie 2 : Etude acoustique du soufflage

Le niveau sonore dans la salle de cinéma est faible, inférieur au critère ISO 35. L'exploitant désire que le niveau sonore induit par le ventilateur de soufflage soit inférieur ou égal au critère ISO 30 à la sortie des canalisations de soufflage (points A, B, C) p.11/20.

Le constructeur vous indique le spectre acoustique de sa machine (voir document CIAT), les atténuations et les critères ISO sont donnés en annexes.

1. Niveau sonore sans correction

Critère ISO au point B

1. Déterminer l'atténuation par bande de fréquence au point B.
2. Tracer le spectre acoustique et déterminer le critère ISO correspondant au point B provenant de la C.T.A. de soufflage. Conclure.

2. Choix d'une correction

1. Déterminer le nombre et les types de silencieux à mettre en œuvre pour atteindre un niveau sonore ISO 30 au point A, justifier vos choix en traçant d'une couleur différente les niveaux sonores obtenus.

Partie 3 : Etude d'une machine frigorifique

La production d'énergie est réalisée par deux thermo-frigopompes qui récupèrent l'énergie évacuée par les batteries froides des salles et la cèdent à l'eau du fleuve.

Le régime d'eau de la boucle froide est de 7/12°C, le pincement de l'évaporateur est de 5°C, le régime d'eau de la boucle chaude est de 30/35°C, le pincement du condenseur est de 5°C. **On suppose les pincements de l'évaporateur et du condenseur constants.**

Le constructeur indique une surchauffe de 7°C dans l'évaporateur, un sous-refroidissement de 5°C dans le condenseur.

La machine est très compacte. Le fluide utilisé est du R134a.

Cycle été

La puissance à évacuer par l'évaporateur de chaque machine est de 413 kW. On choisit une machine 30HXC120 de 423 kW de puissance frigorifique.

1. Tracer le cycle de fonctionnement d'une machine 30HXC120 en supposant une compression isentropique aux conditions Eurovent données par la documentation constructeur sur le diagramme 2 p.16/20.
2. Tracer sur ce même diagramme 2 le cycle de fonctionnement d'une machine 30HXC120 en supposant que toute la puissance électrique du compresseur est fournie au fluide aux conditions Eurovent données par la documentation constructeur.
3. Déterminer la puissance du condenseur dans ces conditions.

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 4 sur 20

Partie 4 : Etude d'un échangeur de chaleur

La production d'énergie est réalisée par deux thermo-frigopompes qui échangent de la chaleur avec l'eau de la nappe phréatique. Pour des questions de maintenance et de prix, deux échangeurs de chaleur séparent l'eau brute de l'eau primaire alimentant les évaporateurs ou les condenseurs, un jeu de vannes permet de basculer les alimentations (voir schéma de principe p.7/20). La puissance à évacuer par **chaque** échangeur varie suivant les différentes périodes de l'année.

1. Coefficient d'échange

Le coefficient d'échange de l'échangeur à plaque neuf est de $K=2850 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. L'eau brute est chargée en limons et boues, ce qui va altérer le coefficient d'échange en fonctionnement. La résistance additionnelle est évalué à $10^{-3} \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$ du coté eau brute, on suppose qu'il n'y a pas de variation coté eau primaire.

Coefficient d'échange encrassé

1. Déterminer le coefficient d'échange après quelques semaines de fonctionnement. Quelle maintenance préconisez-vous ?

2. Dimensionnement été

On vous demande de dimensionner l'échangeur en période été, salles accueillant la totalité des spectateurs. Le coefficient d'échange à prendre en compte est de $1250 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Les régimes d'eau à prendre en compte sont :

Régimes d'eau été		
	Entrée	Sortie
Eau brute	15 °C	25 °C
Eau primaire	40 °C	35 °C

Puissance nécessaire lorsque les salles sont occupées : 427 kW.

Débits d'alimentation

1. Déterminer les débits d'alimentation du primaire et du secondaire de l'échangeur en fonction des températures d'entrées et de sorties.

Surface de l'échangeur

- Déterminer l'écart moyen logarithmique des températures du primaire et secondaire.
- Déterminer la surface de l'échangeur.

3. Vérification hiver

Vous avez choisi un échangeur de $S=21 \text{ m}^2$; il faut vérifier si ce dimensionnement reste valable en hiver, lorsque les salles du cinéma sont occupées.

Le tableau ci-dessous donne les paramètres de calcul :

Températures d'eau hiver	
	Entrée
Eau brute	10 °C
Eau primaire	4 °C

Débits	
Eau brute	$36.7 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
Eau primaire	$45.0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$

Puissance nécessaire lorsque les salles sont occupées : 161kW.

Le débit d'eau primaire est réduit pour maintenir une température suffisante à l'entrée des évaporateurs

Nombre de NUT

1. Déterminer le Nombre d'Unités de Transfert pour cet échangeur pour la période hiver.

Puissance

1. Déterminer la puissance de l'échangeur en période hiver. Est-elle suffisante pour la puissance demandée ? Quelle modification simple faut-il apporter ?

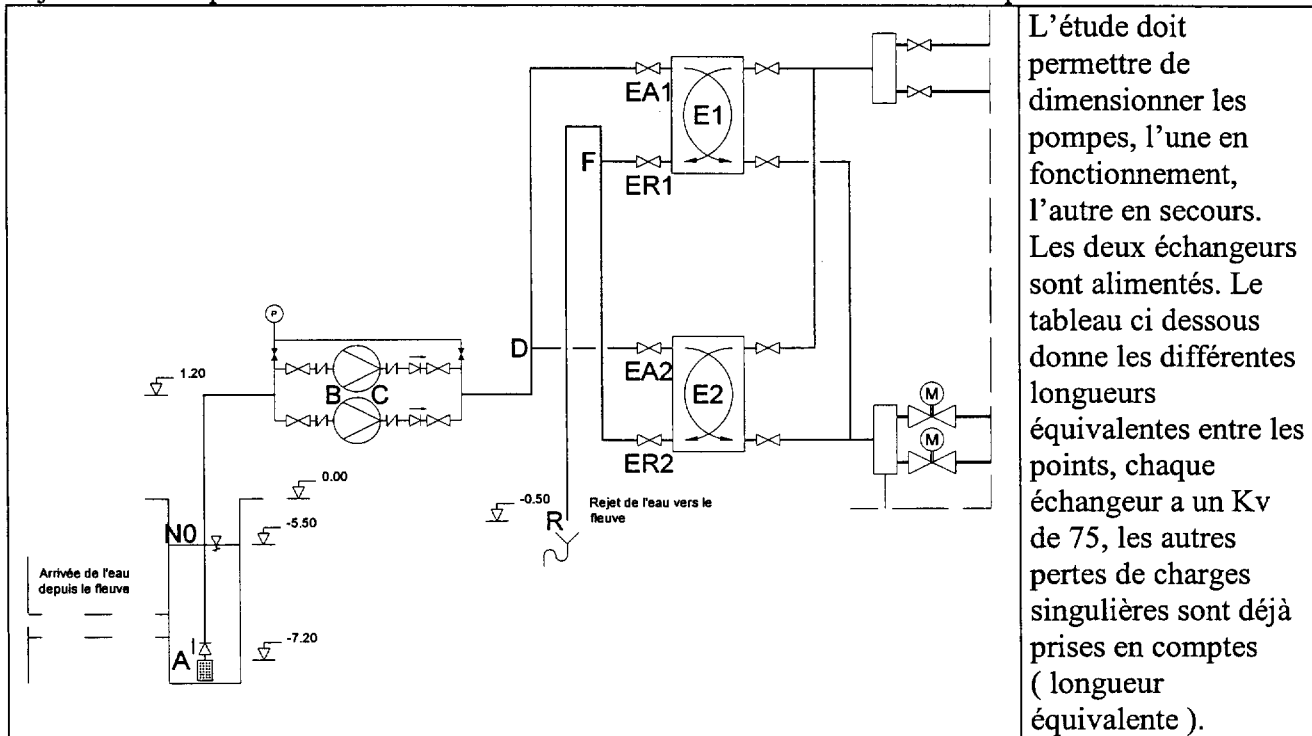
Surface

1. Déterminer la surface de l'échangeur. Indiquer en quelques lignes pourquoi le dimensionnement hiver est plus défavorable alors que la puissance demandée est plus faible.

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 5 sur 20

Partie 5 : Etude hydraulique du puisage

L'eau brute est pompée dans un puit qui est en communication directe avec le fleuve, l'eau est rejetée en aval par une conduite. Le schéma ci-dessous détaille les différents points.



Les cotes d'altitude sont en mètres, le repère 0.00 m est le plancher du local technique des pompes.

Le débit minimum de la pompe est de $82.4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, le circuit est ouvert !

Repere	Longueur [m]	Diamètre	Repere	Longueur [m]	Diamètre
AB	10	193.7 x 5.4	CD	6.50	193.7 x 5.4
FR	15.5	193.7 x 5.4	D-EA2	2.50	133.0 x 4.0
D-EA1	4.50	133.0 x 4.0	ER1-F	2.50	133.0 x 4.0
ER2-F	4.50	133.0 x 4.0			

Pression atmosphérique $\approx 101300 \text{ Pa}$.

1. H.M. de la pompe

Pertes de charge entre A et R

- Déterminer les pertes de charge de A à R.
- Déterminer la Hauteur Manométrique de la pompe pour assurer $82.4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.
- Déterminer le débit réel et la H.M réelle de la pompe (annexe p20).
- Le niveau du fleuve varie entre -5.50 m et -1.00 m ; quel est le nouveau débit lorsque l'eau est haute.

N.P.S.H.

Vérifier la pression à l'aspiration de la pompe en fonctionnement à -5.50 m , on négligera les variations de température de l'eau. Cette pression est-elle correcte ?

B.T.S. FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21		Session 2006
Fluidique – énergétique – environnement		FEE2FLU
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page 6 sur 20