

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS Epreuve d'Etude Des Installations (E3)

SESSION 2004

Durée : 4 heures

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...

Toute donnée manquante sera laissée à l'initiative du candidat.

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée (les documents réponses situés pages 22, 23, 24, 25 et 26 sont à rendre avec les copies, ils seront associés aux parties correspondantes).

Le sujet comporte 26 pages.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 1/26

SOMMAIRE

- Descriptif de l'installation.....	page 3
- Travail demandé	pages 4 à 10
- Annexes et documents réponses	pages 11 à 26

Temps estimatif et composition du sujet :

Le sujet comporte 3 parties indépendantes :

Intitulé de la partie	Temps estimatif
Partie 1 : décrire fonctionnellement ou technologiquement tout ou partie de l'installation.	45 minutes
Partie 2 : dimensionner et choisir un équipement.	2 h 30 minutes
Partie 3 : élaborer un document de réalisation d'une partie de l'installation.	45 minutes

De plus, chacune des trois parties est composée de deux sous parties indépendantes portant l'une sur les installations de climatisation et l'autre sur la sous station vapeur / eau chaude.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 2/26

DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

1. Objet de l'étude

Ce dossier technique concerne l'étude de la climatisation et du chauffage d'un bâtiment de production F3 d'une unité pharmaceutique. Le bâtiment F3 constitue une extension pour l'usine en continuité du bâtiment F2 existant.

Le bâtiment projeté comporte un niveau (RDC), comprenant les bureaux et les locaux de production, et deux niveaux partiels à 3,40 [m] et 7,25 [m].

Les installations techniques seront implantées au niveau 7,25 [m].

2. Principe de fonctionnement

Les locaux de production de médicaments sont climatisés par 13 centrales de traitement d'air. Ces locaux peuvent être assimilés à des salles blanches comprenant un contrôle de la température intérieure, de la surpression et de la qualité de l'air par différents niveaux de filtration.

Les circulations sont chauffées par des radiateurs à eau chaude basse température et les autres zones sont chauffées par des aérothermes en recyclage total.

La production de chaleur s'effectue par un échangeur vapeur/eau chaude basse température d'une puissance de 400 [kW] (situé dans le bâtiment existant F2). Il alimente les batteries chaudes des CTA, les radiateurs et les aérothermes.

La production de froid s'effectue par deux groupes frigorifiques (puissance : 2 x 180 [kW]) montés en cascade, situés à l'extérieur du bâtiment F3 le long de la façade Nord.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 3/26

TRAVAIL DEMANDE

PREMIERE PARTIE : décrire fonctionnellement ou technologiquement tout ou partie de l'installation

1. ETUDE DE LA SALLE BLANCHE « COMPRESSION 3 » (repérée local 08 sur le plan du niveau 0.00)

Données :

Taux de brassage de la salle blanche « compression 3 » = 53 [vol/h].

Plan du niveau 0.00 fourni en document réponse 1.

Tableau des conditions intérieures en annexe 2.

Schéma de principe simplifié de la CTA (E) en annexe 3.

Classe d'empoussièrement (classement Fédéral Standard 209.B)	Type de flux	Taux de brassage (en [vol/h])
100 000	turbulent	15 à 30
10 000	turbulent	30 à 50
1000	turbulent	50 à 100
100	laminaire	Jusqu'à 600
10	laminaire	Jusqu'à 600
1	laminaire	Jusqu'à 600, voir plus

Travail demandé :

1.1. Définir ce qu'est une salle blanche et les paramètres pris en compte pour la caractériser.

1.2. A partir des données ci-dessus, déterminer le type de flux à mettre en place et la classe d'empoussièrement de cette salle.

Expliquer, à l'aide d'un schéma simplifié, le principe du type de flux mis en place avec un soufflage en partie haute et une reprise en partie basse.

1.3. Compléter le plan du niveau 0.00 fourni en document réponse 1 en faisant apparaître les zones en surpression, en dépression et les grilles de transfert si nécessaire ainsi que le sens de circulation de l'air.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 4/26

2. ETUDE DE LA SOUS STATION VAPEUR / EAU CHAUDE

Données :

Schéma de principe de la sous station vapeur / eau chaude en document réponse 4.

Travail demandé :

2.1. Identifier et donner la fonction des éléments suivants :

Repère	Désignation	Fonction
1		
2		
3		
4		
5		

2.2. Justifier l'utilisation d'un échangeur vertical.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 5/26

DEUXIEME PARTIE : dimensionner et choisir un équipement

1. ETUDE DE LA CTA (E) CLIMATISANT LA SALLE BLANCHE « COMPRESSION 3 » (repérée local 08 sur le plan du niveau 0.00)

Données :

- Diagramme de l'air humide en document réponse 2.
- Extrait du CCTP fourni en annexe 1.
- Tableau des conditions intérieures en annexe 2.
- Schéma simplifié de la CTA (E) en annexe 3.
- Documentation technique CAMFIL sur les filtres en annexe 5.
- Taux de brassage de la salle blanche « compression 3 » = 53 [vol/h].
- Taux de brassage = débit d'air soufflé / volume de la salle.
- Volume de la salle blanche « compression 3 » = 60.4 [m³].
- La salle blanche « compression 3 » est en dépression de - 15 [Pa], on admet que cette dépression sera assurée par une différence de 3 [vol/h] entre le débit de soufflage et les débits d'extraction.
- Soufflage : 3200 [m³/h].
- Reprise + dépoussiéreur : 2530 + 850 = 3380 [m³/h].
- Air neuf : 670 [m³/h].
- Régime d'eau glacée : 7/12 [°C].
- Chaleur latente de vaporisation de l'eau : $L_v = 2500$ [kJ/kg eau].
- On suppose que le volume spécifique de l'air soufflé en été est proche de celui de l'air ambiant.
- L'humidification de l'air si nécessaire sera assurée par un humidificateur vapeur autonome situé dans la gaine de soufflage.
- Conditions intérieures :
 - $\theta_i = 21 \pm 1$ [°C]
 - $\phi_i = 50 \pm 5$ [%]

Bilan été :

Apports sensibles (hors renouvellement d'air)	Apports latents (hors renouvellement d'air)	Apports totaux (hors renouvellement d'air)
7661 [W]	52 [W]	7713 [W]

Bilan hiver :

Apports sensibles (hors renouvellement d'air)	Apports latents (hors renouvellement d'air)	Apports totaux (hors renouvellement d'air)
- 259 [W]	52 [W]	- 207 [W]

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 6/26

Travail demandé :

1.1. Vérifier les valeurs des débits donnés ci-dessus et sur le schéma simplifié de la CTA (E) en utilisant la valeur du taux de brassage et la dépression de la salle.

1.2. A partir des débits donnés ci-dessus et du résultat du calcul des charges (bilans été et hiver) :

- déterminer les caractéristiques du point de soufflage en été et tracer l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide.
- déterminer les caractéristiques du point de soufflage en hiver et tracer l'évolution de l'air sur le diagramme de l'air humide (on supposera pour cela que les débits massiques restent constants).

1.3. Déterminer les caractéristiques de la batterie chaude, de la batterie froide et de l'humidificateur vapeur si nécessaire.

1.4. Sélectionner dans la documentation technique fournie sur les filtres CAMFIL, les différents filtres à mettre en place sachant que le débit nominal de la CTA est de 3200 [m³/h] et que la section de la CTA est de 0.6 [m] x 0.6 [m] = 0.36 [m²] (identique à celle des gaines) :

- Une pré filtration par filtre G4 Norme EN 779, efficacité 90 [%] gravimétrique, marque CAMFIL.
- Une filtration par filtre F7 Norme EN 779, efficacité 80 [%] opacimétrique, marque CAMFIL.
- Une filtration terminale par filtre F9 Norme EN 779, efficacité 95 [%] opacimétrique, marque CAMFIL.

Vous déterminerez notamment :

- Le type de filtre avec le modèle et sa référence, ses dimensions et le nombre de filtres.
- La surface du média.
- Le débit unitaire.
- La perte de charge au débit nominal, au débit réel et la perte de charge finale recommandée.
- La vitesse frontale dans la CTA et la vitesse dans la couche poreuse.

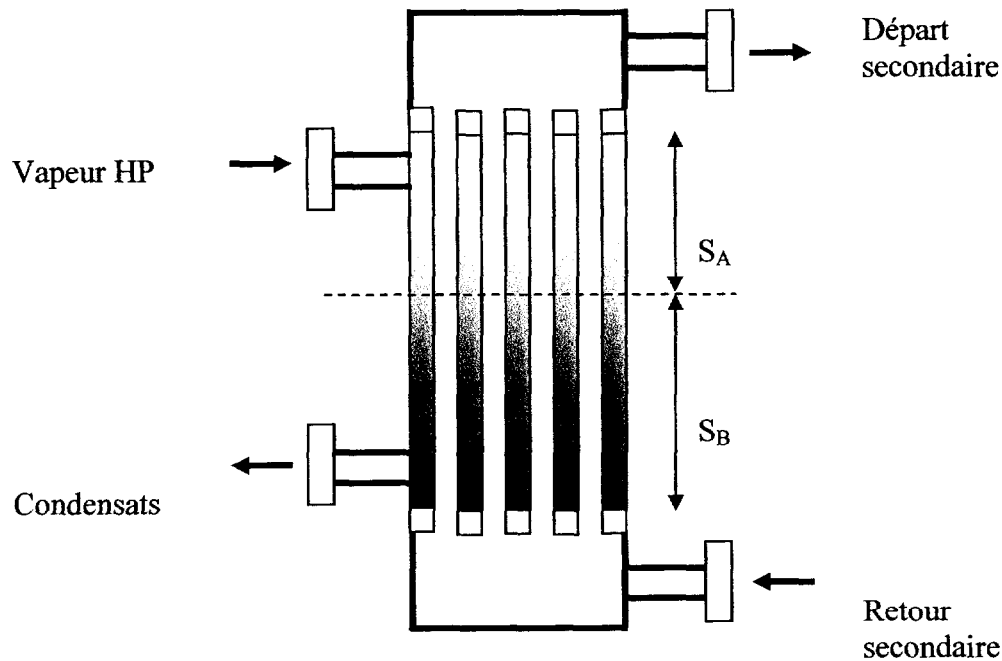
Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 7/26

2. DIMENSIONNEMENT DE L'ECHANGEUR Vapeur HP/ECBT

L'échangeur vertical se compose d'un faisceau tubulaire dans lequel circule l'eau chaude basse température (ECBT) ; la vapeur circule autour des tubes à contre-courant.

Voir figure ci-dessous.

Dans la partie supérieure de la surface d'échange S_A , la vapeur se condense en cédant sa chaleur latente alors que dans la partie inférieure S_B les condensats se refroidissent en fournissant leur chaleur sensible.



Données et hypothèses :

Propriétés physiques de l'eau à la saturation en annexe 4,

La puissance nominale de l'échangeur : $P_T = 400$ [kW],

L'échangeur est alimenté en vapeur saturée à 7 [bar],

Le régime d'eau chaude basse température est de 90/70 [°C],

Les condensats sont évacués à une température de 75 [°C],

Les coefficients d'échange surfacique entre :

- la vapeur saturée et l'eau : $K_A = 2200$ [W/m².°C],
- les condensats et l'eau : $K_B = 150$ [W/m².°C],

$$P_A/P_T = h_{\text{vapo}}/(h_{1e} - h_{1s})$$

Avec :

P_A : la puissance échangée dans la surface S_A en [kW]

P_T : la puissance échangée dans la surface totale de l'échangeur $S = S_A + S_B$ en [kW]

h_{vapo} : L'enthalpie de vaporisation en [kJ/kg]

h_{1e} : L'enthalpie de la vapeur à l'entrée de l'échangeur en [kJ/kg]

h_{1s} : L'enthalpie des condensats à la sortie de l'échangeur en [kJ/kg] = 314 [kJ/kg] (à [75 °C])

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 8/26

Travail demandé :

2.1. Tracer les évolutions des températures dans l'échangeur vertical Vapeur/ECBT.

2.2. Calculer les puissances P_A et P_B échangées respectivement dans S_A et S_B .

2.3. Déterminer le débit horaire de vapeur qm_1 .

2.4. Déterminer la température de l'eau chaude à la limite entre S_A et S_B .

2.5. Déterminer les surfaces S_A et S_B .

2.6. Calculer les rapports suivants S_A/S et S_B/S . Que peut-on conclure ?

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 9/26

TROISIEME PARTIE : élaborer un document de réalisation d'une partie de l'installation

1. IMPLANTATION DU RESEAU AERAULIQUE

Données :

- Extrait du CCTP fourni en annexe 1.
- Coupe de principe en document réponse 3.
- Le soufflage de l'air est réalisé par un diffuseur d'air à jet hélicoïdal situé en faux plafond.
- La reprise de l'air est réalisée en partie basse par une grille murale.
- Les gaines d'air cheminent dans la zone vide.

Travail demandé :

- 1.1. Implanter sur la coupe de principe fournie (document réponse 3), le tracé du réseau aéraulique de la CTA (E) jusqu'à la salle blanche « compression 3 ».

2. SCHEMA DE PRINCIPE DE LA STATION VAPEUR / EAU CHAUDE

Données :

- Extrait du CCTP fourni en annexe 1.
- Schéma de principe de la sous station vapeur / eau chaude en document réponse 4.
- La régulation de la température secondaire se fait par action sur la vanne de vapeur.

Travail demandé :

- 2.1. Citer les accessoires nécessaires équipant le circuit secondaire de l'échangeur afin de faciliter l'entretien et la conduite de l'installation.
- 2.2. Compléter le schéma de principe de la sous-station Vapeur HP/ECBT (document réponse 4), en respectant les extraits du CCTP, en faisant figurer :
 - le raccordement entre l'échangeur vertical, les batteries chaudes, les radiateurs, la batterie chaude de la CTA (E) et les aérothermes.
 - tous les éléments de sécurité et de régulation nécessaires au bon fonctionnement de l'installation sur le circuit vapeur, sur le circuit radiateurs, sur le circuit aérothermes et sur le circuit CTA (E) (aéraulique et hydraulique).

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 10/26

ANNEXES ET DOCUMENTS REPONSES

Annexe 1 : extrait du CCTP.

Annexe 2 : tableau des conditions intérieures.

Annexe 3 : schéma de principe simplifié de la CTA « E ».

Annexe 4 : propriétés physiques de l'eau à la saturation.

Annexe 5 : documentation technique CAMFIL sur les filtres.

Document réponse 1 : plan du niveau 0.00.

Document réponse 2 : diagramme de l'air humide.

Document réponse 3 : coupe de principe.

Document réponse 4 : schéma de principe de la sous station vapeur / eau chaude.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 11/26

ANNEXE 1 : extrait du CCTP

1 CONDITIONS GENERALES

1.1 - PREAMBULE

1.1.1 - OBJET DU MARCHÉ

Le présent Cahier des Charges Techniques Particulières (C.C.T.P.) définit la consistance et les modalités d'exécution des travaux du LOT CHAUFFAGE – VENTILATION - CLIMATISATION nécessaires à la construction du BATIMENT F3.

1.1.2 - FORME DU MARCHÉ

Pour l'ensemble des travaux du présent lot, le marché sera traité à forfait intégral et comprendra la totalité des ouvrages nécessaires à la complète terminaison des travaux.

1.2 - PRESENTATION DU PROJET

Le présent projet comprend en substance :

- La distribution du réseau calorifique depuis le bâtiment F2.
- La production frigorifique par des unités de refroidissement extérieure.
- Le traitement de l'air des locaux de production (chauffage, climatisation, filtration).
- Le chauffage par radiateurs de la galerie de circulation.
- Le chauffage des locaux par aérothermes.
- La ventilation d'été du local technique.

2 BASE DE CALCULS

2.1 - CONDITIONS EXTERIEURES

HIVER

B.S. - 7°C
H.R. 90 %

ETE

B.S. + 32°C
H.R. 40 %

B.S. : bulbe sec (ceci correspond à la température sèche)

H.R. : humidité relative

2.2 - CONDITIONS INTERIEURES

Voir tableau des conditions intérieures donné en annexe 2.

2.3 - RENOUELEMENT D'AIR NEUF

Suivant Décrets n° 72.246 du 12 Mars 1976, N° 84.1093 et N° 84.1094 du 7 Décembre 1984 pour tous les locaux, soit : 7 litres/seconde/occupant au minimum.

2.4 - BILAN THERMIQUE

Bilan calorifique Hiver environ 400 kW (aérothermes + CTA + radiateurs + machines de production).

Bilan frigorifique Eté environ 2 x 180 kW (CTA + machines de production).

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 12/26

3 PRINCIPE DE L'INSTALLATION

3.1 – CHAUFFAGE

A partir des attentes vapeur à 7 bars et des condensats, dans le bâtiment F2, création d'un réseau cheminant sur un rack métallique (hors lot) implanté entre les deux bâtiments, jusqu'à une sous station vapeur 7bars / eau 90/70°C installée sur la plate forme technique du nouveau bâtiment F3.

La régulation de la température secondaire se fait par action sur la vanne de vapeur.

Une attention particulière est à prévoir pour la dilatation des tuyauteries et des purges en lignes.

L'eau chaude ainsi produite alimentera :

- les batteries des CTA
- les aérothermes
- les radiateurs
- les machines pour les process de fabrication

Les réseaux, dans les zones techniques et faux plafond, seront calorifugés par coquilles de laine de verre épaisseur 40 mm pour l'eau chaude et 50 mm pour la vapeur et les condensats avec finition PVC.

Un réseau vapeur sera crée pour alimenter le sécheur de la zone granulation et la machine à pelliculer.

Des vannes seront laissées en attentes pour permettre les extensions futures (2 sécheurs, 2 machines à pelliculer et la production d'eau chaude adoucie)

3.2 – PRODUCTION FRIGORIFIQUE

La production frigorifique nécessaire à la climatisation des salles sera assurée par des groupes de production d'eau glacée, d'une puissance unitaire de 180 kW environ, à condensation par air avec ventilateurs hélicoïdes basse vitesse. Chaque groupe sera équipé de 2 circuits frigorifiques indépendants, et il sera associé à un module hydraulique comprenant : 1 pompe de circulation double, ballon tampon, vase d'expansion, soupape de sécurité, traçage électrique des tuyauteries, l'ensemble étant piloté depuis l'armoire électrique du groupe.

Prévoir une pompe simple avec robinetteries sur le circuit primaire de chaque groupe et 2 pompes simples avec robinetteries sur le circuit secondaire.

Il sera implanté sur une dalle maçonnerie située à l'extérieur du bâtiment.

Une télécommande à distance, installée dans l'armoire électrique de la sous station eau chaude du bâtiment F3, permettra de gérer et contrôler cet équipement.

L'eau glacée (7/12°C) ainsi produite alimentera :

- les batteries froides des centrales de traitement d'air
- le sécheur de la zone granulation
- les machines pour les process de fabrication

Le réseau eau glacée sera en tube acier tarif 1 et 10. Il sera calorifugé par coquilles de styrofoam épaisseur 40mm avec pare vapeur , et finition tôle isoxal à l'extérieur, PVC à l'intérieur des locaux.

Les réseaux à l'extérieur seront tracés électriquement, l'alimentation électrique se fera depuis l'armoire de puissance du groupe frigorifique.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 13/26

3.3 – TRAITEMENT DES LOCAUX TECHNIQUES

Les locaux techniques seront chauffés par des aérothermes hélicoïdes à eau chaude avec volets double déflexion et panier de protection.

Ils seront équipés chacun de vannes d'isolement et de robinets de réglage. Ils seront régulés par des thermostats d'ambiance agissant en tout ou rien sur le groupe moto-ventilateur et seront munis d'une coupure électrique de proximité.

Le raccordement se fera depuis le réseau à température constante sous toiture.

Une ventilation d'été sera réalisée par trois tourelles d'extraction hélicoïde équipées chacune de jalousie automatique, l'air sera introduit par des grilles (hors lot) implantées sur la façade.

3.4 – TRAITEMENT DE LA GALERIE DE CIRCULATION

Le chauffage sera assuré par des radiateurs en acier posés sur consoles équipés chacun de robinet thermostatique, coude de réglage, robinet de vidange et purge d'air.

Ils seront alimentés en eau chaude depuis une sous station de mélange.

Celle ci sera équipée d'une pompe de circulation et d'une régulation en fonction de la température extérieure et de la température de départ avec action sur vanne trois voies montée en mélange.

3.5 – TRAITEMENT DES LOCAUX DE PRODUCTION

Le traitement d'air des locaux de production sera réalisé par des centrales double peau, implantées sur la plate-forme technique située au niveau +7.25. Elles seront affectées par local suivant le tableau des données de base joint en annexe 2.

Les C.T.A. seront soit de marque TRANE, HYDRONIC ou équivalent.

Elles seront équipées chacune de :

- Un caisson de mélange avec 2 registres indépendants motorisables
- Une section filtre G4 Norme EN 779, efficacité 90 % gravimétrique, marque CAMFIL.
- Une section filtre F7 Norme EN 779, efficacité 80 % opacimétrique, marque CAMFIL.
- Une batterie eau chaude régime d'eau 90/70 °C régulée par une vanne trois voies montée en décharge inversée (capteur : sonde de température intérieure)
- Tiroir pour thermostat antigel
- Une batterie eau glacée régime d'eau 7/12 °C avec séparateur de gouttelettes régulée par une vanne trois voies montée en décharge inversée (capteur : sonde de température intérieure)
- Un caisson ventilateur à réaction
- Châssis support et manchettes souples pour l'ensemble
- Manomètre tube incliné sur chaque filtre

NOTA : Chaque CTA reposera sur un socle métallique de hauteur suffisante pour mise en place du siphon des condensats avec interposition d'un résilient.

Un ensemble de filtration F9 Norme EN 779, efficacité 95% opacimétrique, marque CAMFIL, monté dans un caisson avec porte d'accès sera inséré sur le réseau de soufflage.

Les 3 prises d'air neuf en toiture, composées d'un coude à 90° et d'une longueur droite biseautée avec grillage anti-volatile, alimenteront les centrales de traitement d'air par des réseaux de gaines en tôle galvanisée.

Elles seront calorifugées par un matelas de laine de verre avec finition kraft alu.

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 14/26

CTA N° A, B, C, D, E, I, J, L, N :

L'air traité est véhiculé par un réseau de gaines de soufflage jusqu'à des diffuseurs d'air à jet hélicoïdal de marque TROX implantés au plafond ou équivalent.
La reprise sera effectuée par des grilles implantées au plafond ou au sol de marque TROX type AE-A avec caisson insonorisé équipé de filtres.
Des volets de réglage et de mesure type RN seront implantés sur chaque réseau de soufflage et de reprise desservant chaque local.

Les gaines de soufflage et de reprise de forme rectangulaires et circulaires sont exécutées en tôle galvanisée (prévoir des trappes de visite pour le nettoyage) avec finition soignée et revêtues d'un calorifuge en laine de roche ép. 30mm avec finition Kraft-alu.
Elles seront dégraissées et nettoyées suivant les préconisations ASPEC

Les locaux :

- N° 07 (Mélange)
- N° 12 (Pelliculage)

seront équipés d'une extraction indépendante avec variation de débit afin de maintenir une dépression dans le local.

Les locaux :

- N° 03-(Dépotage BIG-BAG)
- N° 05-(Granulation)
- N° 08-(Compression 3)
- N° 17-(Préparation solution pelliculage)

seront équipés d'un réseau de dépoussiérage (hors lot). La compensation d'air sera traitée par la C.T.A. Le dépoussiéreur fonctionnera en permanence, lorsque la machine sera arrêtée la reprise d'air sera effectuée par une antenne équipée d'une grille de reprise raccordée sur le réseau de dépoussiérage.

Des volets de fermeture motorisés asservis au fonctionnement de la machine sélectionneront le point d'extraction.

Chaque local traité sera équipé d'un manomètre de contrôle de pression.

Les transferts d'air entre locaux se feront par des grilles implantées dans les portes ou cloisons.

Le local laverie n°14 sera équipé d'une extraction particulière.

NOTA : Les locaux

- N° 09-10 (Compression 2 et 1)
- N° 13 (Pelliculage 2)
- N° 102-103-104-105-106 (zone granulation)

seront traités ultérieurement. Seules les puissances calorifiques et frigorifiques seront prises en compte.

Une armoire électrique sera affectée à chaque C.T.A. et intégrera les organes de commande et de protection ainsi que la régulation et les asservissements des différents matériels.

La régulation sur les vannes trois voies des batteries chaude et froide sera du type à débit variable et se fera en fonction de la température intérieure.

Tous les organes de sécurité et de fonctionnement nécessaires seront prévus conformément aux règles de l'art :

- Thermostat antigel
- Contrôle d'encrassement des filtres et contrôle de pression des ventilateurs.

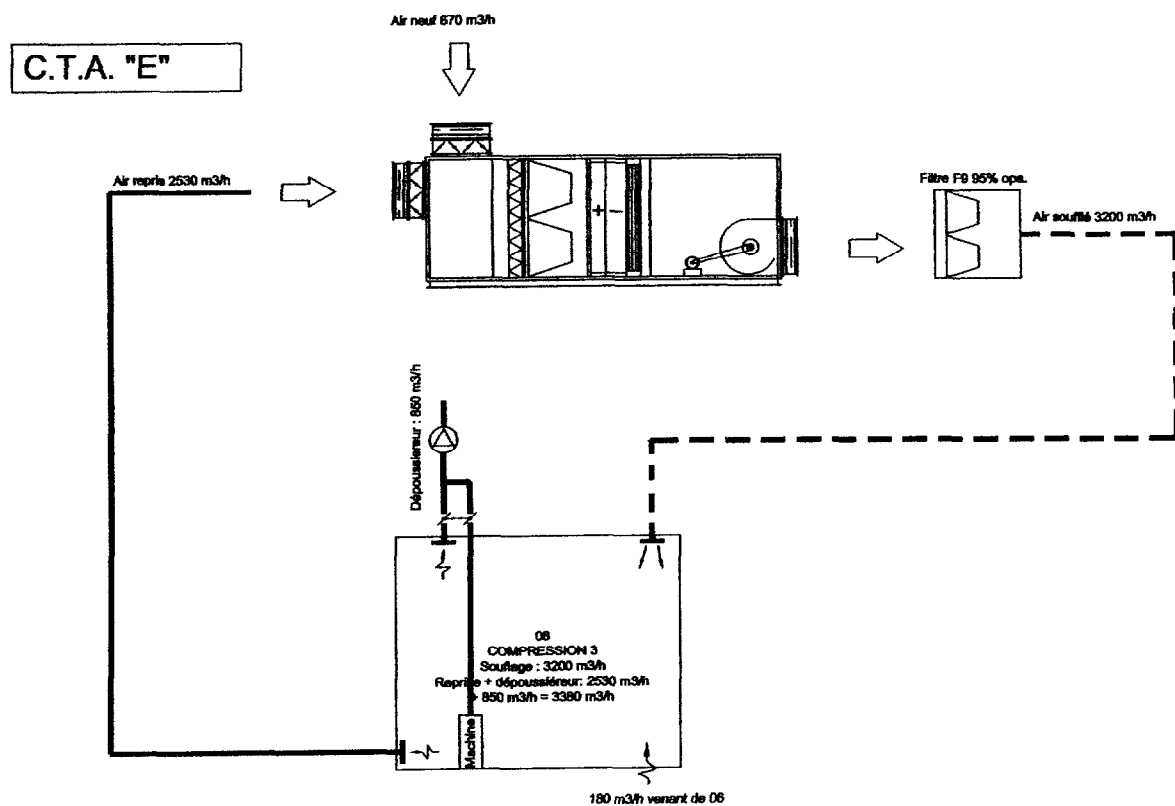
Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 15/26

ANNEXE 2 : tableau des conditions intérieures

Tranche travaux	Repère	Désignation	N° CTA ou autres	T° consigne (en °C)		Pression (en Pa)	Extractions particulières
				Hiver	Eté		
1er	0	Circulation	Radiateurs	19 °C	NC	0	
1er	1	SAS matières	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	2	Dépotage PVP	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	3	Dépotage big bag	B	21°C+/-1°C		-15	550 m³/h
1er	4	Préparation PVP	B	21°C+/-1°C		-15	
1er	5	Granulation	B	21°C+/-1°C		-15	900 et 300 m³/h
1er	6	Couloir intérieur	C	21°C+/-1°C		0	
1er	7	Mélange	D	21°C+/-1°C		-15	
1er	8	Compression 3	E	21°C+/-1°C		-15	850 m³/h
2ème	9	Compression 2	F	21°C+/-1°C		-15	850 m³/h
2ème	10	Compression 1	G	21°C+/-1°C		-15	850 m³/h
1er	11	Chargement containers	C	21°C+/-1°C		0	
1er	12	Pelliculage 1	L	21°C+/-1°C		-15	
2ème	13	Pelliculage 2	M	21°C+/-1°C		-15	
1er	14	Laverie	Transfert d'air	21°C+/-1°C		-15	250 m³/h
1er	15	SAS laverie	A	21°C+/-1°C		-15	
1er	16	SAS préparation pelliculage	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	17	Préparation solution pelliculage	I	21°C+/-1°C		-15	1 100 m³/h
1er	18	Stockage containers	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	19	Conditionnement vrac	J	21°C+/-1°C		0	
1er	20	Triage	N	21°C+/-1°C		0	
1er	21	Expédition	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	22	Bureau	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	23	Circulation 1 étage	Radiateurs	19 °C	NC	0	
1er	24	Change vêtement hommes	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	25	Change vêtement femmes	A	21°C+/-1°C		+15	
1er	26	Zone technique niveau +0,00	Aérothermes	15 °C	NC	0	
1er	26 bis	Zone technique niveau +3,40 et +7,25	Aérothermes	15 °C	NC	0	
1er	101	Zone technique (granulation)	Aérothermes	18 °C	NC	0	
2ème	102	SAS matière 2	A	21°C+/-1°C		+15	
2ème	103	Dépotage PVP 2	A	21°C+/-1°C		+15	
2ème	104	Dépotage big bag 2	K	21°C+/-1°C		-15	550 m³/h
2ème	105	Préparation PVP 2	K	21°C+/-1°C		-15	
2ème	106	Granulation 2	K	21°C+/-1°C		-15	900 et 300 m³/h

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 16/26

ANNEXE 3 : schéma de principe simplifié de la CTA « E »



Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 17/26

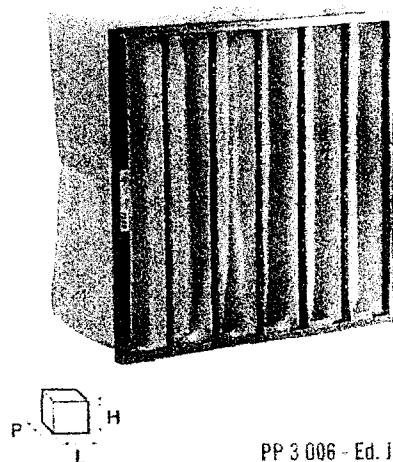
ANNEXE 4 : propriétés physiques de l'eau à la saturation

Pression effective	Pression absolue	Température	Enthalpie			Volume massique	
			eau	vaporisation	vapeur	eau	vapeur
[bar]	[bar]	[°C]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[m³/kg]	[m³/kg]
5,00	6,013	158,92	670,9	2086,0	2756,9	0,0011008	0,315
5,10	6,113	159,56	673,7	2083,9	2757,6	0,0011015	0,310
5,20	6,213	160,20	676,5	2081,8	2758,3	0,0011023	0,305
5,30	6,313	160,82	679,2	2079,8	2759,0	0,0011030	0,301
5,40	6,413	161,45	681,9	2077,8	2759,7	0,0011038	0,296
5,50	6,513	162,08	684,6	2075,7	2760,3	0,0011045	0,292
5,60	6,613	162,68	687,2	2073,8	2761,0	0,0011053	0,288
5,70	6,713	163,27	689,8	2071,8	2761,6	0,0011060	0,284
5,80	6,813	163,86	692,4	2069,9	2762,3	0,0011067	0,280
5,90	6,913	164,46	695,0	2067,9	2762,9	0,0011074	0,276
6,00	7,013	165,04	697,5	2066,0	2763,5	0,0011081	0,272
6,10	7,113	165,60	700,0	2064,1	2764,1	0,0011088	0,269
6,20	7,213	166,16	702,5	2062,3	2764,8	0,0011095	0,265
6,30	7,313	166,73	705,0	2060,8	2765,8	0,0011102	0,261
6,40	7,413	167,29	707,4	2058,6	2766,0	0,0011109	0,258
6,50	7,513	167,83	709,7	2056,8	2766,5	0,0011116	0,255
6,60	7,613	168,38	712,1	2055,0	2767,1	0,0011123	0,252
6,70	7,713	168,89	714,5	2053,1	2767,6	0,0011129	0,249
6,80	7,813	169,43	716,8	2051,3	2768,1	0,0011136	0,246
6,90	7,913	169,95	719,1	2049,5	2768,6	0,0011143	0,243
7,00	8,013	170,50	721,4	2047,7	2769,1	0,0011150	0,240
7,10	8,113	171,02	723,6	2046,1	2769,7	0,0011156	0,237
7,20	8,213	171,53	726,0	2044,2	2770,2	0,0011163	0,235
7,30	8,313	172,03	728,1	2042,6	2770,7	0,0011169	0,232
7,40	8,413	172,53	730,4	2040,8	2771,2	0,0011176	0,229
7,50	8,513	173,02	732,5	2039,2	2771,7	0,0011182	0,227
7,60	8,613	173,50	734,7	2037,5	2772,2	0,0011188	0,224
7,70	8,713	174,00	736,8	2035,9	2772,7	0,0011195	0,222
7,80	8,813	174,46	738,9	2034,2	2773,1	0,0011201	0,219
7,90	8,913	174,93	741,0	2032,6	2773,6	0,0011207	0,217
8,00	9,013	175,43	743,1	2030,9	2774,0	0,0011213	0,215
8,10	9,113	175,88	745,2	2029,3	2774,5	0,0011219	0,212
8,20	9,213	176,37	747,2	2027,6	2774,8	0,0011226	0,210
8,30	9,313	176,83	749,3	2026,1	2775,4	0,0011232	0,208
8,40	9,413	177,27	751,3	2024,5	2775,8	0,0011238	0,206
8,50	9,513	177,75	753,3	2022,9	2776,2	0,0011244	0,204
8,60	9,613	178,20	755,3	2021,3	2776,6	0,0011250	0,202
8,70	9,713	178,64	757,2	2019,7	2776,9	0,0011256	0,200
8,80	9,813	179,08	759,2	2018,2	2777,4	0,0011262	0,198
8,90	9,913	179,53	761,1	2016,6	2777,7	0,0011268	0,196
9,00	10,013	179,97	763,0	2015,1	2778,1	0,0011274	0,194
9,10	10,113	180,41	765,0	2013,5	2778,5	0,0011280	0,192
9,20	10,213	180,83	766,9	2012,0	2778,9	0,0011286	0,191
9,30	10,313	181,26	768,7	2010,5	2779,2	0,0011292	0,189
9,40	10,413	181,68	770,6	2009,0	2779,6	0,0011297	0,187
9,50	10,513	182,10	772,5	2007,5	2780,0	0,0011303	0,185
9,60	10,613	182,51	774,4	2006,0	2780,4	0,0011309	0,184
9,70	10,713	182,91	776,2	2004,5	2780,7	0,0011314	0,182
9,80	10,813	183,31	778,0	2003,1	2781,1	0,0011320	0,181
9,90	10,913	183,72	779,8	2001,6	2781,4	0,0011326	0,179

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 18/26

ANNEXE 5 : documentation technique CAMFIL sur les filtres

Moyenne Efficacité



PP 3 006 - Ed. Janvier 2002

HI-CAP

Applications : Préfiltration pour stopper les plus grosses particules, centrale de traitement d'air.

Type : Filtre à poches synthétiques moyenne efficacité.

Média : Fibre polyester.

Efficacité EN 779 : G3, G4.

Efficacité gravimétrique : 80%, 90%.

Efficacité EUROVENT 4/5 : EU3, EU4.

Perte de charge finale recommandée : 250 Pa.

Débit maximum : 1,2 x débit nominal.

Température : 70° C maximum en service continu.

Systèmes de montage : Cadres assemblables type "cadre universel Camfil", caissons-gaines FCBL-HF.

Référence	Type	Modèle	Dimensions (L x H x P) mm	Efficacité EN 779	Nombre de poches	Surface nominale m²	Débit d'air nominal m³/s / m³/h	Pression différentielle Pa	Volumen nominal m³	UCS	Dispo
1398.30.00	HI-CAP	HF80/25-36	287x592x195	G3	3	0,7	900/40	1,2	0,03	4	S
1398.32.00	HI-CAP	HF80/25-66	592x592x195	G3	6	1,4	1820/40	2,0	0,04	2	S
1398.20.00	HI-CAP	HF80/25-36	287x592x360	G3	3	1,3	1700/40	1,3	0,03	4	S
1398.22.00	HI-CAP	HF80/25-66	592x592x360	G3	6	2,6	3400/40	2,2	0,04	2	S
1398.78.00	HI-CAP	HF90/35-36	287x592x195	G4	3	0,7	700/40	1,2	0,03	4	C
1398.76.00	HI-CAP	HF90/35-66	592x592x195	G4	6	1,4	1400/40	2,0	0,03	2	S
1398.60.00	HI-CAP	HF90/35-36	287x592x360	G4	3	1,3	1300/40	1,3	0,03	4	S
1398.62.00	HI-CAP	HF90/35-66	592x592x360	G4	6	2,6	2700/40	2,2	0,04	2	S

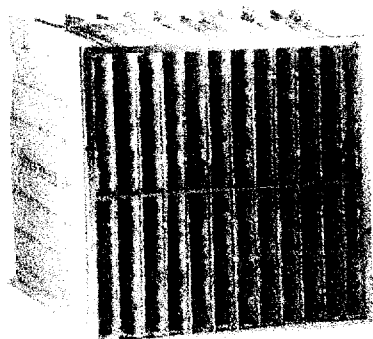
Autres dimensions disponibles sur demande

UCS: Unité de Conditionnement Standard (Q=selon quantité)

Dispo: S=tenu en Stock, C=sur Commande

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 19/26

Haute Efficacité



PP 2 002 - Ed. Janvier 2002

HI-FLO 3P, 3Q, 3R, 3PL, 3QL, 3RL (547 mm)

Applications : Traitement d'air de locaux conditionnés et filtration préparatoire en salles propres.

Type : Filtre haute efficacité, à poches fibre de verre.

Cadre : Tôle acier galvanisé, épaisseur 25 mm.

Média : Feutre fibre de verre.

Efficacité EN 779 : F6, F7, F8.

Efficacité opacimétrique : 55-65 %, 80-85 %, 90-95 %.

Efficacité EUROVENT 4/5 : EU6, EU7, EU8.

Perte de charge finale recommandée : 450 Pa (économique 250 Pa).

Débit maximum : 1,25 x débit nominal.

Température : 90° C maximum en service continu.

Systèmes de montage : Cadres assemblables type "cadre universel Camfil", caissons-gaines FCBL-HF.

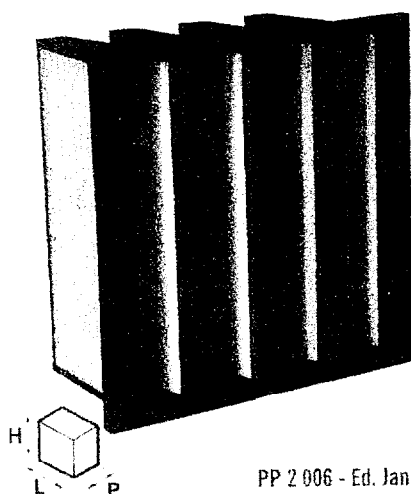
Références	Type	Modèle	Dimensions (L x H x P) mm	Efficacité EN 779	Nombre de poches	Surface media m ²	Débit / ΔP nominal m ³ /h / Pa	Masse unitaire kg	Volume unitaire m ³	Des	Repos
1366.42.00	Hi-Flo	3P-65	592x592x547	F6	10	6,5	3400/70	2,9	0,05	2	S
1366.41.00	Hi-Flo	3Q-65	490x592x547	F6	8	5,2	2800/70	2,4	0,05	2	S
1366.40.00	Hi-Flo	3R-65	287x592x547	F6	5	3,3	1700/70	1,5	0,03	4	S
1366.47.00	Hi-Flo	3PL-65	592x892x547	F6	10	9,7	5100/70	4,4	0,11	1	S
1366.45.00	Hi-Flo	3RL-65	287x892x547	F6	5	4,9	2550/75	2,6	0,05	2	C
1368.42.00	Hi-Flo	3P-85	592x592x547	F7	10	6,5	3400/115	2,6	0,05	2	S
1368.41.00	Hi-Flo	3Q-85	490x592x547	F7	8	5,2	2800/115	2,3	0,05	2	S
1368.40.00	Hi-Flo	3R-85	287x592x547	F7	5	3,3	1700/110	1,6	0,03	4	S
1368.47.00	Hi-Flo	3PL-85	592x892x547	F7	10	9,7	5100/110	3,8	0,11	1	S
1368.46.00	Hi-Flo	3QL-85	490x892x547	F7	8	7,8	4200/110	3,6	0,11	1	C
1368.45.00	Hi-Flo	3RL-85	287x892x547	F7	5	4,9	2550/115	2,2	0,05	2	S
1369.42.00	Hi-Flo	3P-95	592x592x547	F8	10	6,5	3400/130	2,5	0,05	2	S
1369.41.00	Hi-Flo	3Q-95	490x592x547	F8	8	5,2	2800/125	2,4	0,05	2	S
1369.40.00	Hi-Flo	3R-95	287x592x547	F8	5	3,3	1700/120	1,5	0,03	4	S
1369.47.00	Hi-Flo	3PL-95	592x892x547	F8	10	9,7	5100/125	4,1	0,11	1	S
1369.45.00	Hi-Flo	3RL-95	287x892x547	F8	5	4,9	2550/125	2,5	0,05	2	S

Autres dimensions disponibles

UCS: Unité de Conditionnement Standard (Q=selon quantité)
Dispo: S=tenu en Stock, C=sur Commande

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 20/26

Haute Efficacité



PP 2 006 - Ed. Janvier 2002

OPAKFIL Green

Applications : Traitement d'air de locaux conditionnés et filtration préparatoire en salles propres.

Type : Filtre multidirectionnel compact haute efficacité, incinérable.

Cadre : Cadre bride épaisseur 25 mm polypropylène et ABS.

Média : Papier fibre de verre.

Séparateurs : Cordons hot-melt.

Lut : Polyuréthane.

Efficacité EN 779 : F6, F7, F8, F9.

Efficacité opacimétrique : 65, 85, 95, 98 %.

Efficacité EUROVENT 4/5 : EU6, EU7, EU8, EU9.

Perte de charge finale recommandée : 450 Pa (économique 350 Pa).

Débit maximum : 1,3 x débit nominal.

Température : 80° C maximum en service continu.

Systèmes de montage : Cadres assemblables type "cadre universel Camfil", caissons-gaines FCBL-HF.

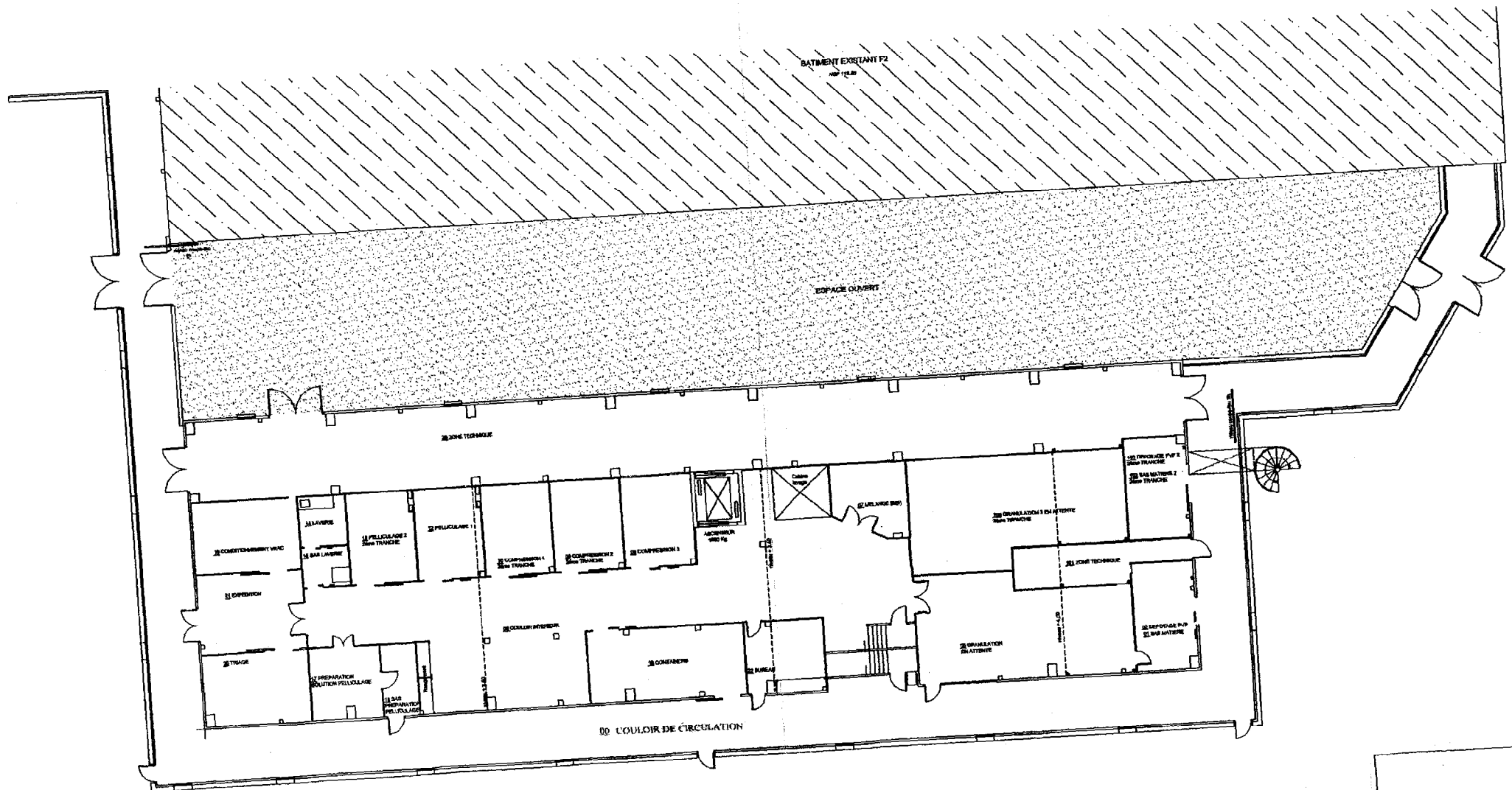
Réf. OPAK	Type	Modèle	Dimensions (LxHxP) mm	Efficacité EN 779	Perte de charge finale (Pa)	Volume nominal (m³/min)	Volume nominal (m³/h)	Volume nominal (m³/d)	Volume nominal (m³/a)	Dispo.
1511.11.50	OPAKFIL-G -65	30PGHF-242412-60	592x592x290	F6	19,0	4250/100	5	0,11	1	S
1511.51.50	OPAKFIL-G -65	30PGHF-241212-60	592x287x290	F6	9,0	2125/100	3	0,05	2	S
1511.12.50	OPAKFIL-G -85	30PGHF-242412-90	592x592x290	F7	19,0	4250/110	5	0,11	1	S
1511.22.50	OPAKFIL-G -85	30PGHF-242012-90	592x490x290	F7	15,0	3400/110	4	0,09	1	S
1511.52.50	OPAKFIL-G -85	30PGHF-241212-90	592x287x290	F7	9,0	2125/135	3	0,05	2	S
1511.13.50	OPAKFIL-G -95	30PGHF-242412-95	592x592x290	F8	19,0	4250/130	5	0,11	1	S
1511.23.50	OPAKFIL-G -95	30PGHF-242012-95	592x490x290	F8	15,0	3400/130	4	0,09	1	S
1511.53.50	OPAKFIL-G -95	30PGHF-241212-95	592x287x290	F8	9,0	2125/150	3	0,05	2	S
1511.17.50	OPAKFIL-G-98	30PGHF-242412-98	592x592x290	F9	19,0	4250/160	5	0,11	1	S
1511.57.50	OPAKFIL-G-98	30PGHF-241212-98	592x287x290	F9	9,0	2125/160	3	0,05	2	S

UCS: Unité de Conditionnement Standard (Q=selon quantité)

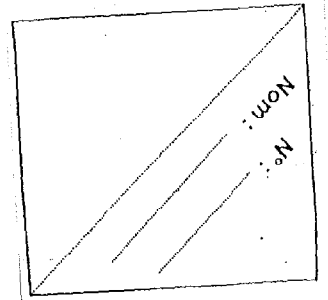
Dispo: S=tenu en Stock, C=sur Commande

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 21/26

DOCUMENT REPONSE 1 : plan du niveau 0.00



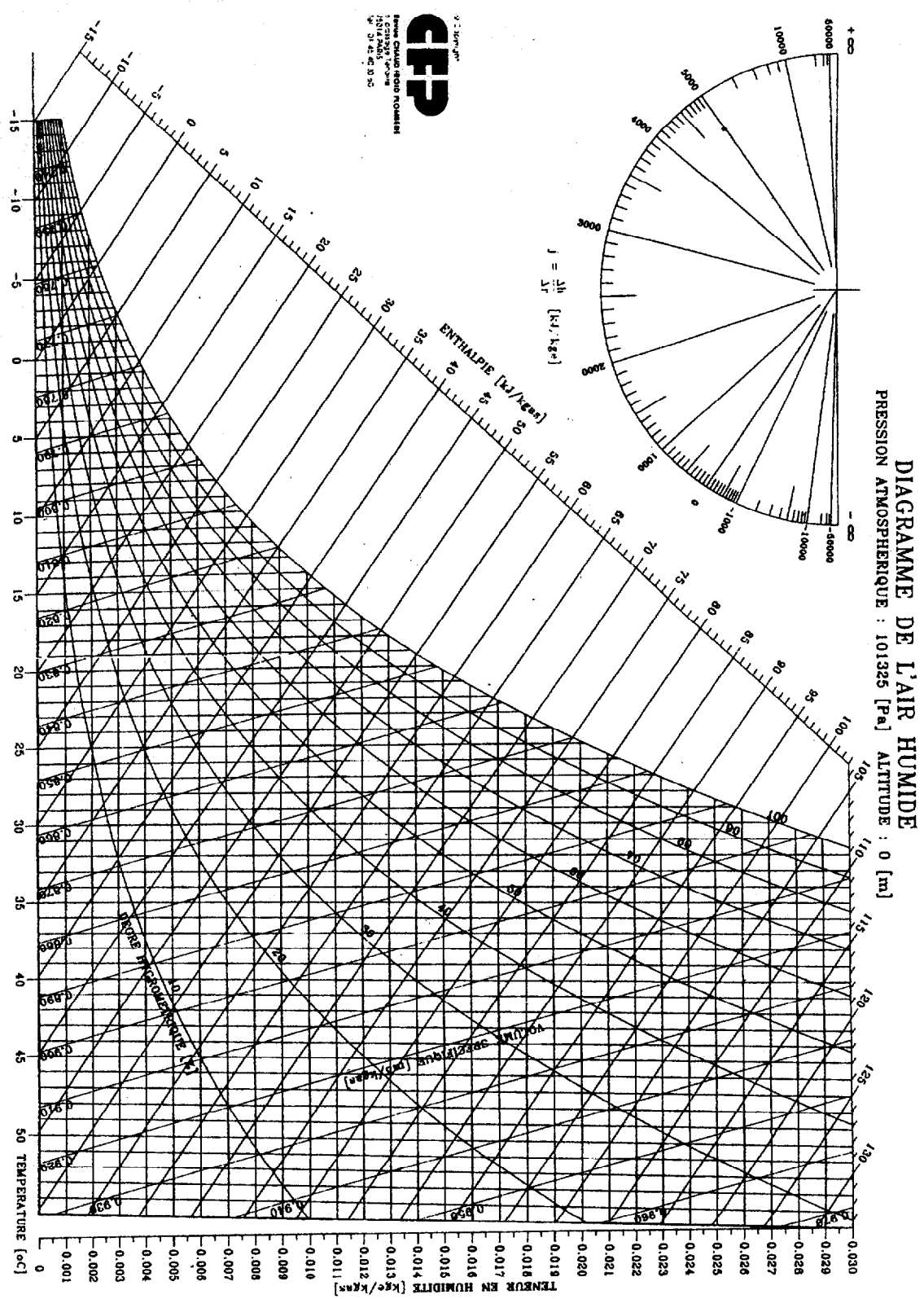
Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FFBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 22/26



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

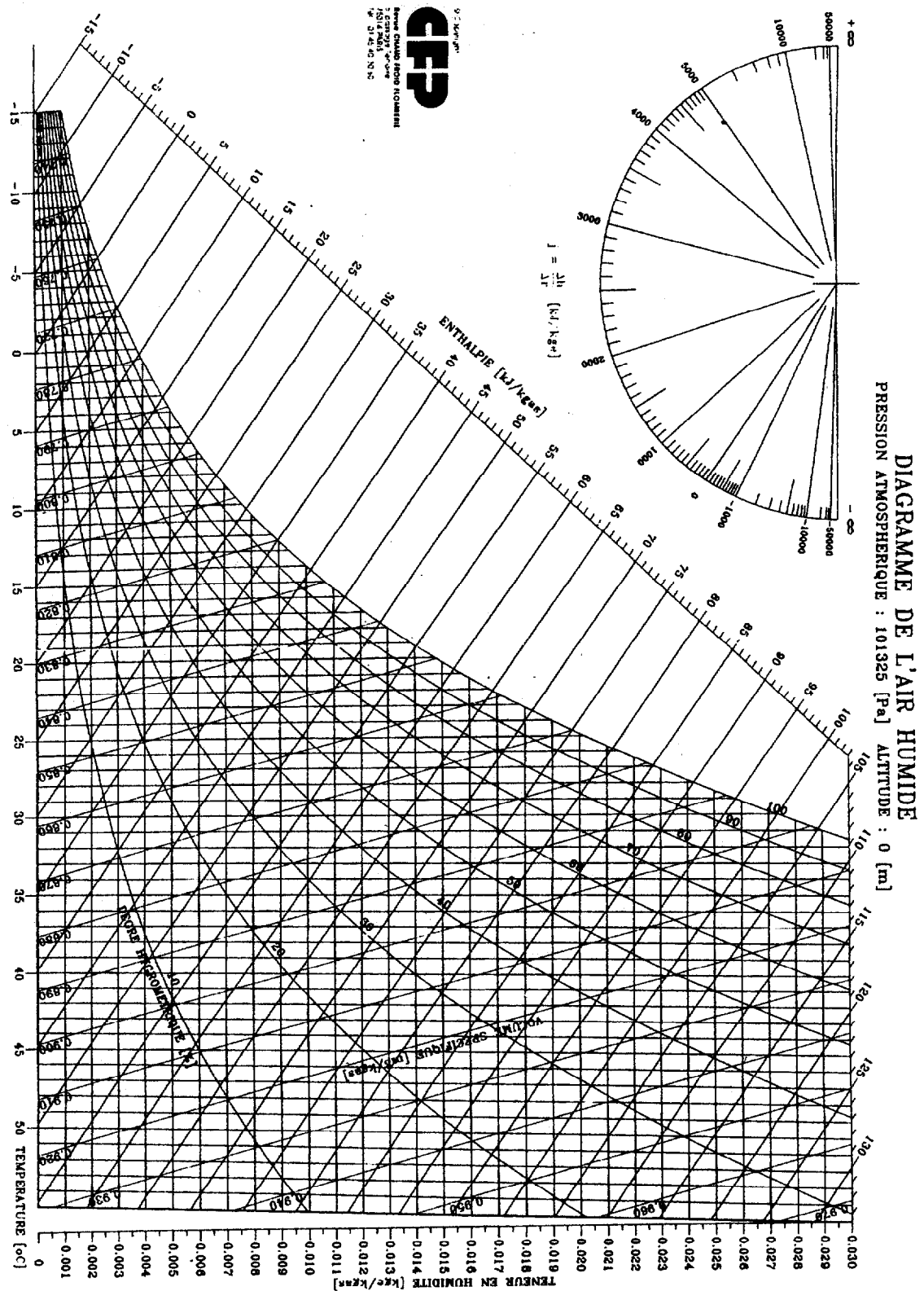
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT REPONSE 2 : diagramme de l'air humide



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.

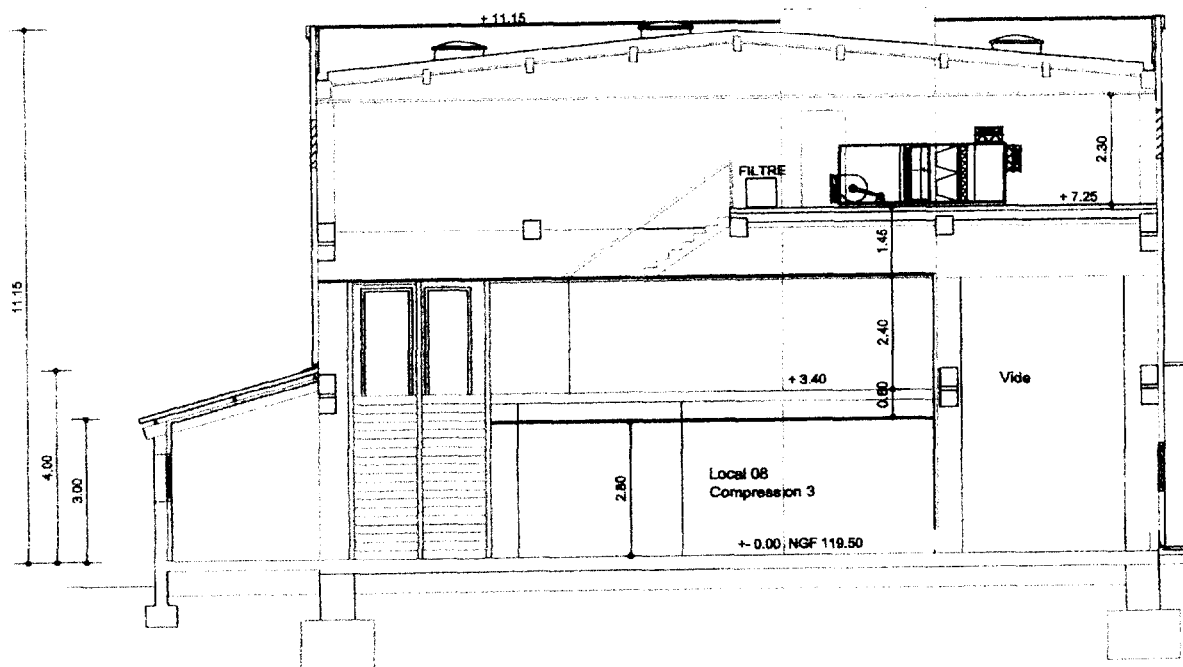


Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEFEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 24/26

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

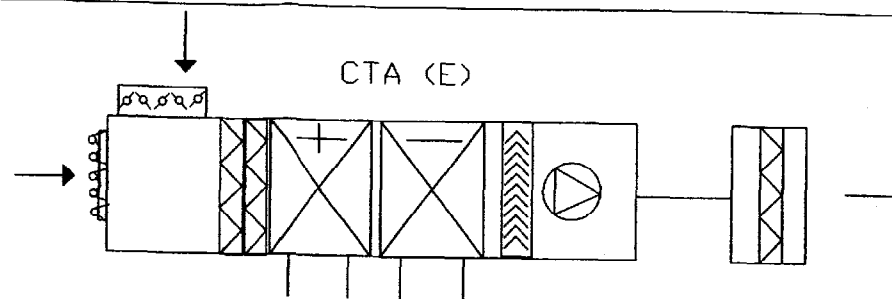
Repère de l'épreuve :

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.**DOCUMENT REPONSE 3 : coupe de principe**

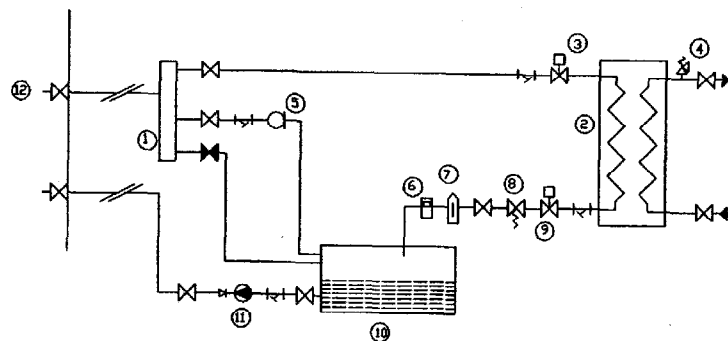
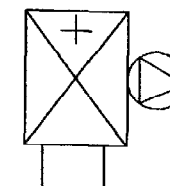
Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements	Option B : Génie Climatique	Session : 2004
FEBEISI	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Epreuve : Etude Des Installations (E3)		Page 25/26

N° :
Nom :

DOCUMENT REPONSE 4 : schéma de principe de la sous-station vapeur/eau chaude



AEROTHERME



RADIATEURS

