

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

ÉTUDE DES INSTALLATIONS – OPTION A GÉNIE SANITAIRE ET THERMIQUE

SESSION 2007

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 :

Document-réponse D1 :	page 10
Document-réponse D2 :	page 11
Document-réponse D3 :	page 12
Document-réponse D5 :	page 14
Document-réponse D6 :	page 15
Document-réponse D7 :	page 16
Document-réponse D8 :	page 17
Document-réponse D9 :	page 18
Document-réponse D10 :	page 19
Document-réponse D11 :	page 20

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 21 pages, numérotées de 1/21 à 21/21

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 1 / 21

Descriptif général

L'étude qui vous est soumise concerne les travaux relatifs aux installations de chauffage, ventilation, plomberie, sanitaire d'un foyer pour personnes handicapées situé dans le département du Maine et Loire (49).

Les travaux comprennent :

- l'installation de chauffage à eau chaude par plancher chauffant, aérothermes et radiateurs,
- le traitement d'air d'une salle polyvalente et la déshumidification de la balnéothérapie,
- la ventilation contrôlée du bâtiment,
- la production d'eau chaude sanitaire solaire et l'ensemble des réseaux sanitaires,
- les équipements hydrauliques, thermiques et de traitement d'eau de la balnéothérapie.

L'établissement est de type J, 5^{ème} catégorie.

L'épreuve est découpée en 5 parties indépendantes :

Parties	Désignation	Temps conseillé	Barème
I	Traitement d'eau	45 mn	15
II	Hydraulique de la piscine	45 mn	15
III	Eau Chaude Sanitaire Solaire	60 mn	20
IV	Chauffage	45 mn	15
V	Régulation électricité	45 mn	15

Nota : Le travail demandé (pages repérées [3/21] à [8/21]) est réparti en parties indépendantes qui peuvent être traitées dans l'ordre souhaité par le candidat.
Les documents de travail sont repérés [D1] à [D12]

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 2 / 21

TRAVAIL DEMANDÉ

1^{ère} partie : Traitement d'eau

Dans cette partie, on considère que la température de l'eau chaude sanitaire solaire peut atteindre 80°C dans les ballons de stockage. Le maître d'ouvrage vous demande de vérifier le caractère entartrant ou non de cette eau pour voir si une unité de traitement d'eau est nécessaire. Pour cela, vous disposez de l'analyse d'eau en sortie de l'usine de potabilisation (DOCUMENT D2, page 11) et de la courbe d'équilibre calco-carbonique correspondante (DOCUMENT D3 page 12).

Le volume d'eau chaude sanitaire consommé chaque jour de l'année est évalué à 1000 litres.

1.1- Analyse d'eau

Travail demandé :

- Compléter l'analyse d'eau. Vous détaillerez l'ensemble des calculs. Pour le calcul de la concentration en bicarbonates, on considère que la balance ionique de l'eau est nulle.

Document ressource : - Formulaire (DOCUMENT D12)

Document à rendre : - Analyse d'eau (DOCUMENT D2)

Exigences : - Méthodologie et justesse des résultats.

1.2- Étude du caractère entartrant de l'eau

Travail demandé :

- Placer le point correspondant à l'eau analysée sur le diagramme calco-carbonique du DOCUMENT D3, page 12. Vous considèrerez que $[\text{HCO}_3^-]=5,51$ mmol/l.
- Expliquer les termes « eau entartrante » et « eau agressive ».
- La mise en place d'un système de traitement d'eau sur l'ECS est-elle nécessaire ?
- Déterminer la quantité de tartre calcaïque (CaCO_3) journalière et annuelle susceptible de se déposer ou de se dissoudre dans les ballons de stockage ou les tuyauteries, en devenant équilibrée.

Documents ressources : - Descriptif ci-dessus.
- Analyse d'eau complétée (DOCUMENT D2).

Document à rendre : - Diagramme d'équilibre calco-carbonique (DOCUMENT D3).

Exigences : - Méthodologie et justesse du résultat.
- Tracés corrects.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 3 / 21

2^{ème} partie : Hydraulicité du bassin de balnéothérapie

L'unité de balnéothérapie du centre comprend un bassin de 6.25 x 5 m et une pataugeoire (non étudiée) tous les 2 accessibles par un pédiluve. L'installation est décrite par les schémas du DOCUMENT D4.

L'eau du bassin est réchauffée à 29°C par un échangeur raccordé sur la chaufferie en régime 90/70°C.

La présente étude doit permettre de sélectionner la pompe de circulation du bassin et d'évaluer la puissance de l'échangeur à plaques.

Le dimensionnement des installations sera réalisé suivant le décret du 7 avril 1981, article 4, où le recyclage des eaux sera établi de la façon suivante :

- durée du cycle : 1h30 pour la partie de bassin dont la profondeur est ≤ 1.50 m.
- durée du cycle : 4h00 pour la partie de bassin dont la profondeur est > 1.50 m.

Lorsque le filtre à sable est propre, la perte de charge de **l'ensemble du réseau** est égale à 1.5 bars dont 0.9 bars pour le filtre à sable.

Lorsque le filtre est encrassé, sa perte de charge augmente de 30%.

La section du filtre à sable est déterminée en considérant que le débit le traversant doit être ≤ 50 m³/h pour 1m² de surface de manière à obtenir des vitesses de passage faibles.

Le bassin de balnéothérapie sera vidé 2 fois par an pour nettoyage : en décembre ($\theta_{\text{eau de ville}} = 6^\circ\text{C}$) et en juillet ($\theta_{\text{eau de ville}} = 14^\circ\text{C}$). Dans les 2 cas, il devra être réchauffé en moins de 36h.

2.1- débit de recyclage

Travail demandé :

- Déterminer le débit minimal de recyclage pour le bassin de balnéothérapie.

Documents ressources : - Schéma de l'installation (DOCUMENT D4).
- Descriptif ci-dessus.

Exigences : - Méthodologie et justesse du résultat.

2.2- Sélection de pompe

Le débit de recyclage minimal calculé précédemment correspond au cas où le filtre à sable est encrassé.

Travail demandé :

- Calculer la perte de charge du réseau lorsque le filtre à sable est encrassé.
- Tracer la courbe du réseau avec filtre à sable encrassé sur le DOCUMENT D5, page 14.
- Sélectionner la pompe.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4 / 21

- Tracer la courbe du réseau avec filtre à sable propre sur le DOCUMENT D5, page 14.
- Déterminer le débit réel de recyclage lorsque le filtre est encrassé.
- Déterminer le débit réel de recyclage lorsque le filtre est propre.
- Calculer la puissance hydraulique de la pompe lorsque le filtre est encrassé.
- Calculer le diamètre minimal du filtre à sable.
- En déduire la vitesse maximale de passage de l'eau dans le filtre à sable.

Documents ressources : - Descriptif ci-dessus.
- Documentation pompes piscine (DOCUMENT D5).

Documents à rendre : - Documentation pompes piscine (DOCUMENT D5).

Exigences : - Méthodologie et justesse des résultats.
- Sélection et tracés corrects.

2.3- Puissance de l'échangeur

Travail demandé :

- Calculer la puissance nécessaire pour réchauffer l'eau du bassin en cas de remplissage total. Les pertes thermiques sont égales à 10% de la puissance installée.

Documents ressources : - Descriptif ci-dessus.

Exigences : - Méthodologie et justesse du résultat.

3^{ème} partie : Eau chaude sanitaire solaire

Une production d'eau chaude sanitaire sera mise en place. Elle sera composée :

- de capteurs positionnés en toiture, inclinés à 30° orientés au sud. Ils seront alimentés en eau glycolée,
- d'un ballon de stockage solaire de 500 litres avec échangeur à plaques externe,
- d'un ballon de stockage d'appoint de 500 litres avec échangeur interne. L'échangeur sera raccordé sur le réseau ECS de l'ensemble collecteur – distributeur présent en chaufferie,
- des raccords hydrauliques permettant si nécessaire à chacun des 2 ballons de stockage de fonctionner indépendamment,
- d'une boucle de recyclage,
- d'un mitigeur thermostatique limitant la température de départ d'ECS à 60°C,
- d'une vanne 3 voies montée en mélange régulant la température dans le ballon de stockage d'appoint à 70°C,
- de l'ensemble des systèmes de régulation, de réglage et de sécurité,

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 5 / 21

- du matériel permettant le traitement des eaux alimentant les différentes parties de l'installation,
- de l'ensemble des éléments permettant le remplissage et la vidange des différentes parties de l'installation.

Régulation de l'installation :

- une sonde d'éclairement met en circulation la pompe côté capteur si la luminosité est supérieure à 1000 lux pour homogénéiser la température dans les capteurs solaires et dans les canalisations,
- une régulation différentielle met en fonctionnement la pompe au secondaire de l'échangeur à plaques si la différence entre la température de sortie des capteurs et la température dans le ballon de stockage solaire est supérieure à 2 [K].
- une régulation agit sur la vanne 3 voies et met en fonctionnement la pompe alimentant l'échangeur du ballon de stockage d'appoint.

Travail demandé :

- Le choix de l'inclinaison des capteurs solaires est de 30°. Commenter ce choix pour une production d'eau chaude sanitaire.
- Compléter le schéma de principe (DOCUMENT D6, page 15) de l'installation de production d'ECS solaire conformément au descriptif ci-dessus. La partie régulation sera implantée en traits pointillés. Les vannes d'isolement normalement fermées seront noircies.

Documents ressources : - Descriptif ci-dessus.

Documents à rendre : - Schéma de principe production d'ECS solaire(DOCUMENT D6).

Exigences : - Tracé au propre, complet et clair.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 6 / 21

4^{ème} partie : Chauffage

La chaufferie est constituée de deux chaudières assurant la production d'eau chaude pour le chauffage. Cette eau est distribuée vers 3 sous-stations ou locaux techniques et vers un aérotherme.

4.1- Technologie des équipements hydrauliques

Travail demandé :

- . Donner la désignation et le rôle des équipements numérotés de 1 à 4 sur le schéma de principe (document D7, page 16).
- . Les équipements de la ligne d'alimentation en eau implantés sur le schéma de principe (Document D1, page 10) sont-ils conformes aux exigences réglementaires ? Justifier.

Documents ressources : - schéma de principe (DOCUMENT D1)

Documents à rendre : - tableau « technologie des équipements » (DOCUMENT D7).

Exigences :
. Méthodologie et justesse des résultats.
. Tracés au propre, complets et clairs.

4.2- Équilibrage hydraulique des réseaux de chauffage

Le réseau de distribution de l'eau chaude vers les 3 sous-stations ou locaux techniques et vers l'aérotherme doit être équilibré.

Travail demandé :

- . A partir du schéma de principe, analyser les besoins d'équilibrage de l'installation et ajouter les équipements de réglages.
- . Effectuer l'équilibrage hydraulique nécessaire entre les 4 réseaux secondaires de chauffage. Sélectionner les vannes de réglage et déterminer le nombre de tours de réglage.

Documents ressources :
. schéma de principe. (DOCUMENT D1, page 10)
. tableau des caractéristiques des tronçons (DOCUMENT D8, page 17)
. abaques de sélection des vannes de réglage (DOCUMENT D9, page 18)

Documents à rendre :
. schéma de principe à compléter (DOCUMENT D1)
. tableau des caractéristiques des tronçons (DOCUMENT D8)
. abaques de sélection des vannes d'équilibrage (DOCUMENT D9)

Exigences :
. Méthodologie et justesse des résultats,
- Sélection et tracés corrects.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS	Session 2007
Etude des installations – Option A	FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 7 / 21

5^{ème} partie : Régulation - Électricité

Un aérotherme assure le chauffage et la ventilation de l'atelier N°4. La régulation est assurée en fonction de la température ambiante.

Cet aérotherme est composé d'un caisson de mélange air neuf / air recyclé, d'un filtre, d'une batterie à eau chaude, d'un ventilateur de soufflage.

En phase d'occupation du local, cet aérotherme assure un mélange d'air neuf et d'air recyclé avec un minimum de 60 % d'air neuf. Si la température ambiante dépasse la consigne, le débit d'air neuf augmentera progressivement.

5-1. Raccordement hydraulique et régulation de l'aérotherme

La régulation de la batterie chaude se fera via un régulateur proportionnel agissant sur une vanne 3 voies à soupape.

Travail demandé :

- . raccorder hydrauliquement l'aérotherme sur le schéma de principe,
- . positionner sur ce schéma les équipements nécessaires à la régulation de l'aérotherme,
- . rédiger le descriptif de régulation de cet aérotherme en phase d'occupation du local,
- . tracer l'allure du graphe fonctionnel de la batterie chaude et du volet d'air en phase d'occupation du local et positionner les paramètres.

Documents ressources : . schéma de l'implantation de l'aérotherme (DOCUMENT D10, page 19)
. graphe fonctionnel (DOCUMENT D10)

Documents à rendre : . schéma de l'implantation de l'aérotherme (DOCUMENT D10)
. graphe fonctionnel (DOCUMENT D10)

Exigences : . descriptif concis
. Tracés au propre, complets et clairs.
. les valeurs des paramètres de régulation ne sont pas exigées

5-2. Raccordements électriques de l'aérotherme

On souhaite compléter le schéma électrique ci-joint en ajoutant une protection de la batterie à eau chaude face au risque de gel.

Travail demandé :

- . définir quelles doivent être les actions du thermostat anti-gel en cas de gel.
- . modifier le schéma électrique de l'aérotherme en y ajoutant le thermostat anti-gel de protection de la batterie chaude et les actions nécessaires. Il sera prévu également un voyant de signalisation du défaut anti-gel.

Documents ressources : . schéma électrique de l'aérotherme (DOCUMENT D11)

Documents à rendre : . schéma électrique de l'aérotherme (DOCUMENT D11)

Exigences : . descriptif concis des actions
. Tracés au propre, complets et clairs.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 8 / 21

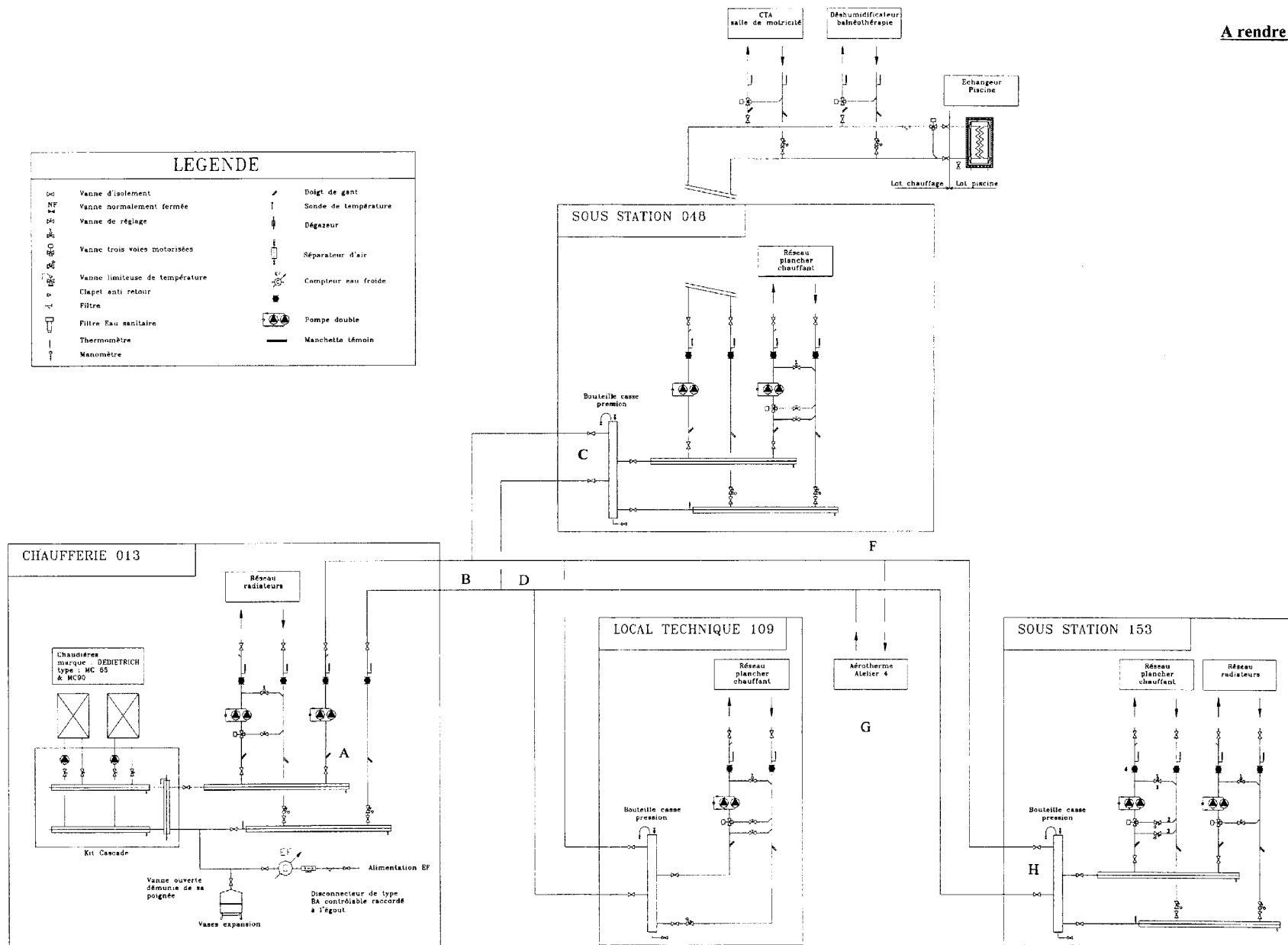
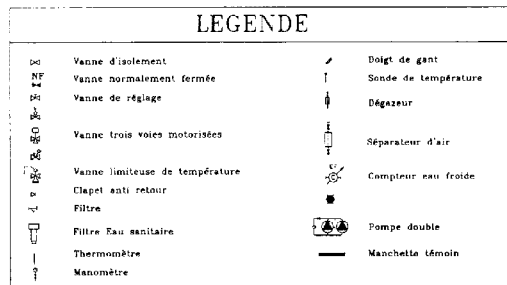
DOCUMENTS DE TRAVAIL

(Pages repérées D1 à D12)

Repère	Désignation	Observations
D1 page 10	Schéma de principe de l'installation	Document réponse À RENDRE
D2 page 11	Analyse d'eau	Document réponse À RENDRE
D3 page 12	Courbe d'équilibre calco-carbonique	Document réponse À RENDRE
D4 page 13	Schéma de principe et détails de l'installation de traitement d'eau du bassin de balnéothérapie	
D5 page 14	Document constructeur pompe piscine	Document réponse À RENDRE
D6 page 15	Schéma de principe production d'ECS solaire	Document réponse À RENDRE
D7 page 16	Technologie des équipements	Document réponse À RENDRE
D8 page 17	Tableau d'équilibrage hydraulique des réseaux secondaires	Document réponse À RENDRE
D9 page 18	Abaques de sélection des vannes de réglage	Document réponse À RENDRE
D10 page 19	Schéma d'implantation de l'aérotherme Graphe fonctionnel de régulation	Document réponse À RENDRE
D11 page 20	Schéma électrique de l'aérotherme	Document réponse À RENDRE
D12 page 21	Formulaire	

Document D1
Schéma de principe de l'installation

A rendre avec la copie



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 D2
Analyse d'eau

A rendre avec la copie

Paramètres Physico-chimiques	Unité	Valeur
Turbidité	NTU	0,1
Température	°C	14
CO ₂ libre	mmol/l	0,20
Conductivité	µS/cm	521
pH	Unités pH	7,80
TA	°f	
TAC	°f	
TH	°f	
SAF	°f	
CMT	°f	
TDS	mg/l	
Valeur de la balance ionique	%	0,00

Anions	Valence	Masse molaire g/mol	Concentrations			
			mg/l	mmol/l	méq/l	°f
Calcium (Ca ²⁺)	-	40	83			
Magnésium (Mg ²⁺)		24	21			
Sodium (Na ⁺)	1	23	14	0,61	0,61	3,04
Potassium (K ⁺)	1	39	4	0,10	0,10	0,51
Fer (Fe ²⁺)	2	55,8	0	0,00	0,00	0,00
Hydronium (H ⁺)	1	1		1,58E-05	0,00	0,00
Total anions						

Cations	Valence	Masse molaire g/mol	Concentrations			
			mg/l	mmol/l	méq/l	°f
Chlorure (Cl ⁻)	1	35,5	8	0,23	0,23	1,13
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	2	96	24	0,25	0,50	2,50
Nitrate (NO ₃ ⁻)	1	62	22	0,35	0,35	1,77
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)		61				
Carbonate (CO ₃ ²⁻)	2	60	0	0,00	0,00	0,00
Fluorures (F ⁻)	1	19	0,5	0,03	0,03	0,13
Hydroxyle (OH ⁻)				2,63E-04	0,00	0,00
Total Cations						

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Etude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 11 / 21

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

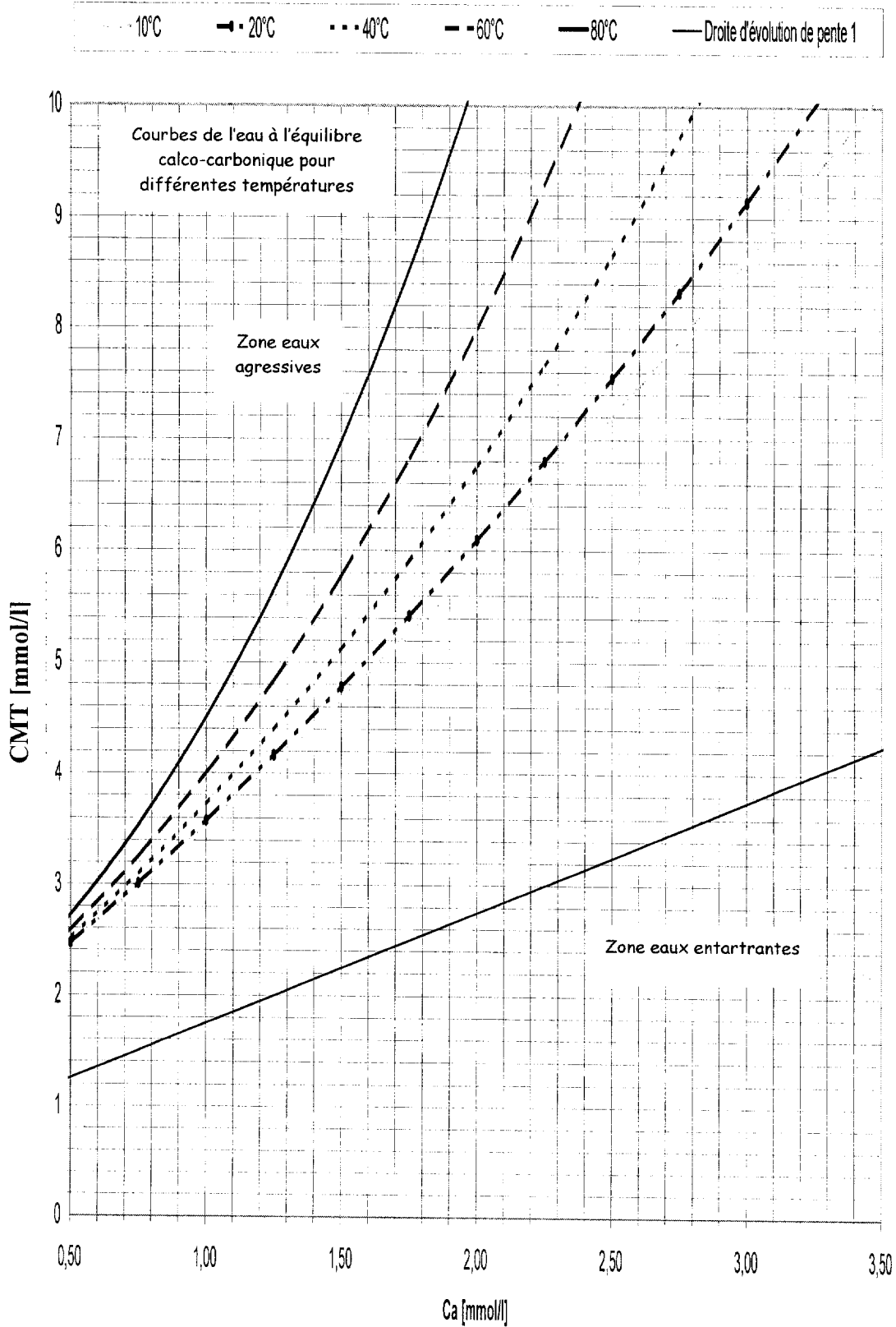
Repère de l'épreuve : _____

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

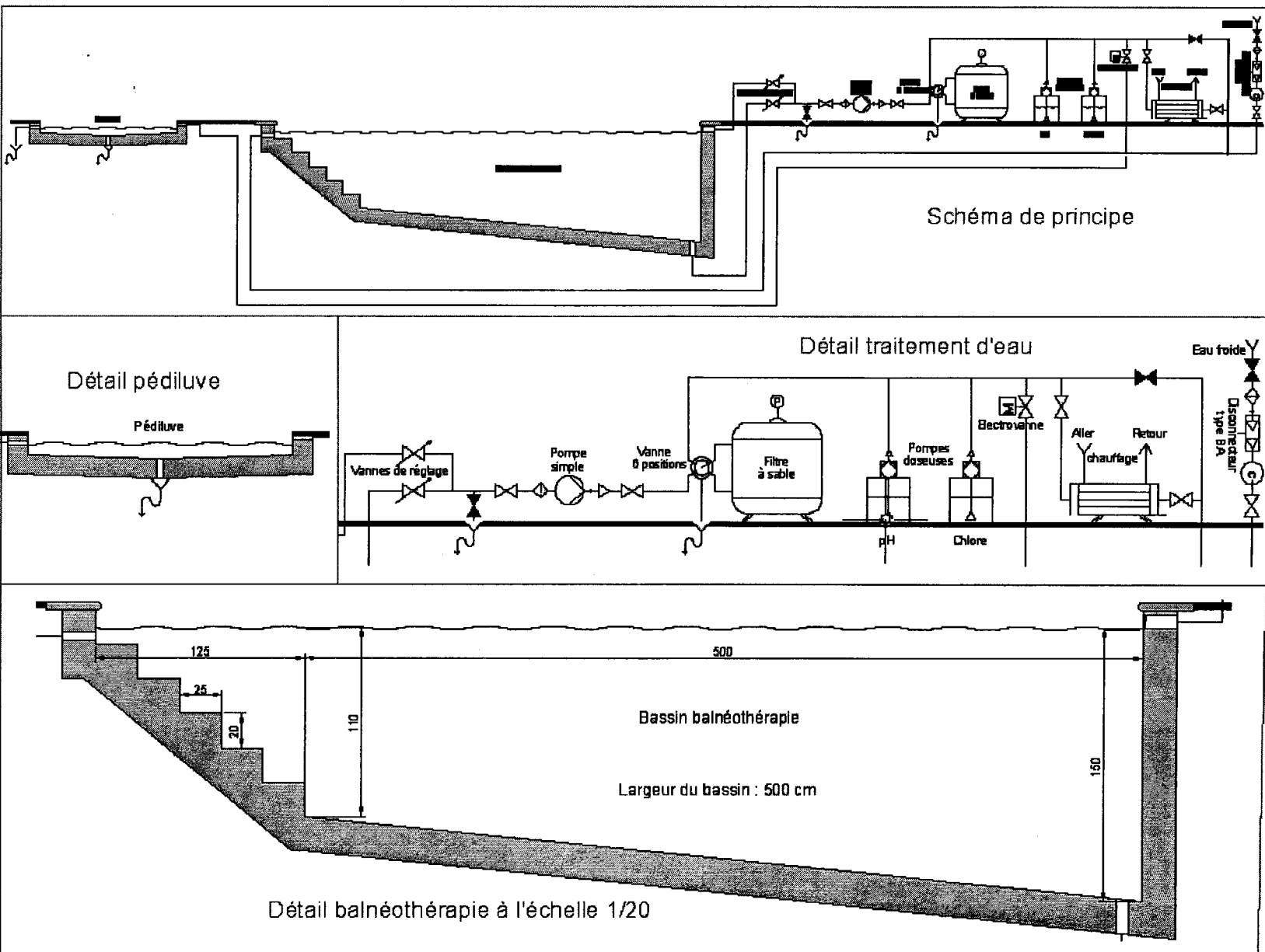
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Document D3
Courbe d'équilibre calco-carbonique

A rendre avec la copie



BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS	Session 2007
Etude des installations – Option A	FEAEISI
Coefficient : 4	Page : 12 / 21
	Durée : 4 heures



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 D5
Document constructeur pompe piscine

A rendre avec la copie

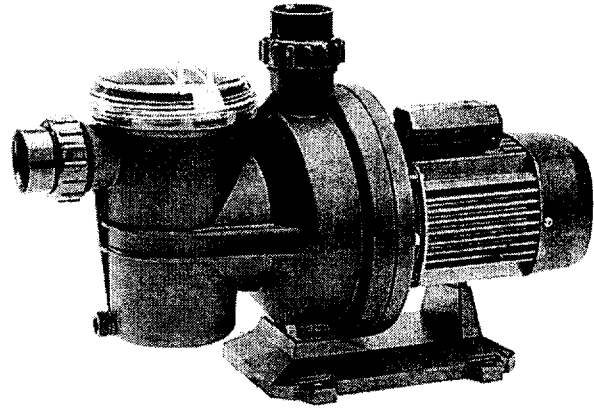
Pompe 3 CV maxi FILDEAU 2,2 kW Tri

Présentation :

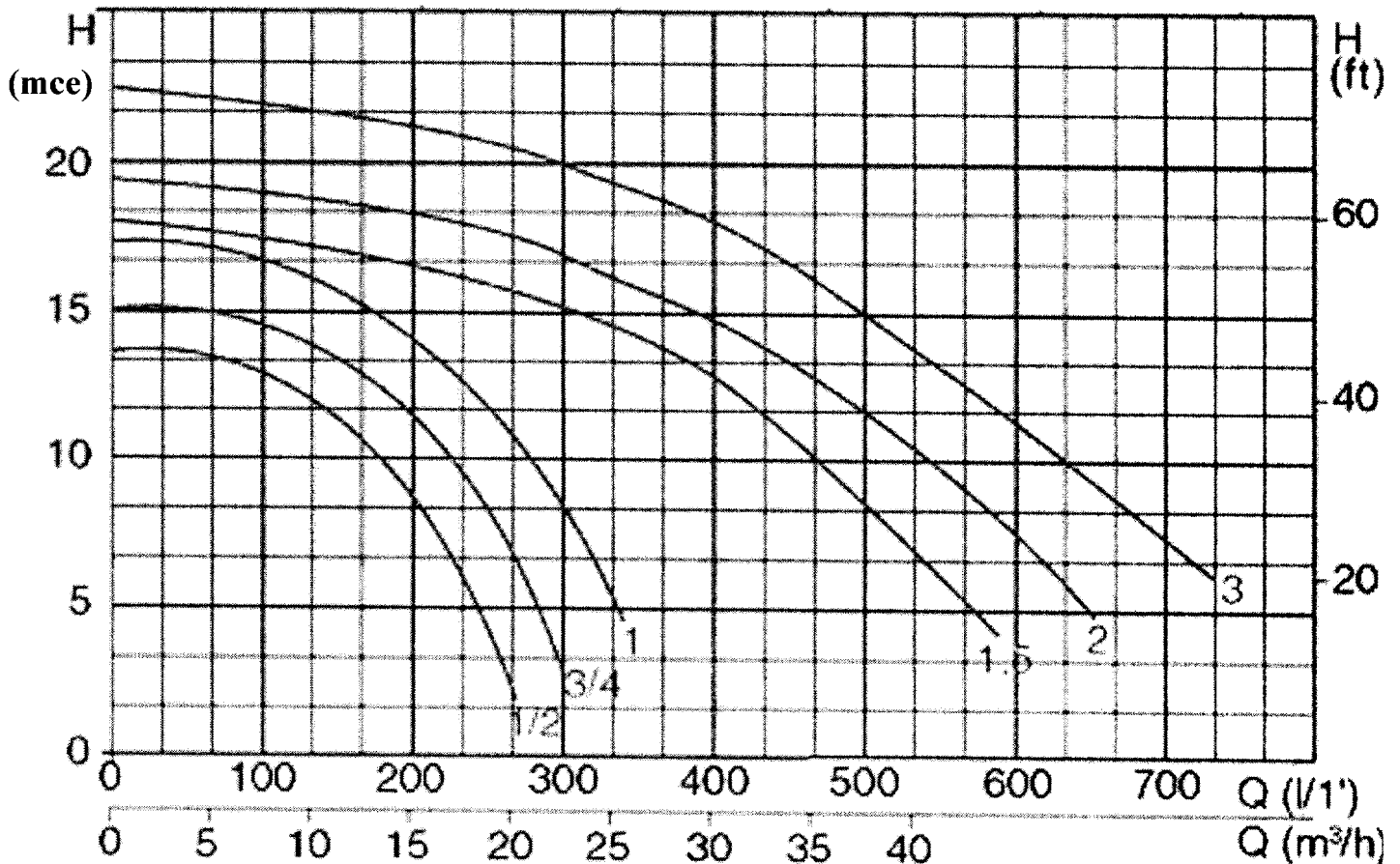
- Fonctionnement silencieux et eau de mer.

Caractéristiques :

- Corps de pompe et socle plastique.
- Préfiltre avec couvercle transparent en polycarbonate.
- Axe moteur : Inox AISI 420.
- Puissance maximale : 2,2 kW.
- Débit nominal : 29 m³/h.
- Alimentation courant : Triphasé.
- 6 modèles : 1/2 CV, 3/4 CV, 1 CV, 1.5 CV, 2 CV et 3CV.



Courbes de pompes :



Document D6
Schéma de principe production d'ECS solaire

A rendre avec la copie

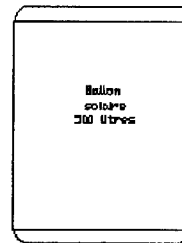


Capteur solaire

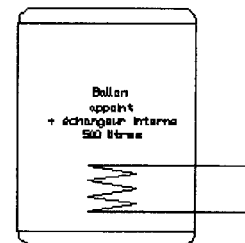


Echangeur à plaques solaire

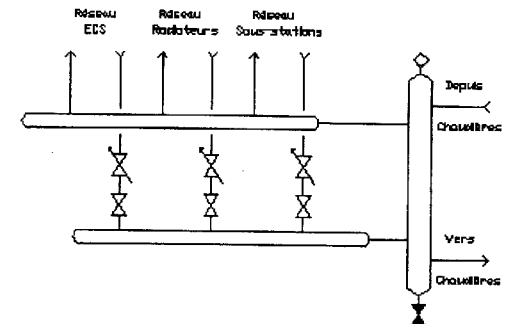
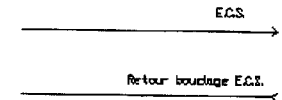
Eau ville →



Ballon solaire
200 litres



Ballon appoint
+ échangeur interne
50 litres

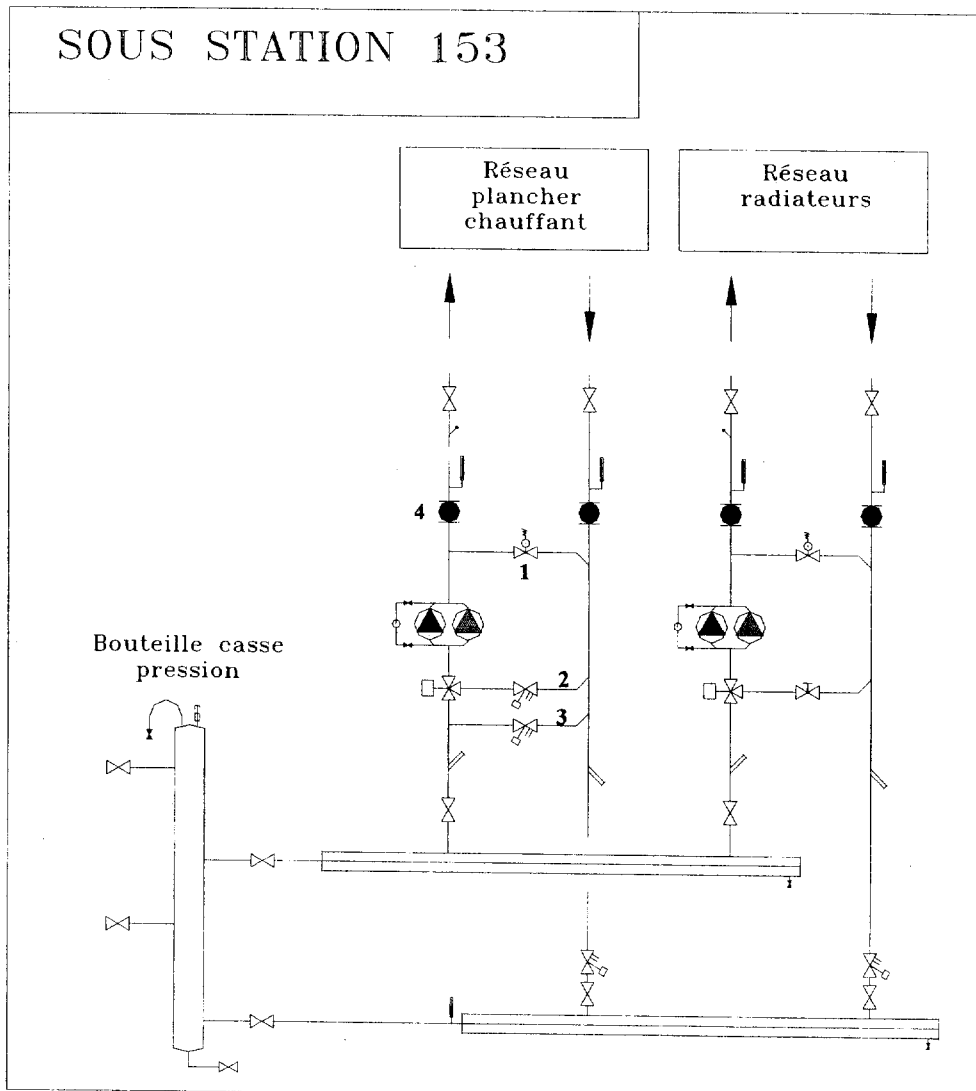


BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Étude des installations - Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 15 / 21

Document D 7
Technologie des équipements

A rendre avec la copie

N°	Désignation	Rôle
1		
2		
3		
4		



Session 2007
FEAEISI
Page : 16 / 21
BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS
Étude des installations -- Option A
Durée : 4 heures
Coefficient : 4

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 D8**Tableau d'équilibrage hydraulique des réseaux secondaires****A rendre avec la copie**

tronçon	qv	K	ΔP	Vannes d'équilibrage		
	$m^3 \cdot s^{-1}$	$bar \cdot m^{-6} \cdot h^2$	bar	diamètre	ΔP	Réglage
AB	0,0019	0,0036				
BC	0,0008	0,0440				
BD	0,0010	0,0090				
DE	0,0004	0,0360				
DF	0,0007	0,0428				
FG	0,0003	0,1035				
FH	0,0004	0,0240				

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Étude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 17 / 21

Document D9
Abaques de sélection des vannes d'équilibrage hydraulique des réseaux secondaires

A rendre avec la copie

Diagram

This graph shows the pressure drop over the pressure test point of the valve.
A straight line connecting the bars for flow rate, Kv and pressure drop shows the relationship between these variables.
The position for each valve size is arrived at by drawing a horizontal line from the Kv value obtained.

Diagramm

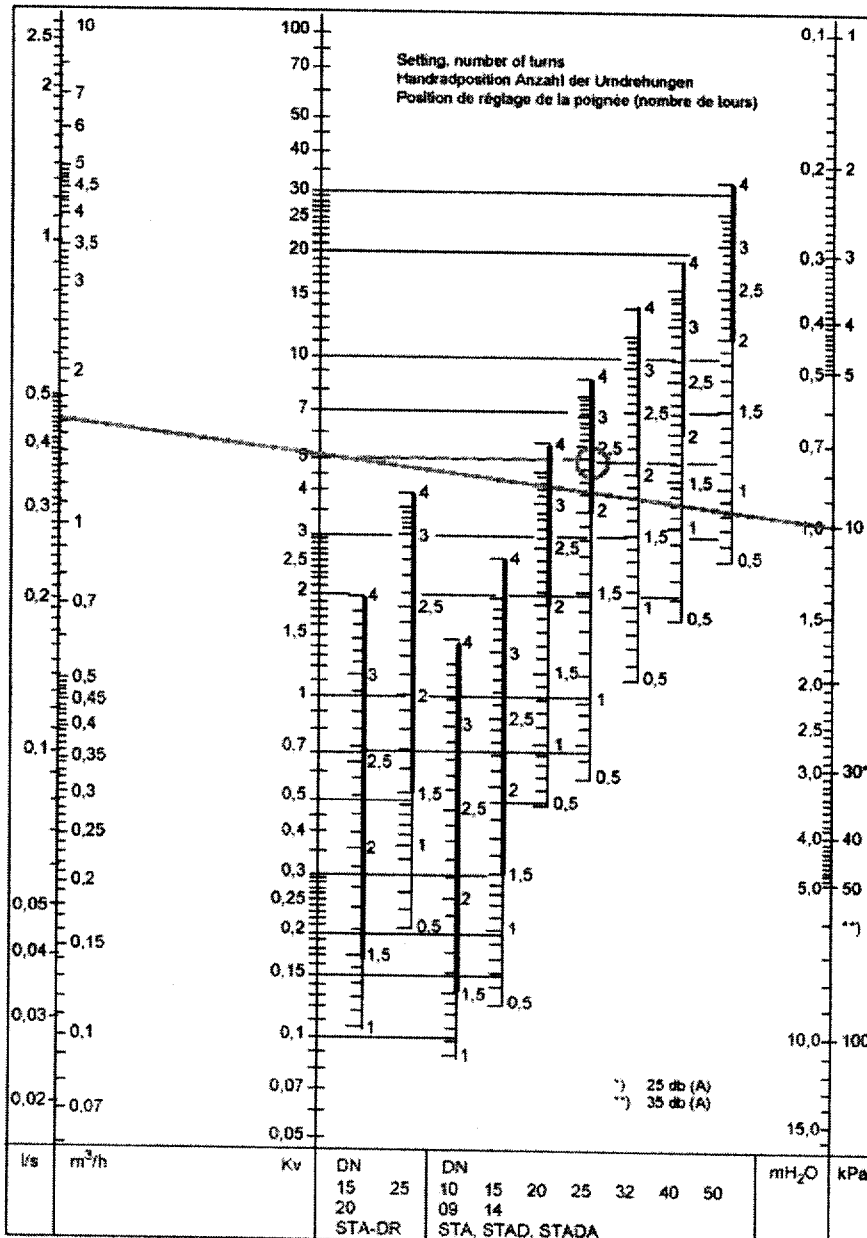
Dieses Diagramm zeigt den Druckverlust über dem Ventil.
Eine gerade Linie, welche die Skalen für Durchfluß - Kv - Druckabfall verbindet, dient als Zusammenhang zwischen den verschiedenen Werten.
Die Einstellposition für jede Ventilgröße erhält man durch Ziehen einer waagrechten Linie ausgehend vom errechneten Kv-Wert.

Abaque

Une ligne droite relie les échelles de débits, Kv et pertes de charge. Elle permet d'obtenir la correspondance entre les différentes données.
Détermination de la position de réglage en fonction d'un débit et d'une perte de charge donnée.
Pour avoir la position correspondant aux différentes dimensions de vannes, tracer une ligne horizontale au départ du Kv obtenu.



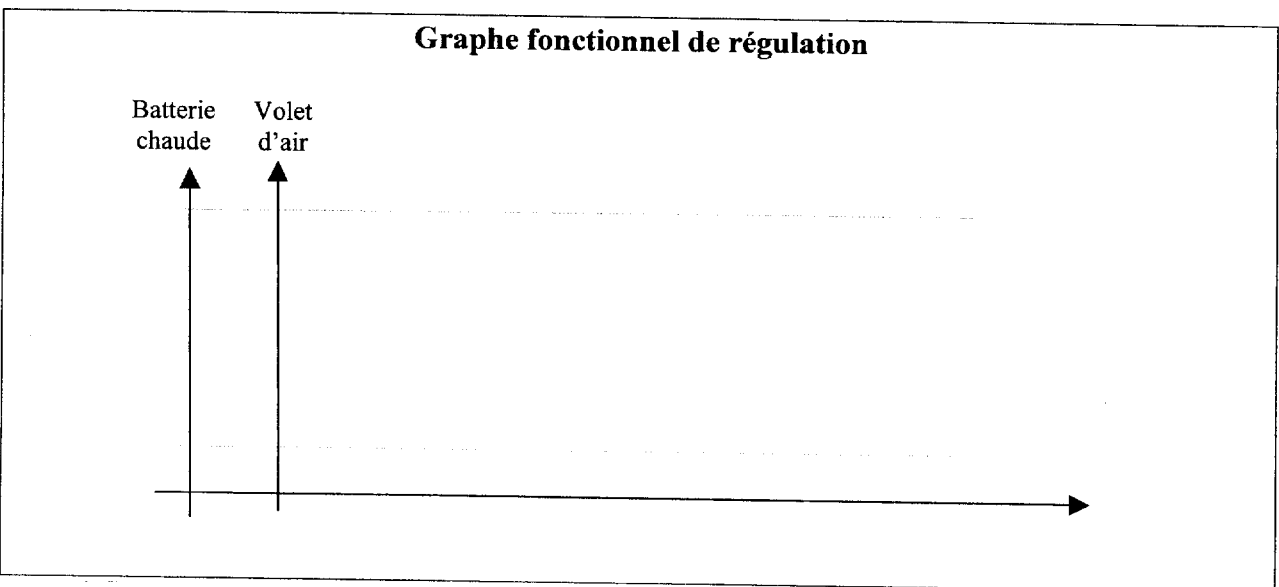
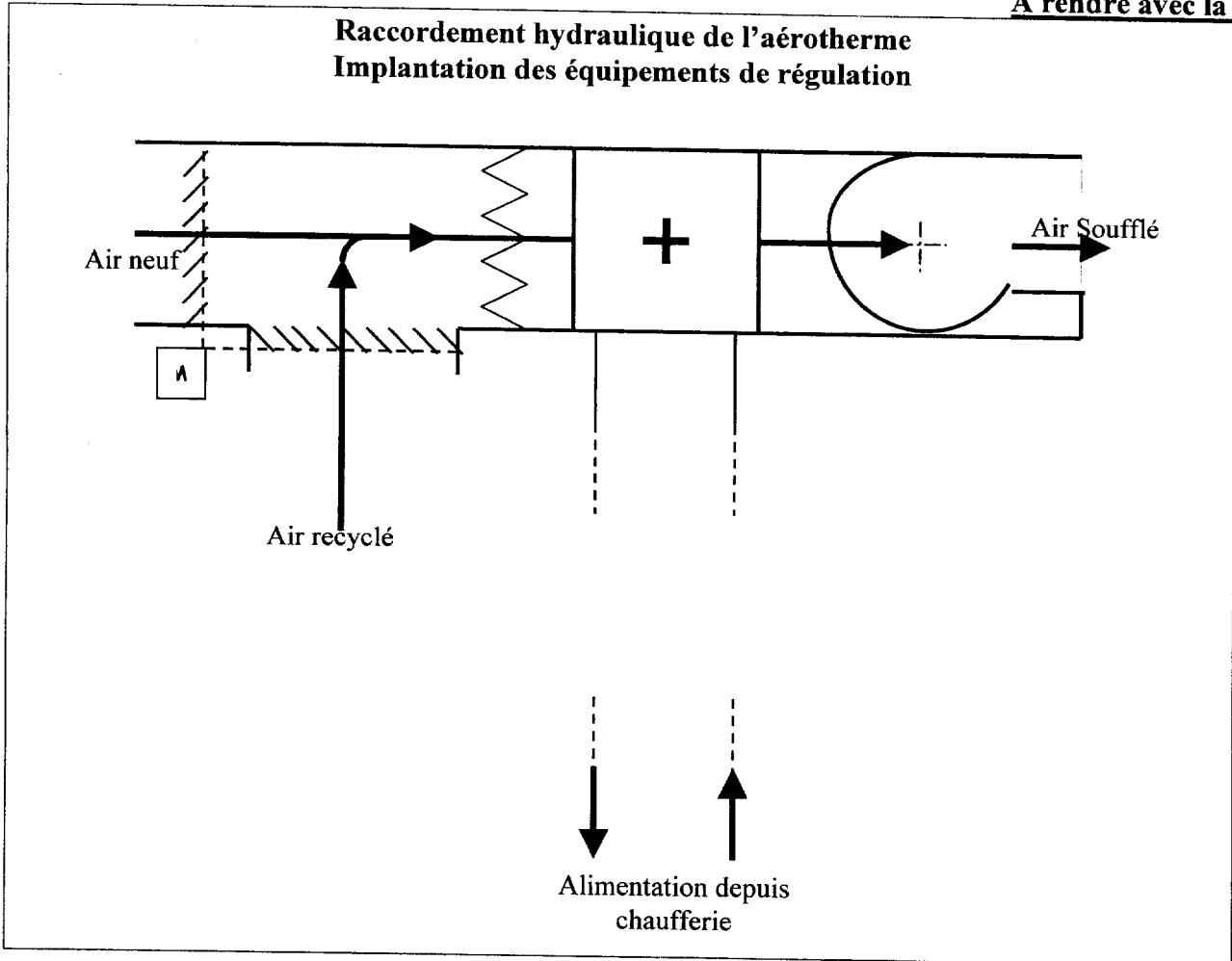
Menu



Session 2007	BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS	Durée : 4 heures
FEAEISI		
Page : 18 / 21	Étude des installations – Option A	Coefficient : 4

Document D10
Schéma d'implantation de l'aérotherme

A rendre avec la copie



Document D12
Formulaire

Traitement d'eau :

☞ Titre Hydrotimétrique (TH) :
$$[\text{TH}] = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

☞ Titre Alcalimétrique (TA) :
$$[\text{TA}] = [\text{OH}^-] + \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{2}$$

☞ Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :
$$[\text{TAC}] = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

☞ Titre en Sels d'Acides Forts (SAF) :
$$[\text{SAF}] = [\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$$

☞ Carbone Minéral Total :
$$\text{CMT} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{CO}_2 \text{ libre}]$$

☞ Total Sels Dissous (TSD)
$$\text{TSD} = \sum_{\text{anions}} + \sum_{\text{anions}}$$

☞ Balance ionique :
$$\text{Balance ionique} = \frac{[\text{Cations}] - [\text{Anions}]}{[\text{Cations}] + [\text{Anions}]} \times 100$$

Équilibrage des réseaux hydrauliques :

Perte de charge $\Delta P = K \cdot qv^2$

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2007
Étude des installations – Option A		FEAEISI
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 21 / 21