

# Partie A

# document réponse A (À rendre avec la copie)

## Questionnaire à Choix Multiples Domaine : qualité d'eau

Cocher la ou les cases à gauche des réponses qui vous semblent être justes.

Remarque :

- à chaque question correspondent une ou plusieurs réponses correctes,
- la totalité des points ne peut être attribuée à chaque question que si toutes les réponses correctes ont été cochées,
- les 40 questions sont bien sûr indépendantes.

01	Une eau de TH=40°F est une eau...
	douce.
	très douce.
	dure.

02	La solubilité à 20°C du chlorure de sodium est de l'ordre de :
	160 g de sel par litre d'eau.
	260 g de sel par litre d'eau.
	360 g de sel par litre d'eau.
	460 g de sel par litre d'eau.

03	Une eau de piscine doit avant son entrée dans le bassin être :
	désinfectée.
	désinfectante.
	stérile.

04	Pour une classe d'eau donnée (concentrations en magnésium, sodium, potassium, SAF déterminés) le TAC de l'eau est lié à la concentration en calcium :
	Faux : ce sont des paramètres indépendants.
	Faux : c'est le TH qui est lié au TAC
	Faux : c'est le TH qui est lié au TAC par : $TH=TAC$
	Vrai : $TAC=2.(Ca)$

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 2 / 32

05	Les concentrations mesurées dans une eau destinée à la consommation humaine (EDCH) sont : Ca : 2,1 HCO <sub>3</sub> : 2,4 Mg : 0,65 SO <sub>4</sub> : 0,25 Na : 0,25 NO <sub>3</sub> : 0,25 K : 0,1 Cl : 0,2 Ce bulletin vous a été envoyé par fax et les unités sont illisibles. Quelle est l'unité possible ?
	mg/L
	meq/L
	ppm(CaCO <sub>3</sub> )
	°F

06	Entre l'entrée et la sortie d'un adoucisseur :
	le pH augmente.
	le pH diminue.
	le TAC ne varie pas.
	le TH diminue.

07	L'eau de Javel est :
	un réactif basique.
	un réactif acide.
	un produit très corrosif.
	un produit dont la durée de vie est limitée.
	une solution d'hypochlorite de sodium.

08	Un exploitant peut être confronté à Legionella Pneumophila en :
	détartrant des réservoirs d'ECS.
	détartrant des chaudières à ECBT.
	nettoyant une tour de refroidissement.

09	<i>Legionella Pneumophila</i>
	est une bactérie.
	est un virus.
	se multiplie optimalement à une température de l'ordre de 27°C.
	se multiplie optimalement à une température de l'ordre de 37°C.
	se multiplie optimalement à une température de l'ordre de 47°C.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAESI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 3 / 32

10	On peut contracter une légionnellose en...
	buvant de l'eau adoucie.
	utilisant de l'eau d'un circuit d'ECS.
	buvant de l'eau osmosée.
	se baignant dans un "spa" ou un bain à remous.
	avalant de l'eau de piscine.
	prenant une douche.
	passant à côté d'un aérateur humide.
	étant à plusieurs dizaines de mètres d'une tour de refroidissement.

11	Combien de prises d'échantillon doit-on repérer dans un poste d'adoucissement d'eau pour chaudière vapeur ?
	1 en sortie.
	1 en entrée – 1 en sortie.
	1 en entrée – 1 en sortie immédiate de l'adoucisseur – 1 après cépage.
	1 en entrée – 1 en sortie immédiate de l'adoucisseur – 1 après cépage – 1 sur le circuit des éluats.

12	Un adoucisseur fonctionne en donnant du chlorure de sodium à l'eau adoucie.
	Vrai : c'est pour cela qu'il y a un bac à sel.
	Faux : il ne fournit que du sodium en échange du calcium.
	Faux : il ne fournit que du sodium en échange du magnésium.
	Vrai : la preuve en est que la concentration en sodium augmente entre l'entrée et la sortie de l'adoucisseur.

13	Une concentration en calcium (masse molaire 40 g/mol) de 2 meq.L-1 correspond à une concentration de :
	10 °F.
	40 mg/L
	1 mmol/L
	50 ppmCaCO3

14	Des éléments de la lutte contre la corrosion peuvent être entre autres :
	La filtration
	Le comptage des apports d'eau en circuits fermés.
	Des vitesses inférieures à 0,1 m.s-1.
	Des chasses régulières en point bas des réseaux.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 4 / 32

15	Le DTU 60.1 interdit la pose de tube d'acier en amont de tube cuivre pour les réseaux d'EdCH.
	Faux : on peut mettre de l'acier noir en amont du cuivre.
	Vrai si il s'agit d'acier noir.
	Faux : c'est l'inverse qui est interdit.
	Vrai si il s'agit d'acier galvanisé.

16	Un compteur de constante 5 L :
	délivre 5 impulsions par litre d'eau traitée.
	délivre 1 impulsion pour 5 L d'eau traitée.
	crée une perte de charge de 0,1 bar pour un débit de 5 L/s.
	crée une perte de charge de 1 bar pour un débit de 5 L/s.

17	La mise en place de purges des gaz est nécessaire...
	car elle évite des bruits de 'glougloutement' dans les circuits de chauffage.
	car elle permet d'éviter des corrosions aéro-différentielles.
	en chaque point haut d'une installation.
	et toujours associée à des bouteilles de purge de diamètre supérieur à 3xD.

18	La régénération d'un adoucisseur peut être :
	volumétrique.
	effectuée en fonction du TH en sortie de l'adoucisseur.
	mécanique.
	chronométrique.
	asymétrique.

19	Le TA est généralement nul...
	pour une eau de chaudière vapeur.
	pour les eaux de consommation humaine non traitée aux phosphates et/ou silicates.
	pour une eau de réseau d'eau glacée.
	pour les eaux naturelles de pH inférieur à 8,3 – 8,5.

20	Le TA et le TAC peuvent être tels que :
	TA différent de TAC
	TA = TAC
	TA > TAC
	TA < TAC

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 5 / 32

21	Une eau à TH=25°F contient :
	2,5 meq.L-1 en calcium
	2,5 meq.L-1 en magnésium
	250 ppm(CaCO3) de magnésium et de sodium
	5 meq.L-1 de magnésium et de calcium

22	Une vanne de cépage peut être réglée...
	par une méthode d'essais - erreurs.
	scientifiquement par ajustement du Kv.
	scientifiquement par ajustement du niveau de régénération.

23	La résistivité de l'eau permet de connaître :
	la quantité approximative de sels dissous.
	la conductivité.
	la concentration en oxygène dissous.
	la balance ionique.

24	Une infection nosocomiale est une infection...
	Contractée en milieu hospitalier.
	Due à une bactérie qui envahit l'appareil respiratoire (noso).
	Qui a un caractère bénin.
	Qui peut être mortelle.

25	Le Pouvoir d'Echange Global ou la Capacité d'Echange Globale d'un adoucisseur est :
	fonction du niveau de régénération.
	fonction du niveau de saumure dans le bac à sel.
	fonction du volume de résine.
	fonction du débit de l'adoucisseur.

26	La capacité d'échange d'une résine cations forts en cycle sodium est de l'ordre de :
	6 équivalents par litre de résine.
	1,2 équivalents par litre de résine.
	6 °F.m3 par litre de résine.
	6 °F par m3 d'eau et par litre de résine.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 6 / 32

27	Le niveau de régénération est :
	le niveau de saumure dans le bac à sel.
	le niveau de sel dans le bac à sel.
	le niveau de réglage du flotteur du bac à sel.
	la quantité de sel injecté pendant la régénération.

28	Pourquoi fait-on dépasser le sel en pastilles du niveau de liquide dans le bac à sel ?
	Pour avoir une réserve de sel suffisante.
	Pour avoir la préparation de la même quantité de saumure à chaque régénération.
	Pour éviter que la saumure ne soit en contact avec l'air.

29	La 'cote de réglage du régulateur de saumure' se règle en fonction :
	de l'indice des vides du sel en pastilles.
	du diamètre du bac à sel.
	de la hauteur du bac à sel.
	du PEG ou CEG désiré

30	On désire diminuer le temps de rinçage d'un adoucisseur :
	cela permet des économies d'eau.
	cela n'a aucune conséquence.
	cela permet d'améliorer la capacité d'échange de l'adoucisseur.
	cela est dangereux pour les consommateurs et les installations.

31	Lors de l'échange d'ions dans un adoucissement sur résines en cycle sodium on a un échange de :
	1°F de calcium pour 2°F de sodium.
	1°F de calcium pour 1°F de sodium.
	1 mg de calcium pour 2 mg de sodium.
	40 mg de calcium pour 23 mg de sodium.

32	Conformément au DTU 60.1 additif 4 l'eau sanitaire véhiculée par un réseau en acier galvanisé doit être traitée contre la corrosion si :
	1 paramètre physico-chimique n'est pas respecté.
	50% des paramètres physico-chimiques sont dépassés.
	tous les paramètres physico-chimiques sont dépassés.
	7 paramètres physico-chimiques sur 8 ne sont pas respectés

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAESI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 7 / 32

33	Dans un poste d'injection, quels sont les paramètres à prendre en compte pour déterminer le volume du réservoir de réactif ?
	Le débit d'eau à traiter.
	La dilution (ou la concentration) de la solution injectée.
	L'autonomie désirée et la date de péremption du produit.
	La constante du compteur.

34	La concentration d'une solution en produit actif est 100 g/L.. On mélange 10 L de cette solution avec 90 L d'eau. Quelle sera la concentration de la solution obtenue en g/L si l'on admet pouvoir sommer les volumes ?
	1 g/L
	10 g/L
	100 mg/L
	10 mg/L

35	Une installation a un débit de 3 m <sup>3</sup> /h. On y place un compteur de constante 5 L. Déterminer la cadence minimale d'injection en coups par minute que la pompe doseuse associée doit avoir ...
	100 cps/min.
	50 cps/min.
	10 cps/min.
	5 cps/min.

36	On doit réaliser l'appoint sur un bac à réactif de 100 L de volume utile. Lors de l'intervention il reste 15 L dans le bac. Quel est le nombre de bidons de 20 kg que l'on doit ajouter si la masse volumique du produit est de 1,2 kg/L.
	3 bidons.
	4 bidons.
	5 bidons.
	4 bidons et on complète avec de l'eau brute jusqu'à 100 L.

37	On a pu lire : Une injection de produit biocide doit si possible être réalisée de façon 'coup de poing'.
	Cela permet de réaliser des économies de produit.
	Cela permet de limiter l'accoutumance des souches biologiques.
	Cela permet de se dispenser de la mise en place d'un équipement de dosage.
	Cela implique de réaliser le traitement hors période d'utilisation des réseaux.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 8 / 32

38	Un dosage dans une eau doit être de 20 ppm. La solution injectée de densité égale à 1 contient 100 g/L de produit actif non dilué. Le débit de l'installation est de 0,05 m <sup>3</sup> /s. Quel est le débit de la pompe doseuse ?
	20 mL/s
	10 mL/s
	5 mL/s
	36 L/h

39	Une solution à 20 g/L a une durée de conservation de 8 jours. La consommation moyenne hebdomadaire d'eau à traiter est de 20 m <sup>3</sup> . La concentration du réactif dans l'eau à traiter est de 50 ppm. Quel volume de solution doit-on préparer au maximum.
	le volume utile du bac à réactif (100 L).
	50 L
	25 L
	2,5 L

40	Un relevé de consommation donne : réactif : 85 L en 15 jours ; eau : 21 m <sup>3</sup> Le réactif avait été préparé avec 50 L de solution mère et 50 L d'eau. La solution mère à une concentration de 1 g/L. Quel est le dosage moyen dans l'eau traitée :
	20 ppm
	40 ppm
	2 ppm
	4 mg/L

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 9 / 32

# Partie B

**Domaine : eau chaude sanitaire.**

Remarque :

- les questions 1 à 5 sont indépendantes,
- travail sur copie pour les questions 1, 2, 3 et 5,
- le document réponse B sera remis en fin d'épreuve et inséré dans la copie correspondant à la partie B.

Un hôtel 4\* de 120 chambres sur 3 niveaux et sans laverie intégrée va se construire en région parisienne. Chaque chambre est équipée d'une baignoire, d'un lavabo et d'un WC à réservoir de chasse.

Il s'agit essentiellement dans cette étude de prévoir le système centralisé de production d'eau chaude sanitaire traitée.

Le C.C.T.P. indique :

- arrivée eau de ville par adduction urbaine (pression mini 4,5 bar),
- réseaux d'alimentation en eau :
  - o réseaux collectifs d'alimentation en TAG (acier galvanisé),
  - o parties privatives du réseau d'alimentation en cuivre,
  - o aucun système de surpression,
  - o circuit EFS (eau froide sanitaire) desservant les chambres et les servitudes,
  - o un poste de traitement d'eau (adoucissement et conditionnement anti-corrosion) situé en amont de la production d'eau chaude sanitaire,
  - o température eau froide de 6 à 15 [°C] selon la saison
- le système de production d'eau chaude sanitaire à mettre en place est un système semi-instantané,
  - o un coefficient de sécurité d'environ 2 sera adopté pour le volume tampon, ce qui se traduira pour cette installation par le choix de 2 ballons identiques,
  - o les 2 ballons tampons seront montés en série en fonctionnement normal mais avec la possibilité d'en court-circuiter un pour raison de maintenance ou de diminution saisonnière des besoins,
  - o la température de production est de 60 [°C],
  - o la température de distribution ECS est supérieure à 50 [°C],
  - o un bouclage est à prévoir,
  - o il sera prévu la possibilité de procéder à des chocs thermiques dans le cadre de la lutte anti-legionella,
- chauffage mixte centralisé ECBT (eau chaude basse température),
  - o de puissance > 70 [kW],
  - o de régime nominal 90/70 [°C],
  - o avec un vase d'expansion fermé classique.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 10 / 32

# Etude

## 1 - traiter ou ne pas traiter ... l'eau (travail sur copie )

Le maître d'ouvrage veut s'informer sur l'opportunité de la mise en place d'un traitement d'eau préventif pour l'installation d'alimentation en eau de l'ouvrage. Lister entre 5 et 10 renseignements à obtenir au préalable avant de pouvoir lui apporter un début de réponse.

## 2 - alimentation en eau (travail sur copie )

Elaborer le schéma de principe 1 et sa légende correspondant à la partie « prise en charge » (nommée aussi « poste de livraison ») du réseau d'alimentation en eau.

Construire un tableau tel que ci-dessous et le renseigner pour les différentes utilisations de l'eau dans cet hôtel :

ensemble-protection proposé	position de l' ensemble-protection proposé (ex : à l'amont de XXX, à l'entrée de YYY, à l'extrémité de ...)
ex : BA	à l'origine du circuit arrosage automatique

Remarque : un ensemble-protection anti-pollution est un organe, un ensemble d'organes ou un procédé permettant d'éviter les retours d'eau.

## 3.- performances du système de production d'eau chaude sanitaire et choix de l'équipement (travail sur copie )

Le C.C.T.P. précise techniquement le système de production d'ECS de l'hôtel.

Sélectionner le matériel adéquat (échangeur) et déterminer les caractéristiques utiles au choix des autres équipements principaux (tampon(s), pompe de charge) à l'aide de la documentation constructeur afin de répondre au mieux aux besoins du client. (annexe B)

Calculer le système avec la méthode AICVF, (annexe B), tracer le graphe  $P = f(V_s)$  avec P en [kW] et  $V_s$  en [ $m^3$ ] et positionner la zone [P puissance,  $V_s$  volume de stockage] répondant au cahier des charges.

Comparer en argumentant les choix possibles selon les deux méthodes et conclure.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 11 / 32

#### 4 - adaptation du schéma de principe (travail sur document réponse B)

Le schéma de principe du système de production fourni en annexe B correspond à une production instantanée.

Le montage des ballons est décrit annexe B « montage d'un ballon ».

Elaborer le schéma de principe 2 répondant au cahier des charges en complétant le document réponse B en respectant les indications ci après.

Ne pas représenter le poste de traitement d'eau

Ne pas oublier d'indiquer la position des vannes (O,F).

Respecter la numérotation donnée dans le schéma fourni et la compléter si besoin.

Dresser une nomenclature basée sur la numérotation.

Repérer par un surlignage adapté les organes de sécurité d'une part et les organes dédiés essentiellement à la maintenance d'autre part.

Indiquer très précisément le sens de circulation de l'eau dans le cas de fonctionnement suivant : débit usager > débit de la pompe de charge.

#### 5 – procédure de choc thermique (travail sur copie )

Lister les opérations à mettre en œuvre sous forme de diagramme logique (organigramme, SADT, ...) ou de check-list appropriée.

Remarque : les opérations concernées peuvent être du domaine technique, du domaine de la prévention ou de la communication, ...

Une modification géométrique momentanée de l'installation est à prévoir. Laquelle et pourquoi ?

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 12 / 32

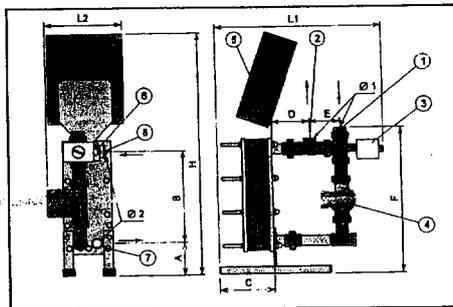
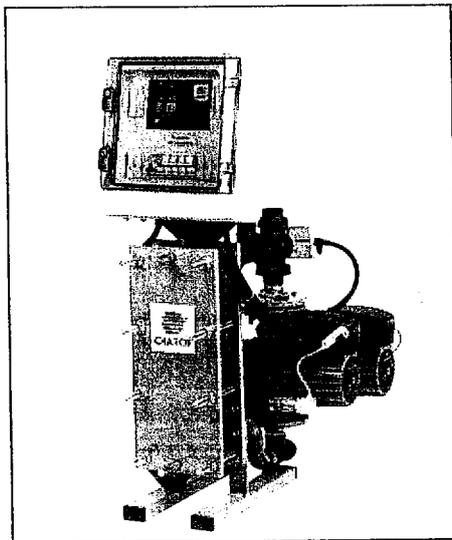
# MODULE P.X. PROGRAMMATION ANTI-LÉGIONELLOSE



## DESCRIPTIF STANDARD

Pour lutter efficacement contre la prolifération des bactéries de légionelle dans les installations de production d'E.C.S., il est nécessaire de disposer d'appareils bien étudiés. Ceux-ci doivent :

- Maintenir la température de l'eau de distribution E.C.S. à 55 °C.
- Assurer une surchauffe hebdomadaire supérieure à 70° avec circulation dans toute l'installation notamment dans la zone refroidie en bas des ballons où s'accumulent les dépôts.
- Etre équipés pour faciliter l'entretien (trappe de visite, vidange totale, chasse rapide).
- Etre réalisés avec des matériaux lisses ne fixant pas le tartre et les bactéries.



	L1	L2	H	Ø1	Ø2	A	B	C	D	E	F	Poids
<b>Prima</b>	700	365	1000	33/42	33/42	137	380	226	165	127	600	97 kg
<b>Delta</b>	770	430	1000	33/42	33/42	137	380	300	165	127	600	129 kg
<b>Mega 1</b>	1090	480	1375	40/49	66/76	270	603	490	200	180	975	293 kg
<b>Mega 2</b>	1170	440	1375	50/60	66/76	270	603	490	215	205	985	320 kg

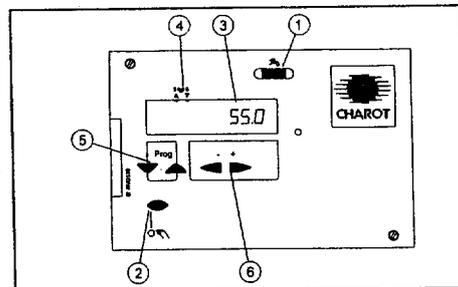
Puissances - Prima 600 W - Delta 950 W - Mega 2500 W

Soucieux des risques encourus par les usagers, la Société CHAROT a adapté ses préparateurs et ballons pour répondre à ces exigences :

- **Echangeur à plaques démontables en acier inoxydable 316 L et joint nitrile.**
- **Coffret électrique câblé.**  
230 V Mono. 50/60 Hz + T.
- **Régulateur électronique P.I. programmable** avec sonde et vanne 3 voies motorisée. **Affichage digital** de la température ou de l'heure. **Ensemble débrochable.**
- **Pompe de circulation** primaire simple ou double avec report de défaut.
- **Pompe de charge fonte** (option semi-instantané) simple ou double avec report de défaut.
- **Pompe de charge** - simple bronze.
- **Thermostat de sécurité** - soupapes de sécurité.

**PROGRAMMATION HEBDOMADAIRE (ET/OU) JOURNALIÈRE.**

Réglage températures de consignes jour et nuit.  
Réglage limitation maximale de température.  
Programme anti-légionellose avec surélévation de température supérieure à 70 °C.



- ① Réglage T. jour.
- ② Auto jour/nuit.
- ③ Marche forcée jour.
- ④ Arrêt.
- ⑤ Anti-légionellose.
- ⑥ Indicateurs de marche.
- ⑦ Affichage digital.
- ⑧ Réglage paramètres.
- ⑨ Programmation.

**Spécial production d'eau chaude sanitaire semi-instantanée**  
Module P.X. Version S.S.I.  
Pompe de charge sanitaire double en bronze avec mise en circulation permanente des deux blocs moteurs réduisant les risques de gommage, de formation du bio-film et de développement des légionelles.

- ① Entrée primaire F.
- ② Sortie primaire F.
- ③ Vanne 3 voies motorisée.
- ④ Pompe simple.
- ⑤ Coffret électrique.
- ⑥ Soupape sécurité.
- ⑦ Départ sanitaire  
• Prima/Delta M  
• Mega F + sonde.
- ⑧ Entrée sanitaire.

- Pression de service : 7 bars maxi.
- Température primaire : 100° maxi.
- Tension d'alimentation : 230 Volts mono.

Poids maxi avec emballage.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAESI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 13 / 32

**PERFORMANCES**

Module	Référence.	kW	Primaire 90°C		Semi instantané		Instantané		
			Débit m <sup>3</sup> /h	Pression disponible m CE	Pompe de charge		Débit 10/55 m <sup>3</sup> /h	Recyclage	
					Débit 10/55 m <sup>3</sup> /h	Perte de charge m CE		Débit m <sup>3</sup> /h	Perte de charge m CE
PRIMA et S.S.I	PX 41/9	69	1.30	2.00	1.30	2.50	1.30	0.50	0.5
	PX 41/11	82	1.58	1.90	1.58	2.50	1.58	0.50	0.5
	PX 41/13	110	2.11	1.80	2.11	2.50	2.11	1.00	0.5
	PX 41/15	138	2.60	1.50	2.60	2.50	2.60	1.00	0.5
	PX 41/17	166	3.18	2.00	3.18	2.20	3.18	1.50	0.5
	PX 41/25	209	4.00	1.00	4.00	2.20	4.00	1.50	0.5
DELTA et S.S.I	PX 41/170	244	4.66	3.50	4.66	5.00	4.66	2.00	0.5
	PX 41/190	274	5.23	2.80	5.23	4.50	5.23	2.00	0.5
	PX 41/230	304	5.80	2.20	5.80	4.00	5.80	2.00	0.5
DELTA	PX 41/310	360	6.88	1.50	6.88	3.50	6.88	2.50	0.5
	PX 41/370	435	8.30	1.00	8.30	3.00	8.30	2.50	0.5
	PX 41/430	464	8.90	0.50	8.90	3.00	8.90	2.50	0.5
MEGA	PX 125/19	522	10.00	2.00	10.00	4.00	10.00	3.00	0.5
	PX 125/23	590	11.20	2.00	11.20	4.00	11.20	3.00	0.5
	PX 125/25	652	12.40	2.00	12.40	4.00	12.40	3.50	0.5
	PX 125/31	684	13.00	2.00	13.00	3.50	13.00	3.50	0.5
MEGA 800 à 1250 kW	PX 125/33	800	15.20	1.50	15.20	3.50	15.20	3.50	0.5
	PX 125/45	1000	19.00	3.00	19.00	3.00	19.00	3.50	0.5
	PX 125/55	1250	23.80	1.50	23.80	3.00	23.80	3.50	0.5

**SELECTION PUISSANCE**

Nombre de logements ou chambres	Volume tampon en litres	Puissance minimum en kW				Nombre de logements ou chambres	Volume tampon en litres	Puissance minimum en kW			
		F4 standard	F5 Grand standing	Hôtel 2 étoiles	Hôtel 4 étoiles			F4 standard	F5 Grand standing	Hôtel 2 étoiles	Hôtel 4 étoiles
5	0	100	122	125	175	80	750	210	266	-	-
	300	38	60	63	113		1000	158	214	327	-
	500	-	-	-	71		1500	123	145	223	436
							2000	-	-	189	331
10	0	135	150	172	238	100	750	254	-	-	
	300	72	88	110	176		1000	202	261	405	-
	500	30	46	68	134		1500	151	177	300	545
	750	-	-	-	82		2000	-	170	235	441
15	0	163	185	210	294	130	750	254	-	-	
	300	100	122	147	-		1000	202	261	405	-
	500	59	80	106	190		1500	151	177	300	545
	750	-	-	56	138		2000	-	170	235	441
25	0	207	241	275	385	160	750	254	-	-	
	500	102	137	119	281		1000	202	261	405	-
	750	52	85	80	229		1500	151	177	300	545
	1000	-	-	-	177		2000	-	170	235	441
40	0	260	300	357	501	200	750	254	-	-	
	500	156	196	253	-		1000	202	261	405	-
	750	103	144	200	345		1500	151	177	300	545
	1000	72	92	148	293		2000	-	170	235	441
60	0	319	366	451	632	160	750	254	-	-	
	750	163	210	295	477		1000	202	261	405	-
	1000	111	158	242	424		1500	151	177	300	545
	1500	94	111	157	320		2000	-	170	235	441
60	0	319	366	451	632	200	750	254	-	-	
	750	163	210	295	477		1000	202	261	405	-
	1000	111	158	242	424		1500	151	177	300	545
	1500	94	111	157	320		2000	-	170	235	441
60	0	319	366	451	632	200	750	254	-	-	
	750	163	210	295	477		1000	202	261	405	-
	1000	111	158	242	424		1500	151	177	300	545
	1500	94	111	157	320		2000	-	170	235	441
60	0	319	366	451	632	200	750	254	-	-	
	750	163	210	295	477		1000	202	261	405	-
	1000	111	158	242	424		1500	151	177	300	545
	1500	94	111	157	320		2000	-	170	235	441
60	0	319	366	451	632	200	750	254	-	-	
	750	163	210	295	477		1000	202	261	405	-
	1000	111	158	242	424		1500	151	177	300	545
	1500	94	111	157	320		2000	-	170	235	441

. Volume tampon 0 litre → Puissances instantanées

. Hôtel sans laverie - hors montage

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 14 / 32

## Méthode AICVF

$$P_i = \rho c \times Q_{pte} \times N \times s (T_g - T_f) \quad \text{puissance en production instantanée [kW]}$$

$\rho$  = masse volumique de l'eau [kg/m<sup>3</sup>]

$c$  = chaleur massique de l'eau [kJ/kg°C]

$Q_{pte}$  = débit de référence de 10 [l/min] à exprimer en [m<sup>3</sup>/s]

$N$  = nombre équivalent de logements ou chambres (ici nb de chambres)

$s$  = coefficient de simultanéité

$$s = 0.17 + \frac{1}{\sqrt{N-1}}$$

$T_g$  = température de production [°C]

$T_f$  = température de l'eau froide [°C]

$$P_{si} = P_i - \frac{\rho c (T_g - T_f)}{t_{pm}} \times V_{Ssi} \quad \text{puissance en production semi-instantanée [kW]}$$

$t_{pm}$  = temps de puisage de référence en semi-instantané de 10 minutes à exprimer en [s]

$V_{Ssi}$  = volume de stockage en semi-instantané [m<sup>3</sup>]

$$P_{sa} = \frac{\rho c (T_g - T_f)}{t_{ph}} \times (V_{ph} - V_{Ssa}) \quad \text{puissance en production par semi-accumulation [kW]}$$

$V_{Ssa}$  = volume de stockage en semi-accumulation [m<sup>3</sup>]

$V_{ph} = 0.75 \times N \times \overline{V_{pj}}$  [m<sup>3</sup>] volume puisé pendant  $t_{ph}$

$\overline{V_{pj}}$  = volume puisé par chambre et par jour [m<sup>3</sup>]

$t_{ph}$  = temps de puisage de référence en semi-accumulation à exprimer en [s] et tel que :

$$\sum \alpha_i = \frac{18}{c_{m_{max}} \times c_{j_{max}}}$$

$\alpha_i$  = répartition horaire

$c_{m_{max}}$  = coefficient mensuel

$c_{j_{max}}$  = coefficient journalier

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 15 / 32

## Méthode AICVF

### Valeurs recommandées pour l'évaluation des besoins en hôtellerie 4 saisons

besoins d'ECS en litres/j à 60 [°C]		
par chambre	moyen sur 12 mois	maxi (base calcul)
	78	100

coefficient correcteur					
nb étoiles		*	**	***	****
		0.65	0.75	1	1.35
lieu	montagne	mer	campagne	ville	
	1.35	1	1	1	
laverie	oui	non			
	1.25	1			

répartition hebdomadaire / coefficient $c_j$						
lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi	dimanche
0.86	1.24	0.96	0.96	1.06	1.06	0.86

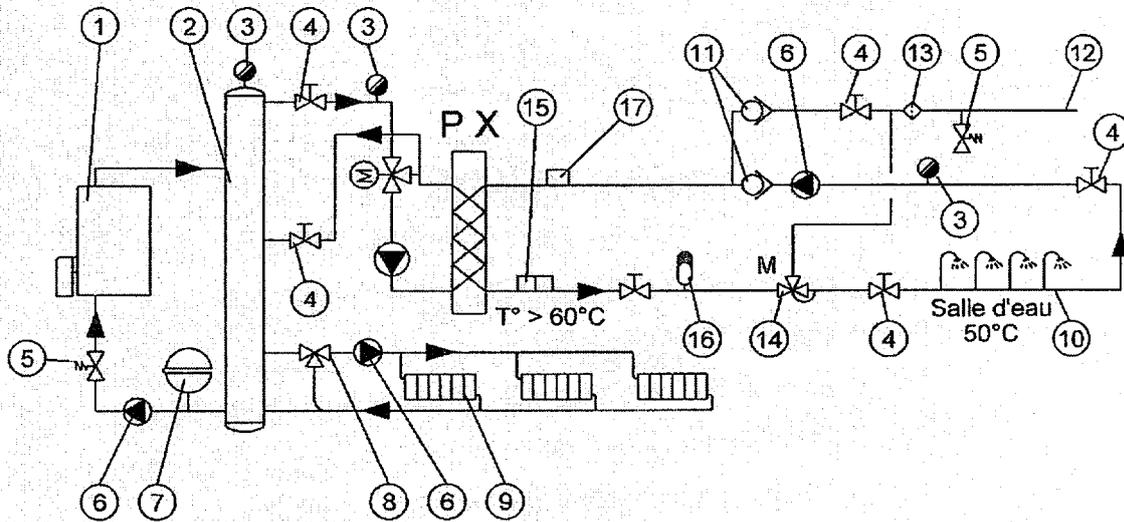
répartition mensuelle / coefficient $c_m$											
janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
0.85	0.78	0.77	0.73	0.78	1.05	1.24	1.25	1.28	1.28	1	0.99

répartition horaire / coefficient $\alpha_i$							
période	lundi mardi	mercredi samedi dimanche	jeudi vendredi	période	lundi mardi	mercredi samedi dimanche	jeudi vendredi
	0h/1h	0.00	0.00		0.00	12h/13h	0.40
1h/2h	0.00	0.00	0.00	13h/14h	0.20	0.17	0.18
2h/3h	0.00	0.00	0.00	14h/15h	0.40	0.44	0.36
3h/4h	0.20	0.17	0.00	15h/16h	0.40	0.26	0.18
4h/5h	0.40	0.35	0.09	16h/17h	0.40	0.52	0.18
5h/6h	0.60	0.70	0.45	17h/18h	0.40	0.61	0.36
6h/7h	2.81	4.01	7.49	18h/19h	4.82	6.98	4.46
7h/8h	2.61	2.27	2.85	19h/20h	2.01	0.70	3.39
8h/9h	2.41	1.05	0.27	20h/21h	0.40	0.52	0.36
9h/10h	2.41	0.52	0.36	21h/22h	0.80	0.70	0.54
10h/11h	1.00	0.35	0.18	22h/23h	0.70	1.92	1.07
11h/12h	0.60	0.70	0.36	23h/24h	0.00	0.00	0.00

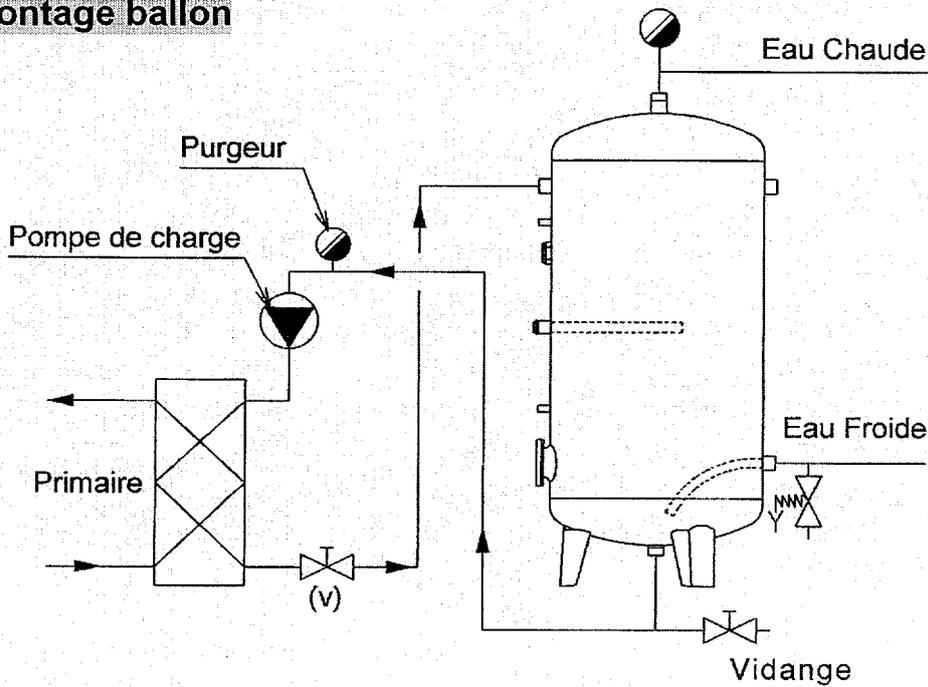
BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 16 / 32

**SCHEMA DE PRINCIPE**

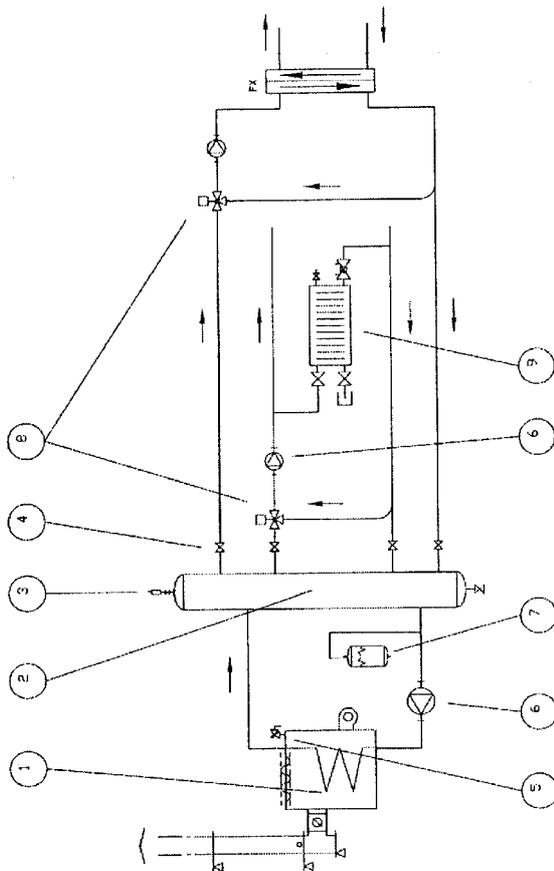
**Production d'E.C.S par Echangeur à plaque instantané**



**montage ballon**



BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 17 / 32



BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 - Etude des Installations	Page 18 / 32

# Partie C

Domaine : traitement d'eau pour chaudière vapeur.

Remarque :

- travail sur copie,
- les questions ne sont pas indépendantes.

Un site industriel nécessite de l'eau pour une production de vapeur sous une pression effective de 10 bars.

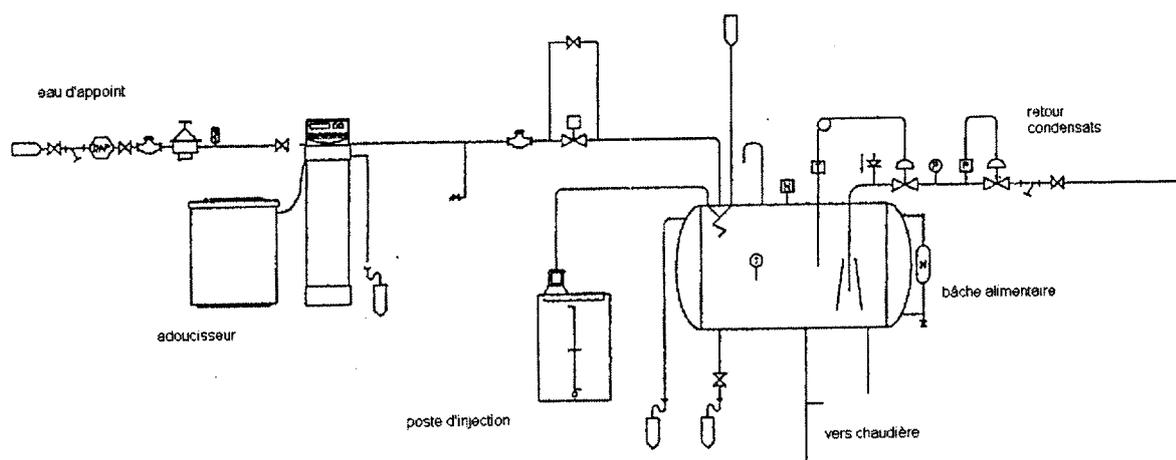
La production de vapeur est réalisée par une chaudière à tubes de fumées de capacité de production unitaire 7 t/h.

Le débit de production moyen (24h par jour, 7 jours par semaine) est de 5 t/h. La quantité de vapeur perdue est de 2 t/h.

La chaudière est alimentée à partir d'une bache alimentaire dont la température est de l'ordre de 80°C.

Une chaîne de traitement d'eau est installée en amont de la chaudière, et ses caractéristiques (matériel, réactifs, consommations) sont détaillées en annexe C.

Schéma simplifié



BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 19 / 32

## Etude :

La présente étude est une vérification de la compatibilité des valeurs des consommables et des réglages avec le choix du matériel de traitement et les caractéristiques du site (eau, chaudière).

1 - A partir des données (annexe C) :

- consommation annuelle de sel,
- Nr niveau de régénération,
- caractéristiques des adoucisseurs,

déterminer le nombre annuel de régénérations de chacun des deux adoucisseurs.

2 - A partir des données :

- consommation annuelle d'eau (annexe C),
- résultats de la question 1,

déterminer

- le PEG journalier réellement atteint,
- le volume d'eau horaire moyen (débit d'appoint) passant dans le poste d'adoucissement.

3 - A partir des données :

- caractéristiques de la chaudière et exigences du fabricant (annexe C),
- caractéristiques de l'eau sur le site (annexe C),
- résultats de la question 2,

déterminer pour la chaudière

- le taux de concentration,
- le débit de purge ou déconcentration,

et justifier le choix du taux de concentration adopté.

Remarque :

- pour cette vérification, le calcul du TAC est nécessaire,
- le taux de concentration à mettre en œuvre est le C<sub>mini</sub> parmi les C calculés.

4 - A partir des données :

- caractéristiques du poste de conditionnement (annexe C),
- fiches produit (CETAL) (annexe C),
- résultats des questions précédentes,

vérifier si

- le débit de la pompe doseuse est en adéquation avec la consommation annuelle de réactif,
- le dosage prescrit par le fabricant du réactif répond aux attentes de réduction totale de l'oxygène de l'eau d'appoint,
- l'excès de sulfite en chaudière est respecté,
- le taux de concentration adopté n'est pas modifié par les teneurs en sulfites, sulfates et phosphates.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 20 / 32

# Partie C

# Annexe C

## Données relatives au site :

### Caractéristiques de l'eau brute du site ( balance ionique < 1%) :

Paramètre	Valeur	Unité
Température	15	°C
pH	8.5	
Concentration en sels dissous	400	mg/l
CO2 libre	1.079	meq/l
Calcium	4.05	meq/l
Magnésium	0.55	meq/l
Sodium	0.5	meq/l
Potassium	0.1	meq/l
Chlorure	0.82	meq/l
Sulfate	0.96	meq/l
SAF	10	°F
Silice	12	mg/l
Oxygène dissous	17	mg/l

### Caractéristiques de la chaîne de traitement (matériel, réactifs, consommations) :

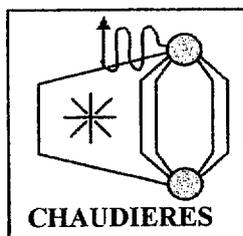
- un poste d'adoucissement total constitué de 2 adoucisseurs Permo 7200 fonctionnant en duplex alternance (régénération volumétrique).
  - o extrait catalogue constructeur :

Type		Permo 7200
Vr volume de résine	$I_r$	200
PEG standard	$^{\circ}F \cdot m^3$	1000
PEG maxi	$^{\circ}F \cdot m^3$	1200
M(NaCl) standard / régénération	$kg_{(NaCl)}$	25
M(NaCl) maxi/ régénération	$kg_{(NaCl)}$	36
Consommation d'eau/ régénération	l	1400

- o le niveau de régénération  $N_r$  est fixé à  $150 g_{NaCl}/l_r$
- o consommation de sel : 13.1 tonnes/an
- o consommation d'eau (pour la chaudière et la régénération du poste d'adoucissement) : 21300 m<sup>3</sup>/an

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 21 / 32

- un poste de conditionnement avec pompe doseuse réglée à 0.45 l<sub>s</sub>/h (l<sub>s</sub> = litre de solution)
  - o O<sub>2</sub> résiduel dans la bûche alimentaire : 5 mg/l,
  - o le produit injecté dans la bûche alimentaire est du CETAL PS 741 non dilué,
  - o composition : sulfite (200 g/kg<sub>s</sub>), phosphate, ...
  - o le fabricant de chaudières demande le maintien d'un excès de sulfite en chaudière à raison de 50 mg/l,
  - o consommation de réactif : 23 fûts de 210 kg/an,
  - o extrait catalogue fabricant :



## CETAL PS 741

### INHIBITEUR D'ENTARTRAGE ET DE CORROSION POUR GÉNÉRATEURS DE VAPEUR ET ANNEXES

Code Produit 7410

#### LES PROBLÈMES

. L' entartrage, ou l'encrassement des surfaces d'échange et en conséquence :

- mauvaise circulation de l'eau,
- mauvais échanges thermiques,
- risque de surchauffes locales.

. La corrosion.

- En chaudière : d'origine galvanique (couple fer- cuivre, aération différentielle, piqûration, pH, etc...) ou chimique (transformation de la magnétite, réaction de SCHIKORR).

- En condensats : par l'oxygène et l'acidité carbonique libre. Ce dernier point affecte souvent les installations fournissant de la vapeur alimentaire.

. Le primage ou l'entraînement d'eau et de sels avec la vapeur et risque d'encrassement des surchauffeurs et des lignes de transfert de la vapeur.

#### FONCTIONS

CETAL PS 741 a été élaboré pour résoudre l'ensemble des problèmes posés par l'eau d'appoint des générateurs de vapeur de type alimentaire.

L'emploi de CETAL PS 741 permet de maintenir les caractéristiques souhaitables pour l'eau alimentaire et l'eau de chaudière.

CETAL PS 741 réduit l'oxygène dissous et doit être injecté directement en bûche alimentaire.

*Son emploi est conforme, aux doses d'emploi, à la norme F.D.A. concernant le traitement des générateurs fournissant de la vapeur de qualité alimentaire.*

#### AVANTAGES

. Liquide, facile d'emploi.

. Pas de dilution préalable.

. Injection proportionnelle aux appoints par système de dosage approprié.

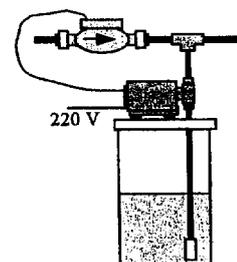
. Contrôle aisé du traitement.

. Améliore les échanges thermiques.

. Protège de la corrosion.

. Favorise la passivation des matériaux.

. Permet l'obtention d'une vapeur de qualité alimentaire.



#### CARACTÉRISTIQUES

Dosage	40 g/gO <sub>2</sub>
Densité	1.23
pH	7.3
Etiquette Sécurité	/ -
Etiquette Transport	/
Solubilité dans l'eau	100 %
Composition	phosphates, sulfites et polymères.
Aspect	liquide

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 22 / 32

**DOSAGE**

Le dosage est proportionnel aux appoints.

Il dépend également du taux de concentration de l'eau au sein du générateur de vapeur.

Ce taux de concentration "N" est normalement défini par le rapport du TAC admissible en chaudière sur celui de l'eau d'appoint.

Il sera toutefois limité par la teneur en silice dans certains cas.

BASE DU DOSAGE :

**40 grammes par gramme d'oxygène**

Par la suite, le dosage sera ajusté de façon à obtenir le PO4 et le SO3 souhaités en chaudière.

**CONDITIONNEMENT**

CETAL PS 741 est disponible en tonnelets plastique de 30 et 60 kg  
fûts plastique de 210 kg,  
emballages perdus.

Pour tout autre conditionnement, nous consulter.

**MANIPULATION**

Le produit pur est neutre.

Il convient cependant de prendre les précautions d'usage pour la manipulation des produits chimiques.

En cas de projection dans les yeux, laver abondamment à l'eau.

Laver à l'eau savonneuse les parties du corps souillées.

Consulter la FDS : fiche de données de sécurité.

**CONTROLES DU TRAITEMENT**

Les analyses d'eaux nécessaires au bon fonctionnement d'une installation et au contrôle du produit sont résumées dans le tableau ci-après :

	APPOINT	CHAUDIERE
pH	> 8	9,5 à 11,5
TH en °f	< 0.2	0
TA en °f	Oui	Oui
TAC en °f	Oui	< Maxi
Cl <sup>-</sup> SiO <sub>2</sub>	Si Besoin	
PO <sub>4</sub> Réducteur	Selon prescriptions constructeur	

**STOCKAGE**

Hors gel.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 23 / 32

## Données générales :

### Caractéristiques de l'eau d'alimentation des chaudières vapeur à tubes de fumée :

Remarque : eau d'alimentation conditionnée (eau brute d'appoint épurée et retours des condensats).

Pression de service	< 10 bar	10 – 15 bar	15 – 25 bar
pH	> 8.5	> 8.5	> 8.5
TH [°F]	< 0.5	< 0.5	< 0.2
O <sub>2</sub>	Elimination physique de l'oxygène dissous par dégazage thermique et/ou utilisation de réactifs réducteurs ou inhibiteurs de corrosion		
Matières huileuses	absence		

### Caractéristiques de l'eau en chaudière vapeur à tubes de fumée :

Pression de service	< 10 bar	10 – 15 bar	15 – 25 bar
TAC [°F]	< 120	< 100	< 80
TA [°F]	0.7 TAC	0.7 TAC	0.7 TAC
SiO <sub>2</sub> [mg/l]	< 200	< 200	< 200
SiO <sub>2</sub> / TAC	< 2.5	< 2.5	< 2
Concentration en sels dissous [mg/l]	< 5000	< 4000	< 3000
Cl <sup>-</sup> [mg/l]	< 1000	< 800	< 600
Phosphates PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/l]	30 à 100	30 à 100	30 à 100
pH	10.5 à 12	10.5 à 12	10.5 à 12

### Débit d'appoint et débit de purge :

Le calcul du débit ou du volume de purge se fait sur la base d'un bilan massique des sels minéraux en chaudière, en supposant en première approximation qu'aucun sel n'est entraîné par primage.

Le débit de purge s'exprime alors par :

$$Q_p = \frac{1}{C-1} \cdot (Q_u - Q_r)$$

C exprime le taux de concentration, rapport de la salinité maximale tolérée en chaudière à la salinité de l'eau d'appoint :  $C = \frac{S_{\max}}{S}$ .

La salinité pouvant exprimer les diverses concentrations que l'on doit contrôler en chaudière : chlorures, TAC,... ou salinité totale.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 24 / 32

On remarque que l'expression du débit de purge ne fait intervenir la puissance de la chaudière que dans le cas d'une consommation totale de la vapeur.

Par ailleurs le débit d'appoint peut être déterminé par :

$$Q_a = \frac{C}{C-1} \cdot (Q_u - Q_r) \text{ avec :}$$

avec :

- $Q_u - Q_r$  : débit d'eau perdue dans le circuit de la vapeur,
- $Q_a$  : débit d'eau d'appoint,
- $Q_p$  : débit de purge,
- $S$  : la salinité de l'eau,
- $S_{\max}$  : la salinité maximale tolérée dans le circuit.

Masse molaire (g/mol) de certaines espèces :

espèce	M	espèce	M
$\text{Ca}^{2+}$	40	$\text{HCO}_3^-$	61
$\text{Mg}^{2+}$	24.3	$\text{Cl}^-$	35.5
$\text{Na}^+$	23	$\text{NO}_3^-$	62
$\text{K}^+$	39	$\text{SO}_4^{2-}$	98
$\text{Na}_2\text{SO}_3$	126	$\text{PO}_4^{3-}$	95

Paramètres de l'eau utilisables :

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

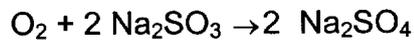
$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$$

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

$$\text{SAF} = [\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$$

Réduction de l'oxygène par le sulfite de sodium :

L'oxygène réagit avec le sulfite de sodium pour donner du sulfate de sodium suivant la réaction :



Cette réaction est quasiment totale à partir de 100°C.

Le produit commercial est une solution de sulfite hydraté.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 25 / 32

Paramètres de fonctionnement des adoucisseurs :

$$PEG = (TH_s - TH_e) \times V_e = PE \times V_r$$

$$M_{sel} = N_r \times V_r$$

avec :

- PEG pouvoir d'échange global de l'adoucisseur exprimé en °Fm<sup>3</sup>
- PE pouvoir d'échange d'un litre de résine exprimé en °Fm<sup>3</sup>/l<sub>r</sub>
- V<sub>r</sub> volume de résine de l'adoucisseur exprimé en l<sub>r</sub>
- N<sub>r</sub> niveau de régénération exprimé en g<sub>NaCl</sub>/l<sub>r</sub>
- M<sub>sel</sub> masse de sel consommé à chaque régénération exprimé en kg<sub>NaCl</sub>
- TH<sub>e</sub> degré hydrotimétrique en entrée de poste d'adoucissement exprimé en °F
- TH<sub>s</sub> degré hydrotimétrique en sortie de poste d'adoucissement exprimé en °F
- TH<sub>e</sub> degré hydrotimétrique en entrée de poste d'adoucissement exprimé en °F
- V<sub>e</sub> volume d'eau traversant le poste d'adoucissement exprimé en m<sup>3</sup>

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	<b>Epreuve : E3 – Etude des Installations</b>	Page 26 / 32

# Partie D

## Domaine : bouclage eau chaude sanitaire

Remarque :

- travail sur document réponse D et sur copie si besoin seulement,
- les 3 questions sont indépendantes.

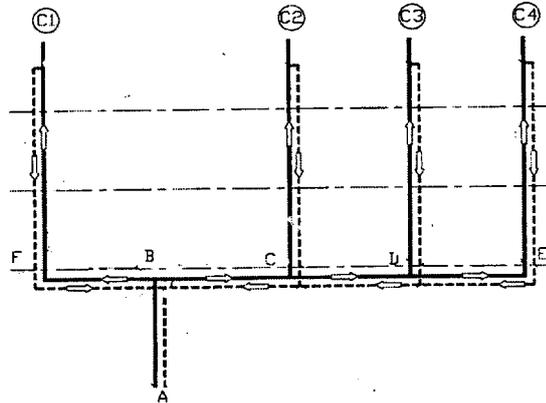
### Cadre de l'étude :

La distribution d'eau chaude sanitaire d'un immeuble comporte un réseau d'alimentation et un circuit de bouclage sur les parties collectives (voir schéma ci-dessous).

L'étude à mener consiste à comparer 2 méthodes d'équilibrage du circuit de bouclage avec pour objectif d'éviter à terme :

- la stagnation de l'eau par encrassement et entartrage,
- le déséquilibre hydraulique du réseau.

### Schéma simplifié du réseau ECS :



### Etude :

#### 1 – Cas N°1 :

Les débits de bouclage correspondent à la vitesse minimale proposée dans le DTU 60.1.

Une température de 40 [°C] est imposée au sommet de la colonne la plus défavorisée.

Compléter le tableau 1 (document réponse D) en utilisant l'annexe D.

#### 2 – Cas N°2 :

Les débits de bouclage ont été augmentés et certains diamètres ont été modifiés de manière à s'approcher d'un auto-équilibrage.

Compléter le tableau 2 (document réponse D) en utilisant l'annexe D.

Comparer si possible les résultats issus des cas N°1 et N°2.

3 – Dans le cadre de la lutte contre la présence et (ou) la prolifération de la bactérie legionella, définir les contraintes à imposer à ce circuit. Estimer en conséquence la puissance de réchauffage minimum de la boucle pour répondre au problème.

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 27 / 32

# Partie D

# Annexe D

Formulaire :

$$R_{th} = \left( \frac{1}{2\lambda_c} \times \ln \frac{D_3}{D_2} \right) + \frac{1}{D_3 \times h_e} \quad \text{résistance thermique linéique en [m°C/W]}$$

$\lambda_c$  conductibilité thermique du calorifuge en [W/m°C]

dans notre cas  $\lambda_c = 0.042$  [W/m°C]

$D_2$  diamètre extérieur du tube en [m]

$D_3$  diamètre extérieur du calorifuge en [m]

$h_e$  coefficient d'échange superficiel extérieur en [W/m<sup>2</sup>°C]

dans notre cas  $h_e = 9$  [W/m<sup>2</sup>°C]

$$P = \frac{\pi \times L}{R_{th}} \times \left( \frac{T_e + T_s}{2} - T_a \right) \quad \text{puissance perdue par le tube en [W]}$$

L longueur du tronçon en [m]

$T_e$  température d'entrée du tronçon en [°C]

$T_s$  température de sortie du tronçon en [°C]

$T_a$  température ambiante en [°C]

$$A = \frac{\pi \times L}{2.326 \times Q \times R_{th}} \quad \text{constante de calcul}$$

Q débit dans le tronçon en [l/h]

$$T_e = \frac{(1+A)T_s - 2AT_a}{1-A}$$

$$T_s = \frac{(1-A)T_e + 2AT_a}{1+A}$$

$$V = \frac{Q}{2.827 \times D_i^2} \quad \text{vitesse dans le tronçon en [m/s]}$$

$D_i$  diamètre intérieur du tube en [mm]

Q débit dans le tronçon en [l/h]

$PDC = 1,15jL = 2975 \times L \times V^{1,75} \times D_i^{-1,25}$  perte de charge du tronçon en [mmce] d'après la formule de Flamant pour l'eau chaude.

$D_i$  diamètre intérieur du tube en [mm]

V vitesse dans le tronçon en [m/s]

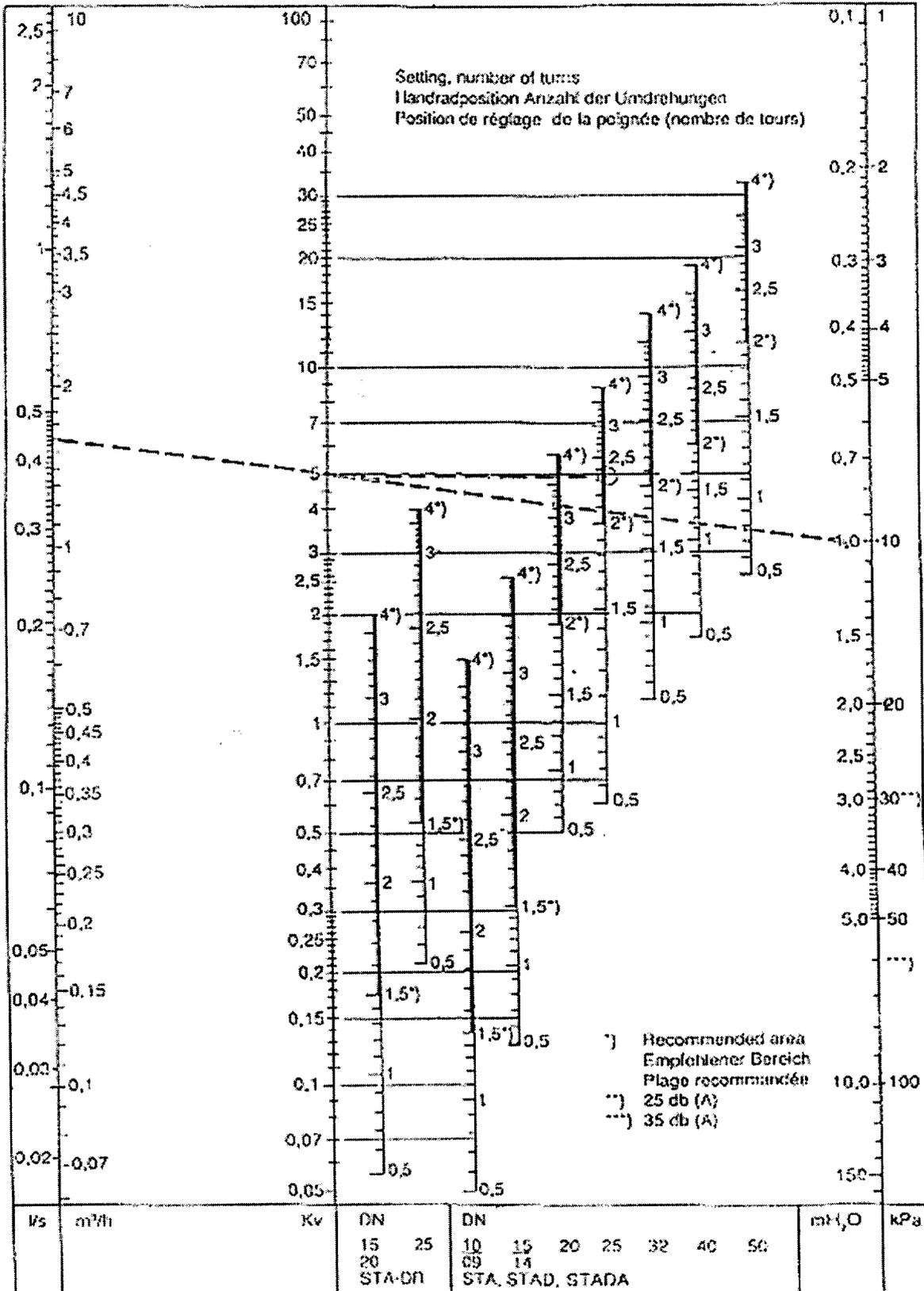
L longueur du tronçon en [m]

BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 – Etude des Installations	Page 28 / 32

# Partie D

# Annexe D

Document constructeur



BTS Fluides Energies Environnements - Toutes Académies		Options : A
Session 2006	Durée : 4 heures	Coeff. : 4
Code : FEAEISI	Epreuve : E3 - Etude des Installations	Page 29 / 32

**Partie D**  
Tableau 1

**Document Réponse D**

repère tronçon	débit boucle	DN	D1	D2	D3	L	e	Rth	Ta	Ts	Te	V	P	PDC
		l/h	mm	mm	mm	mm	m	mm	m°C/W	°C	°C	°C	m/s	W
aller C4	160	20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970		40,0	40,1	0,11	15,5	4
		25	27,9	33,7	71,7	6		10,5379	20	40,1	40,3	0,07	36,1	3
		32	36,6	42,4	80,4	6	19	8,9996	20	40,3	40,5	0,04	42,7	1
retour C4	160	15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633	8	39,6	40,0	0,20	66,4	81
aller DE	160	32	36,6	42,4	80,4	40		8,9996	8	40,5	43,3	0,04	514,8	5
retour ED	160	15	16,7	21,3	59,3	40		14,0633	8	38,0	39,6	0,20	302,2	216
aller C3	160	32	36,6	42,4	80,4	6		8,9996		43,0	43,3	0,04	48,4	1
		25	27,9	33,7	71,7	6	19	10,5379	20	42,8	43,0	0,07	40,9	3
		20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970	20	42,7	42,8	0,11	17,6	4
retour C3	160	15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633	8	42,3	42,7	0,20	75,3	81
aller CD	320	40	42,5	48,3	86,3	20	19	8,1971	8	43,3	44,1	0,06	296,3	4
retour DC	320	15	16,7	21,3	59,3	20		14,0633	8	39,7	40,2	0,41	156,0	364
aller C2	160	32	36,6	42,4	80,4	6		8,9996		43,8	44,1	0,04	50,1	1
		25	27,9	33,7	71,7	6	19	10,5379	20	43,6	43,8	0,07	42,3	3
		20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970	20	43,5	43,6	0,11	18,2	4
retour C2	160	15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633	8	43,1	43,5	0,20	77,9	81
aller BC	480	50	53,9	60,3	98,3	12	19	6,9482	8	44,1	44,5	0,06	212,9	2
retour CB	480	15	16,7	21,3	59,3	12		14,0633	8	40,7	40,8	0,61	95,8	444
aller C1	160	32	36,6	42,4	80,4	6		8,9996		43,6	43,9	0,04	49,7	1
		25	27,9	33,7	71,7	6	19	10,5379	20	43,4	43,6	0,07	42,0	3
		20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970	20	43,3	43,4	0,11	18,0	4
retour C1	160	15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633	8	42,9	43,3	0,20	77,3	81
aller BF	160	32	36,6	42,4	80,4	8		8,9996	8	43,9	44,5	0,04	109,3	1
retour FB	160	15	16,7	21,3	59,3	8		14,0633	8	42,5	42,9	0,20	67,3	43
aller AB	640	50	53,9	60,3	98,3	10	19	6,9482	8	44,5	44,7	0,08	178,8	2
retour BA	640	15	16,7	21,3	59,3	10		14,0633	8	41,0	41,1	0,81	80,5	612

perte thermique totale : W

perte de charge aller retour AA	
mmce	
boucle C1	
boucle C2	
boucle C3	
boucle C4	
pompe	débit l/h
	hmt mce

équilibrage (mmce]		vanne équilibrage DN15	
retour colonnes		Kv	nb tours ouverture
C1			
C2			
C3			
C4			

repère trçon	débit boucle	DN	D1	D2	D3	L	e	Rth	Ta	Ts	Te	V	P	PDC
		l/h	mm	mm	mm	mm	m	mm	m°C/W	°C	°C	°C	m/s	W
aller C4	160	20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970		40,0	40,1	0,11	15,5	4
		25	27,9	33,7	71,7	6		10,5379	20	40,1	40,3	0,07	36,1	3
		32	36,6	42,4	80,4	6	19	8,9996		40,3	40,5	0,04	42,7	1
retour C4		15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633		39,6	40,0	0,20	66,4	81
aller DE		32	36,6	42,4	80,4	40		8,9996	8	40,5	43,3	0,04	514,8	5
retour ED		15	16,7	21,3	59,3	40		14,0633		38,0	39,6	0,20	302,2	216
aller C3	325	32	36,6	42,4	80,4	6		8,9996		43,1	43,3	0,09	48,6	3
		25	27,9	33,7	71,7	6	19	10,5379	20	43,0	43,1	0,15	41,3	10
		20	22,3	26,9	64,9	3		12,1970		43,0	43,0	0,23	17,8	14
retour C3		15	16,7	21,3	59,3	15		14,0633		42,8	43,0	0,41	76,7	280
aller CD	485	40	42,5	48,3	86,3	20	19	8,1971	8	43,3	43,8	0,09	295,2	9
retour DC		20	22,3	26,9	64,9	20		12,1970		39,8	40,2	0,34	180,2	191
aller C2	430	32	36,6	42,4	80,4	6								
		25	27,9	33,7	71,7	6	19		20					
		20	22,3	26,9	64,9	3								
retour C2		15	16,7	21,3	59,3	15								
aller BC	915	50	53,9	60,3	98,3	12	19		8					
retour CB		20	22,3	26,9	64,9	12								
aller C1	445	32	36,6	42,4	80,4	6								
		25	27,9	33,7	71,7	6			20					
		20	22,3	26,9	64,9	3	19							
retour C1		15	16,7	21,3	59,3	15								
aller BF		32	36,6	42,4	80,4	8			8					
retour FB		15	16,7	21,3	59,3	8								
aller AB	1360	50	53,9	60,3	98,3	10	19		8					
retour BA		25	27,9	33,7	71,7	10								

perte thermique totale : W

perte de charge aller retour AA			
mmce			
	boucle C1		
	boucle C2		
	boucle C3		
	boucle C4		
pompe	débit		l/h
	hmt		mce

équilibrage (mmce] retour colonnes	vanne équilibrage DN15	
	Kv	nb tours ouverture
C1		
C2		
C3		
C4		