

ÉTUDE DE LA PRODUCTION ET DE CHALEUR D'UN HOPITAL

CAHIER DES CHARGES

- Caractérisation du site :

⇒ Localisation :	Département :	12
	Altitude :	580 m
⇒ Conditions climatiques extérieures de base :	Hiver :	- 10°C -- 90%
	Été :	+32°C -- 40%

- Besoins en chauffage : ***B = 4300 kW***

Ces besoins, estimés à partir des conditions climatiques de base et déjà majorés par un coefficient de surpuissance, comprennent la puissance nécessaire pour tous les circuits secondaires des différentes sous stations.

- Local chaufferie : Cf. schéma de principe initial page 10/33

La production calorifique nécessaire aux besoins de chauffage de l'hôpital sera assurée par une chaufferie alimentée au gaz naturel « Es » moyenne pression (300mbars), assurant le chauffage par ventilo-convecteurs (chambres, ...), le traitement d'air par CTA (salles de réunions, salles d'opérations) et la préparation d'ECS.

Le local comprend :

- **2 chaudières horizontales identiques** basse température en acier *Marque : Viessmann, gamme VITOMAX 300* à trois parcours de fumées dont le rendement nominal sera supérieur à 90%_{PCI}. Ces deux chaudières seront équipées de brûleurs mixtes modulants (gaz et FOD) *Marque Weishaupt*. Le combustible prioritaire sera le gaz.
- **1 chaudière horizontale** basse température en acier, de même marque et de gamme *VITOPLEX 300 type TZ3* disposant d'un brûleur modulant *Marque Weishaupt*, fonctionnant uniquement au gaz. Elle sera équipée d'un récupérateur de chaleur sur les fumées de gamme *VITOTRANS 333*.

Il est prévu qu'une chaudière *VITOMAX 300* reste en « secours ». Elle aura toutefois un fonctionnement alterné avec l'autre suivant un nombre d'heures de marche équivalent et devra couvrir les 2/3 des besoins.

L'une des deux *VITOMAX 300* accompagnée de la *VITOPLEX 300* assureront les besoins en chauffage, hors présence du récupérateur de chaleur disposé sur le parcours des fumées.

Elles sont, initialement, équipées individuellement d'une pompe de charge, à vitesse de rotation constante, placées sur le retour asservies au fonctionnement de chaque brûleur.

La température de départ primaire est variable en fonction de l'extérieur.

- Un local de détente, permettant de faire passer le gaz, distribué par GDF, de 4 bars à 300mbars. Deux vannes automatiques redondantes sont disposées sur la conduite assurant la fermeture de l'arrivée de gaz en cas de détection de fuite dans la chaufferie.
- Une bouteille de découplage hydraulique séparant la production de la distribution secondaire vers les 6 sous stations.
- Un groupe de maintien en pression assurant l'expansion de l'installation. Le volume total en eau de l'installation n'est pas défini.
- Quatre pompes de distribution secondaire à vitesse de rotation variable, dont une en secours.

- Les sous stations :

Les sous stations (6 au total) seront, chacune, équipées de collecteurs horizontaux (1 départ et 1 retour) sur lesquels viendront se raccorder les circuits de distribution de chauffage (ventilo-convecteurs + CTA) et d'ECS.

- Les circuits de distribution de chauffage : régime d'eau prévu : 75/60°C

- Vers les ventilo-convecteurs : Ils se feront principalement à débit variable à l'aide de vannes deux voies motorisées.
- Vers les batteries de CTA : Idem que pour les ventilo-convecteurs.
- Vers la production d'ECS : Le primaire de l'échangeur est régulé en débit à l'aide d'une vanne deux voies.
- Chaque circuit sera équipé d'une pompe double à vitesse de rotation variable ainsi qu'un régulateur de pression différentielle.

BTS FLUIDES – ÉNERGIES – ENVIRONNEMENTS		Session 2008
Étude des installations – Option B	FEBEISI	Page : 3/33

1^{ère} PARTIE : Analyse du schéma de principe initial - Durée : 40 min - 15 points

Objectifs de l'étude :

A partir du schéma de principe **annexe 1 page 10/33** et des documents fabricants de chaudières, il vous est demandé de critiquer le raccordement des chaudières jusqu'à la bouteille de découplage et proposer des corrections éventuelles suite aux possibles oublis ou erreurs.

Documents disponibles :

- Annexe 1 : Schéma de principe de l'installation page 10/33
- Annexe 2 : Documentations générateurs pages 12 à 16/33

Documents à rendre :

- Document réponse 1 page 31/33
- Document réponse 3 page 33/33

Limites d'étude :

- Deux générateurs en fonctionnement (n°2 Vitomax 300 + n°3 Vitoplex 300)
- L'installation fonctionne à 100% de charge
- Le récupérateur de chaleur n'est pas raccordé
- Les circuits d'alimentation gaz et fioul jusqu'aux brûleurs ne sont pas à étudier

Description sommaire :

Le schéma de principe proposé dans l'**annexe 1 page 10/33**, montre le raccordement hydraulique initialement prévu des trois générateurs dans le local chaufferie, jusqu'aux pompes de distribution alimentant les 6 sous stations.

Travail demandé :

A) Analyse de la documentation des chaudières : 3 points

A l'aide des documents de l'**annexe 2 pages 12, 13, 14, 15 et 16/33**, donnez tout l'appareillage manquant nécessaire au bon fonctionnement de chacune des chaudières.

B) Analyse du schéma de principe de raccords hydrauliques : 4 points

1) Uniquement d'un point de vue de la circulation du fluide caloporteur, à quel risque peut-on s'attendre au niveau de la **chaudière n°1** ? Expliquez, s'il y a lieu, en deux lignes une modification éventuelle du circuit de raccordement de cette chaudière.

C) Critique du schéma de principe : 8 points

2) Recherchez la température **inférieure de retour d'eau** acceptée par chacune des chaudières.

3) Le système actuel garantit-il une sécurité maximale de fonctionnement des différents générateurs ? Pourquoi ?

4) Conclusion : Proposez un raccordement hydraulique **complet** de la **chaudière n°2** en complétant le document **réponse 3 page 33/33**. Vous incluez l'appareillage minimal nécessaire à son bon fonctionnement (*cf. sous partie A*)

Remarque : La température « **minimale de retour d'eau** », indiquée par le fabricant dans les tableaux pages 13/33 et 15/33, indique la valeur minimale pour laquelle un système incorporé à la régulation permettra de relever cette température au moins à la valeur inférieure d'eau préconisée.

Objectifs de l'étude :

Il s'agit, dans cette partie, de sélectionner des équipements installés dans le local chaufferie : générateurs/ brûleurs, groupe de maintien en pression, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

Documents disponibles :

- Annexe 2 : Documentations générateurs pages 12 à 16/33
- Annexe 4 : Documentation brûleurs Weishaupt pages 21 à 23/33
- Annexe 5 : Documentation du système d'expansion pages 24 à 26/33

Conditions d'étude : Se conformer au cahier des charges

Travail demandé :

A) Sélection des chaudières : 12 points

- 1) Déterminez la puissance nominale de chacun des 3 générateurs.
- 2) A partir de l'**annexe 2 pages 12, 13, 14, 15 et 16/33**, sélectionnez les générateurs en donnant toutes les références et indications que vous jugerez utiles. Justifiez vos choix.
- 3) Déterminez la puissance utile totale de la chaufferie.
- 4) Déterminez le diamètre de raccordement primaire et secondaire de la bouteille de découplage. **Les hypothèses seront justifiées.**
- 5) Représenter la bouteille avec les cotes de réalisation.

B) Sélection des brûleurs : 10 points - Le récupérateur de chaleur n'est pas raccordé.

- 1) Expliquez en quelques lignes ce que signifie et implique le terme : « *Brûleur Modulant* ».
- 2) Choisir, à l'aide de l'**annexe 4 pages 21, 22 et 23/33**, le modèle qui convient pour chaque générateur, en utilisant les courbes « *tête de combustion ouverte* » (voir pages 21 à 23/33). Justifiez vos choix.

C) Choix et sélection du système d'expansion : 8 points

Le choix du bureau d'études d'ingénierie s'est porté sur un groupe de maintien en pression. A partir des seules indications du cahier des charges et de la documentation fournie en **annexe 5 pages 24, 25 et 26/33**, il vous est demandé de réaliser la sélection de cet équipement et de prévoir ses réglages théoriques de base (dits « à priori »).

- 1) Expliquez, en quelques lignes, le fonctionnement de ce système d'expansion lors de la mise en chauffe ainsi que lors de l'arrêt de l'installation.
- 2) Donnez les différents paramètres nécessaires à son dimensionnement rapide.
- 3) Sélectionnez le système le plus approprié en précisant sa référence. Donnez le volume de la bache.
- 4) Déterminez, à priori, les valeurs de réglage des différents pressostats et du déverseur.
- 5) L'utilisation de soupapes de sécurité est-elle justifiée ? Pourquoi ? Si oui, donnez la valeur de tarage des soupapes de sécurité.

Objectifs de l'étude :

Afin de réaliser des économies d'énergie, le bureau d'étude a décidé d'installer un récupérateur de chaleur sur les fumées de la chaudière n°3 (Vitoplex300) de puissance nominale de 1400 kW.

Il s'agit, dans cette partie, d'étudier l'impact énergétique d'un récupérateur de chaleur placé sur le parcours des fumées du générateur et de vérifier si sa présence n'influe pas sur le bon fonctionnement de l'installation.

Documents disponibles :

- Annexe 1 bis : Schéma de principe de l'installation page 11/33
- Annexe 2 : Documentations générateurs pages 12 à 16/33
- Annexe 3 : Documentation récupérateur de chaleur pages 17 à 20/33
- Annexe 4 : Documentation Weishaupt pages 21 à 23/33

Limites d'étude :

- Conditions nominales de fonctionnement (100% de charge) à la température extérieure de base.
- Les deux chaudières seront assimilées à une seule de puissance totale égale aux besoins (4300 kW)
- Rendement global d'exploitation annuel des 2 chaudières à 100% de charge = 96%.
- Le brûleur de la chaudière n°3 (Vitoplex300) est de type G7/1 D, sélectionné sans le récupérateur.

Données complémentaires :

- Pouvoir calorifique inférieur gaz naturel « Es » : PCI = 10,2 kWh/m³.
- Temps de fonctionnement (100% de charge) : t = 2100 heures/an.
- Prix d'un kwh gaz : 0,0556 € (source ADERE).
- Investissement récupérateur : 15 800 €.

Travail demandé :

A) Sélection du récupérateur de chaleur : 7 points

- 1) A l'aide de l'**annexe 3** pages 17, 18, 19 et 20/33, choisir le type de récupérateur à raccorder. Précisez sa codification exacte.
- 2) Déterminez la puissance réelle fournie par le récupérateur, la température d'entrée des fumées dans le récupérateur sera considérée égale à 180°C.
- 3) Évaluez le rendement du groupement « Chaudières + récupérateur » en utilisant la page 20/33.

B) Économie réalisée : 8 points

- 1) Déterminez la quantité de gaz consommée par le groupement des 2 chaudières **avec** le récupérateur en fonctionnement, toujours pour une charge de 100%.
- 2) Évaluez l'économie de gaz, en m³/an, obtenue si la quantité de gaz consommée dans les conditions citées sans le récupérateur de chaleur est de **922 180 m³**. Donnez la valeur du gain réalisé en %.
- 3) Calculez le temps de retour sur investissement du récupérateur Vitotrans 333.

C) Vérification de fonctionnement : 5 points

- 1) Donnez la contre pression totale que devra vaincre le ventilateur du brûleur de la chaudière n°3.
- 2) Indiquez si le choix initial du brûleur (cf. limites d'étude) était correct. Justifiez votre réponse.

BTS FLUIDES – ÉNERGIES – ENVIRONNEMENTS	Session 2008
Étude des installations – Option B	FEBEISI
	Page : 6/33

4^{ème} PARTIE : Etude du réseau hydraulique de raccordement au récupérateur - Durée : 40 min 20 points

Objectifs de l'étude :

Il s'agit ici d'étudier le raccordement hydraulique du récupérateur de chaleur.

*Documents disponibles :- Annexe 1bis : Schéma de principe de l'installation page 11/33
- Annexe 3 : Documentation récupérateur de chaleur pages 17 à 20/33
- Annexe 6 : Documents pompes Grundfos pages 27 à 29/33*

Descriptif :

Le circuit hydraulique de raccordement proposé en **annexe 1bis page 11/33** est équipé d'une pompe à vitesse de rotation variable régulée par l'intermédiaire de 2 capteurs de température (1 aller et 1 retour) non représentés. Ces capteurs ont pour fonction de mesurer l'écart de température d'eau entre l'aller et le retour et de permettre à la pompe d'adapter son débit en fonction d'une consigne de différence de température fixe.

Travail demandé :

- 1) Hormis la modulation de débit d'eau, quel est l'intérêt majeur de l'utilisation d'une pompe à vitesse de rotation variable ?
- 2) A l'aide de l'**annexe 3 pages 17, 18, 19 et 20/33**, définir la plage de débit pour laquelle la pompe pourra être sélectionnée en précisant les paramètres utilisés.
- 3) Déterminez le débit d'eau maximum de la pompe en considérant un écart de température sur l'eau maintenu à **5°C** grâce à l'action des capteurs de température sur la pompe.

Hypothèses : *Redémarrage de début de saison de chauffe
Chaudière à 100% de charge
Température des fumées = 180°C
Température d'entrée d'eau dans le récupérateur = 20°C*

- 4) Sélectionnez la pompe nécessaire ici, en considérant que les pertes de charge des différents équipements hors récupérateur sont évaluées à **1,2 bar**. Indiquez sa référence complète : pour cela vous utiliserez l'**annexe 6 pages 27, 28 et 29/33**.

Descriptif :

La puissance des chaudières est modulée, par l'intermédiaire des brûleurs modulants, en fonction de la température extérieure par une régulation en cascade.

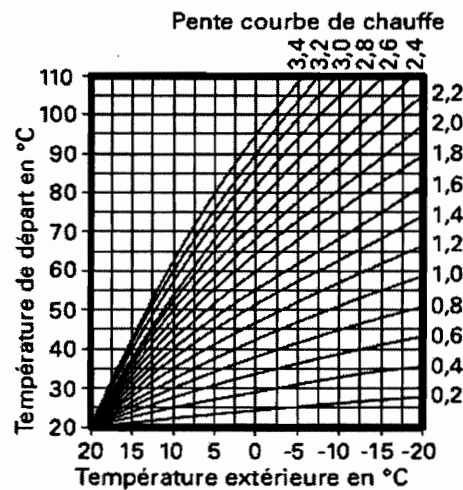
Chaque chaudière est équipée d'une régulation individuelle *Vitotronic100 type CG1*, raccordée par l'intermédiaire d'un module (bus) de communication *LON*, au régulateur général *Vitotronic333* qui pilote les différents *Vitotronic100* des chaudières en cascade.

Le récupérateur de chaleur est du type : Vitotrans 333 Z 000 779.

Caractéristiques de réglage

- PID à sortie trois points.
- Plage de réglage de la valeur de consigne d'ECS : de 10 à 60°C.

Courbes de chauffe :



La température de départ est limitée vers le haut par l'aquastat de chaudière "G" et la régulation électronique de température maximale des régulations de chaudière Vitotronic 100, type GC1.

Objectifs de l'étude :

Dans cette partie, il s'agit de définir certains paramètres de régulation des chaudières et de réaliser le schéma de raccordement de la régulation.

Les régulateurs *Vitotronic100* régulent la température de départ d'eau de chaque générateur en fonction de la demande par l'action sur les brûleurs modulants.

Document disponible : - Annexe 1bis : schéma de principe de l'installation page 11/33

Données complémentaires : - Température ambiante moyenne : 20°C

Document à rendre : - Document réponse 2 page 32/33

Travail demandé :

- 1) Quelle est la valeur de consigne de l'aquastat de réglage de chaque chaudière ? Pourquoi est-il nécessaire alors qu'il existe une régulation modulante de la puissance en fonction des besoins ?
- 2) Donnez la valeur de la pente du régulateur général *Vitotronic333*.
- 3) Proposez un schéma de principe de régulation de la chaudière n°2 : document réponse 2 page 32/33.