

# EXTRAIT DU CCTP

## CHAUFFERIE COGENERATION

### 1 – BASES DE CALCULS

#### 1.1 - CHAUFFAGE

##### 1.1.1 - Conditions de base

Les conditions extérieures de référence sont :

- Hiver : - 7 °C ( 90 % d'humidité relative )
- Eté : + 32 °C ( 42 % d'humidité relative )

##### 1.1.2 - Puissances

Les bilans thermiques du lycée sont les suivants :

- Déperditions : 3 000 kW
- Besoins ECS : 600 kW
- Besoins estimés : 3 155kW
- Hydro-accumulation : 200 m<sup>3</sup>

Le dimensionnement de la puissance du moteur de cogénération a été effectué par l'assistant au Maître d'Ouvrage lors de la réalisation du programme des travaux. Il en découlera la puissance de la chaufferie avec la prise en compte d'une part d'apport (écrêtage) par l'hydro-accumulation.

- Puissance active nette maximale délivrée au réseau à l'alternateur : 760 kW<sub>e</sub>
- Puissance thermique totale récupérable : 910 kW<sub>e</sub>
- Puissance totale chaufferie : 2 500 kW<sub>e</sub> .

#### 1.2 - VENTILATION

- Besoins en air comburant : 600 m<sup>3</sup> / h pour 100 kW nominal
- Températures extérieures : - 7 °C hiver et 32 °C été
- Températures intérieures : 40 °C

La température extérieure a été ramenée à 18 °C, température de calcul estimée sur la période de fonctionnement du moteur de cogénération.

#### 1.3 - REFROIDISSEMENT

Le régime indicatif de températures du réseau de refroidissement du moteur est 90/80°C. Les canalisations de distribution de l'eau de refroidissement seront dimensionnées pour une perte de charge linéique maximale de 15 mmCE / m.

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 22 sur 30</i>

## 1.4 - HYDRO-ACCUMULATION

Les caractéristiques physiques indicatives des cuves sont les suivantes :

- Construction en acier : 6 mm d'épaisseur
- Volume des cuves : 4 % 50 m<sup>3</sup>
- Dimensions :  $\phi = 3,00$  m, L = 7,00

L'hydro-accumulation sera composé de deux régimes de fonctionnement, le stockage et le déstockage :

- Stockage :
  - Débit d'eau : 4,2 kg / s, débit constant
  - Température d'eau chaude : 105 °C (Maxi )
- Déstockage :
  - Débit d'eau : 7,5 kg / s, débit constant
  - Température d'eau chaude : 105 °C (Maxi )

## 2 – COGENERATION

### 2.1 – MOTEUR DE COGENERATION

La prestation de l'entreprise comprend la fourniture et la mise en œuvre d'un groupe gaz de 760 kW<sub>e</sub> sortie brute alternateur à  $\cos \Phi = 0,928$ , avec récupération thermique de l'énergie dissipée sur les fumées et sur le circuit haute température du moteur.

Ce groupe est destiné pour fonctionner à 100 % de charge durant la saison d'hiver ( 01 / 11 au 31 / 03 ) avec une disponibilité de 95 % minimum.

L'ensemble possèdera un rendement électrique brut supérieur à 38 % sur kWh PCI consommés.

Les caractéristiques des moteurs et alternateur précisées dans les alinéas suivant, relèvent du choix réalisé à la conception par l'ingénierie. L'entreprise pourra proposer des solutions équivalentes qui présenteront les caractéristiques minimales suivantes et seront de même qualité et la fiabilité.

#### 2.1.1 – Caractéristique du moteur

- Marque du moteur : GUASCOR
- Type du moteur : SFGD 480 / 40
- Nombre de cylindre : 16 en V
- Cycle : 4 temps
- Vitesse de rotation : 1 500 tr / min
- cylindrée : 47,9 litres
- Puissance mécanique brut moteur : 808 kW
- Température des gaz d'échappement : 365 °C
- Débit des gaz d'échappement : 4 545 kg / h
- Caractéristiques des gaz d'échappement :
  - NO<sub>x</sub> : 350 mg / Nm<sup>3</sup>
  - CO : 650 mg / Nm<sup>3</sup>
  - NMHC : < 150 mg / Nm<sup>3</sup>

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 23 sur 30</i>

### 2.1.2 – Caractéristique de l’alternateur

- Marque : STAMFORD
- Version : bipalier
- Puissance : 1 110 kVA
- Tension : 400 Volts
- Fréquence : 50 Hz
- Vitesse : 1 500 tr / min
- Rendement à  $\cos \phi = 0,93$  : 96,2 % à 4/4 de charge
- Classe d’isolation : H
- Protection : IP 21
- Température ambiante : 40 °C
- Equipements annexes :
  - TI double enroulement dans la boîte à borne de l’alternateur, ( protection, comptage )
  - Régulateur 3 fonctions
  - Protection contre l’échauffement par soudes thermiques

### 2.1.3 – Performances du moteur

- Puissance mécanique de réglage brute. 808 kWm
- Puissance électrique brute sortie alternateur : 777 kW<sub>e</sub> à  $\cos \phi = 0,928$
- Puissance thermique circuit huile : 75 kW
- Puissance thermique circuit eau moteur : 565 kW
- Puissance gaz moteur ( refroidi à 120 °C ) : + 350 kW
- Puissance thermique totale garantie : = 915 kW
- Puissance électrique nette HT ( 20kV ) : 740 kW
- Consommation gaz : 2 150 kW PCI +/- 5 % max
- Consommation d’huile : 0,5 g / kWh ( +/- 5 % )
- Rendement électrique brut : > 37,9 / kWh PCI

### 2.1.4 – Equipement du moteur

- Régulation de vitesse, marque Woodward :
  - type électronique
  - taux de régulation ! + ou – 1 %
- Alimentation de combustible :
  - 1 vanne d’arrêt type manuelle
  - 1 filtre gaz
  - 2 électrovannes d’arrêt
  - 1 régulateur de pression d’alimentation
  - 1 mélangeur air gaz avec dispositif de réglage asservi au système de régulation électronique
  - 1 vanne de dosage de la qualité air gaz asservie à la régulation de vitesse du moteur

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i>		<i>Page 24 sur 30</i>
<i>Partie écrite : Etude des installations</i>		

- Système de graissage :
  - Graissage sous pression par pompe à engrenage
  - Pompe d'alimentation et pompe de vidange huile usagée
  - Electrovanne pour alimentation automatique d'huile
  - Dispositif de contrôle de niveau d'huile moteur
  - Mono-contact de pression d'huile
  - Electro-pompe de pré-graissage
  - Filtre surfin à huile
  
- Echappement Admission :
  - Turbo compresseur
  - Filtre à air sec
  - Réfrigérant du mélange air gaz
  - Collecteur d'admission avec soupape de surpression
  - Collecteur d'échappement refroidi
  - Capteur de mesure de contre-pression échappement pour alarme
  
- Système de démarrage :
  - Système de démarrage électrique 24 V
  
- Système d'allumage :
  - 1 bougie par cylindre
  - 1 bobine par cylindre

( La distribution basse tension est réalisée par la centrale électronique qui génère et distribue les impulsions de démarrage ( débit et durée des impulsions contrôlées par micro-processeur ), à partir de signaux issus de capteurs inductifs et de repère sur le volant d'inertie. )

### **3 – GESTION DES ENERGIES ET EVENEMENTS**

#### **4 – MESURES**

#### **5 – CABLAGE**

### **6 – ELECTRICITE ET REGULATION**

#### **6.1 – ELECTRICITE**

Les armoires électriques seront conçues et réalisées pour l'alimentation et la régulation des appareils mis en œuvre par l'entreprise, raccordées sur des attentes du lot électricité. L'entreprise aura donc à sa charge la réalisation de ces armoires, prestation comprenant :

- Une enveloppe extérieure IP21 avec porte et arrêt de porte dimensionnée avec 30 % de disponibilité
- Une coupure générale avec un interrupteur modulaire tripolaire manœuvré par une poignée extérieure au coffret
- Les protections pour chaque appareil par disjoncteur électromagnétique

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i>	<i>Page 25 sur 30</i>
	<i>Partie écrite : Etude des installations</i>	

- Les relayages et transformateurs d'isolement
- Les commandes par commutateurs trois positions ( Marche Forcée, Marche Automatique, Arrêt )
- La signalisation par DEL ( Diode Electro-Luminescente ) avec bouton test
- Le câblage interne avec repérage des liaisons
- Une réglette en tube fluorescent
- Un ventilateur
- Les liaisons équipotentielles à la terre de toutes les masses métalliques
- Un schéma de principe de l'installation pilotée par l'armoire sérigraphié sur plexiglas. Le schéma sera fourni à l'ingénierie pour approbation avant exécution

Les liaisons entre armoires et appareils seront réalisées en câble U1000 R2V posés sur des chemins de câbles dalles d'acier perforé galvanisé après perforation, cheminant sous les fourreaux pour les traversées ponctuelles ou sous tubes IRO, montage Métro ( pour alimentation terminales ).

Un dispositif de protection et de coupure sera mis en place à proximité de chaque appareil alimenté depuis les armoires électriques du présent lot

Liste des armoires électriques :

<b>Référence</b>	<b>Implantation</b>	<b>Appareils raccordés</b>
AE 1	Cogénération	Tous les équipements thermiques de la cogénération et hydro-accumulation et ventilateurs
AE 2	Chaufferie	Tous les équipements de la chaufferie et aéro-réfrigérant et ventilateurs

## 6.2 – REGULATION

L'entreprise devra prévoir dans cette prestation toutes les sujétions et éléments actifs nécessaires pour assurer le fonctionnement des installations conformément aux principes définis dans les paragraphes suivants de matériel mis en œuvre devant être compatible avec les équipements de régulation déjà installés dans les sous-stations sera de marque SATCHWELL

Les régulateurs prévus seront de type MN 620, avec un écran tactile pour 3 régulateurs.

Les écrans tactiles seront déportés en façade des armoires.

L'entreprise devra présenter pour validation avant toute réalisation, un synoptique détaillé de tous les principes de régulation avec les types et caractéristiques des produits mis en œuvre.

Il est à noter que l'exploitation et la maintenance de l'installation ( chaufferie, cogénération sous-station ) fera l'objet d'un appel d'offre qui comprendra notamment la mise en œuvre d'un superviseur de marque SATCHWELL de type MICRO VIEW 2000.

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 26 sur 30</i>

### 6.2.1 – Régulation du réseau primaire chauffage

**Objectifs :**

- Contrôle de la température primaire en fonction de la température extérieure ( loi d'eau en quatre points )
- Permutation de chaudière sur défaut et période journalière ou hebdomadaire

**Paramètres à prendre en compte :**

- Température extérieure
- Température de départ boucle primaire
- Température retour boucle primaire
- Limites basse et haute des températures de départ et retour
- Pilotage des brûleurs modulants

**Principe de régulation :**

- Gestion de la cascade échangeur cogénération, échangeur hydro-accumulation, chaudière 1 et chaudière 2

### 6.2.2 – Régulation des réseaux primaires du lycée

**Objectifs :**

- Permutation des pompes automatique des pompes primaires

**Paramètres à prendre en compte :**

- Défaut sur pompe
- Calendrier pour permutation hebdomadaire

**Principe de régulation :**

- Permutation automatique sur défaut ou sur horloge hebdomadaire

### 6.2.3 – Restitution sur les fumées

**Objectifs :**

- Récupération directe d'énergie sur les gaz d'échappement du moteur de cogénération

**Paramètres à prendre en compte :**

- Température de retour circuit primaire
- Température des cuves
- Température des gaz d'échappement

**Principe de régulation :**

- Mise en fonction du circulateur
- Fermeture du by-pass des gaz d'échappement de l'échangeur fumées
- Fermeture totale de la vanne de by-pass sur l'échangeur de restitution des fumées
- Fermeture totale de la vanne de by-pass de l'échangeur des fumées
- Les vannes deux voies sont fermées en position normale

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 27 sur 30</i>

Fin de cycle ( température moyenne des cuves à 105 °C et température retour primaire supérieure à une température de référence )

- Action sur le by-pass des fumées pour rejet direct de l'échappement à l'atmosphère
- Ouverture totale de la vanne de by-pass sur l'échangeur des fumées
- Arrêt du circulateur

#### 6.2.4.a – stockage hydro-accumulation

Objectifs :

- Lorsque la demande de chaud est inférieure à la disponibilité sur la cogénération ( circuit haute température et récupération sur les fumées ) l'objectif est de limiter le rejet direct de l'échappement du moteur et récupérer l'énergie des fumées pour réchauffer le volume d'eau des cuves. L'ensemble est géré par un automate avec dérogation manuelle ( protégée ).

Paramètres à prendre en compte :

- Température de retour circuit primaire
- Température des gaz d'échappement
- Température des cuves

Principe de régulation :

- Action sur le by-pass des fumées pour rejet de l'échappement à l'atmosphère après restitution sur l'échangeur des fumées (si nécessaire suivant le fonctionnement précédent),
- Ouverture des vannes deux voies « stockage » ( les vannes sont en position normale fermées )
- Mise en fonction du circulateur
- Fonctionnement modulant du by-pass échangeur des fumées pour maintien de la température maximale de distribution à 105°C,
- Ouverture totale de la vanne by-pass de l'échangeur de restitution sur les fumées

Fin de cycle ( température moyenne des cuves à 105 °C ) :

- Action sur le by-pass des fumées pour rejet de l'échappement à l'atmosphère
- Ouverture totale de la vanne de by-pass sur l'échangeur des fumées
- Fermeture du by-pass de l'échangeur de restitution sur les fumées
- Arrêt du circulateur
- Fermeture des vannes deux voies

#### 6.2.4.b – Déstockage hydro-accumulation

Objectifs :

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 28 sur 30</i>

- Lorsque la demande de chaud est supérieure à la disponibilité sur la cogénération ( circuit haute température et récupération sur les fumées ) et que la température des cuves est supérieure à une température limite ( paramétrable, pré-réglée à 103 °C ), l'objectif est de restituer l'énergie stockée sur le réseau de chauffage primaire avant la mise en fonction des chaudières ( voir chapitre cascade ). L'ensemble est géré par un automate avec dérogation manuelle ( protégée ).

Paramètres à prendre en compte :

- Température de retour circuit primaire
- Gestion de la cascade
- Température des cuves

Principe de régulation :

- Ouverture des vannes deux voies « déstockage » ( les vannes sont en position normale fermées )
- Mise en fonction du circulateur

Fin de cycle ( température moyenne des cuves à 90 °C ) :

- Arrêt du circulateur
- Fermeture des vannes deux voies

#### 6.2.5 – Aéroréfrigérant basse température

Objectifs :

- Limiter la température de retour sur le circuit basse température

Paramètres à prendre en compte :

- Température de retour circuit basse température

Principe de régulation :

- Mise en fonction des ventilateurs de l'aéroréfrigérant
- Fonctionnement de la pompe en permanence

#### 6.2.6 – Aéroréfrigérant haute température

Objectifs :

- Limiter la température de retour sur le circuit haute température

Paramètres à prendre en compte :

- Température de retour circuit haute température

Principe de régulation :

- Mise en fonction des ventilateurs de l'aéroréfrigérant
- Action sur la vanne trois voies modulante
- Fonctionnement de la pompe en permanence ( étage 1 de la cascade )

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 29 sur 30</i>



### 6.2.7 – Ventilateur local cogénération

Objectifs :

- Maintien d'une température maximale dans le local cogénération
- Désenfumage du local en cas de détection

Paramètres à prendre en compte :

- Température du local
- Détection gaz sur la centrale
- Détection incendie

Principe de régulation :

- Fonctionnement des ventilateurs en cascade en fonction des états des paramètres

### 6.2.8 – Ventilateur local cuves

Objectifs :

- Maintien d'une température maximale dans le local des cuves d'hydro-accumulation

Paramètres à prendre en compte :

- Température du local

Principe de régulation :

- Fonctionnement des ventilateurs en cascade en fonction de la température du local

<i>Brevet de Technicien Supérieur Fluides Energies Environnements</i>		<i>Option B</i>
<i>Session 2006</i>	<i>Durée : 4 heures</i>	<i>Coefficient : 4</i>
	<i>Etudes et Interventions sur des Equipements : E3</i> <i>Partie écrite : Etude des installations</i>	<i>Page 30 sur 30</i>