



ETUDE DES SYSTEMES ET DE SES EQUIPEMENTS

DUREE : 4H00

COEFFICIENT : 4

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

NOM :

L'USAGE DE CALCULATRICES AUTONOMES CONFORMES
A LA CIRCULAIRE REF. : C. N° 99-186 DU 16-11-1999 EST AUTORISE.

LE SUJET COMPORTE 31 PAGES

LES DOCUMENTS-REPONSE SONT A RENDRE AVEC LES COPIES
ET SERONT ASSOCIES A LA PARTIE CORRESPONDANTE

1^{ERE} PARTIE :	/ 20
2^{EME} PARTIE :	/ 20
3^{EME} PARTIE :	/ 25
4^{EME} PARTIE :	/ 10
5^{EME} PARTIE :	/ 25
TOTAL :	/ 100

COMMENTAIRES

/ 20

PRÉSENTATION DU DOSSIER

CONSIGNES GENERALES

- Aucun document personnel n'est autorisé.
- Le document rendu sera numéroté de l/n à fin; n étant le nombre de feuilles rendues, y compris les documents réponse à compléter.
- Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation du travail fourni par le candidat.
- Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.
- Le sujet peut comporter :
 - des données dont l'ordre est indépendant des parties à traiter ou des données en excès
 - des informations manquantes que le candidat aura se fixer, en appréciant un ordre de grandeur correct
- Toutes les réponses devront être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul...
- Toute information rajoutée sera clairement justifiée.
- Les calculs seront effectués avec une précision convenable et les résultats numériques ne seront pris en compte :
 - qu'avec les opérations numériques justificatives
 - qu'avec leurs unités
- Certaines documentations donnent des valeurs qui ne sont pas dans les unités légales

TEMPS ESTIMATIF ET COMPOSITION DU SUJET

Le sujet comporte cinq parties indépendantes :

- **PARTIE N° 1** (temps : 60 min.)
ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'INSTALLATION
- **PARTIE N° 2** (temps : 30 min.)
ETUDE DE LA REGULATION DE LA CASCADE
- **PARTIE N° 3** (temps : 35 min.)
ETUDE DE LA PRODUCTION DE CHALEUR PAR LES CHAUDIERES
- **PARTIE N° 4** (temps : 30 min.)
ETUDE DE LA TOUR DE REFROIDISSEMENT
- **PARTIE N° 5** (temps : 45 min.)
ETUDE DE LA SOUS-STATION 2

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DES CANDIDATS

Texte et Sujet		1/31 à 6/31	
Document-réponse n° 1.1	7/31	Annexe 1 :	12/31
Document-réponse n° 1.2	8/31	Annexe 2 :	13/31
Document-réponse n° 1.3	8/31	Annexe 3 :	14/31 à 15/31
Document-réponse n° 2	8/31	Annexe 4 :	16/31 à 18/31
Document-réponse n° 3	11/31	Annexe 5 :	19/31 à 22/31
Extrait CCTP		23/31 à 31/31	

1ERE PARTIE : ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'INSTALLATION

Le dossier étudié concerne la mise en place d'une cogénération dans un lycée situé dans l'ouest de la France.

L'installation de cogénération et les ballons hydro-accumulateurs sont ajoutés à l'ancienne installation de chauffage afin de diminuer les coûts de l'énergie électrique et de chauffage du lycée.

La cogénération est arrêtée lorsqu'il n'est pas nécessaire de chauffer à partir d'une température extérieure de 18 [°C].

Le bâtiment intégrera un local chaufferie, un local pour le moteur et l'alternateur et un local pour les ballons d'hydro-accumulation.

L'extrait du CCTP joint au dossier précise le fonctionnement de l'installation.

- Après lecture de l'extrait du CCTP (p. 23/31 à 31/31), analyser le fonctionnement de cette installation et indiquer sur les **DOCUMENTS-REPONSE N°1.1 A 1.3** le sens de circulation des fluides dans les trois cas suivants :
 - CAS 1** : toute la puissance récupérée sur la cogénération est utilisée pour le chauffage (cas HIVER) → **DOCUMENT-REPONSE N°1.1** (p. 7/31)
 - CAS 2** : la puissance récupérée sur la cogénération est accumulée dans les ballons de stockage, le chauffage étant toujours en fonctionnement (cas MI-SAISON) → **DOCUMENT-REPONSE N°1.2** (p. 8/31)
 - CAS 3** : déstockage de l'énergie accumulée, la puissance demandée étant supérieure à la puissance récupérée sur la cogénération → **DOCUMENT-REPONSE N°1.3** (p. 9/31)
- Donner le rôle de l'échangeur Aéro-réfrigérant de 640 [kW] (Cf Document-réponse n°1.3)

2EME PARTIE : ETUDE DE LA REGULATION DE LA CASCADE

On s'intéresse au fonctionnement de la cascade : Echangeur Cogénération + Echangeur Hydro-accumulation + Chaudière 2 + Chaudière 1.

L'extrait du CCTP précise :

- La marche et l'arrêt de chaque composant de la cascade se fait en fonction de la température de retour et agit sur la vanne deux voies motorisée, la pompe de circulation et la mise sous tension des chaudières.
- La consigne de température est fixée à 80 [°C] (Données Constructeurs)
- Le différentiel statique est de 5 [°C] et le décalage entre graphes est de 2 [°C]

1. Placer la sonde permettant la régulation de la cascade sur le document-réponse N°2.
→ **DOCUMENT-REPONSE N°2** (p. 10/31)

2. Faire le bilan des entrées et sorties du régulateur nécessaires pour la régulation de la cascade : nombre, type (analogique ou digitale)

Donner le nombre de régulateur SATCHWELL MN 620 à installer (Annexe 1)
→ **ANNEXE 1** (p. 12/31)

3. Donner, sous forme d'un chronogramme, les séquences suivantes :

- Marche et Arrêt de la chaudière 1
- Marche et Arrêt de la vanne deux voies motorisée
- Marche et Arrêt de la pompe
- Marche et Arrêt du brûleur

4. Tracer les graphes de sortie de la régulation de la cascade (graphes d'action du régulateur) permettant de répondre aux prescriptions du CCTP : le circuit de cogénération étant toujours en fonctionnement pour refroidir le moteur

3EME PARTIE : ETUDE DE LA PRODUCTION DE CHALEUR PAR LES CHAUDIERES

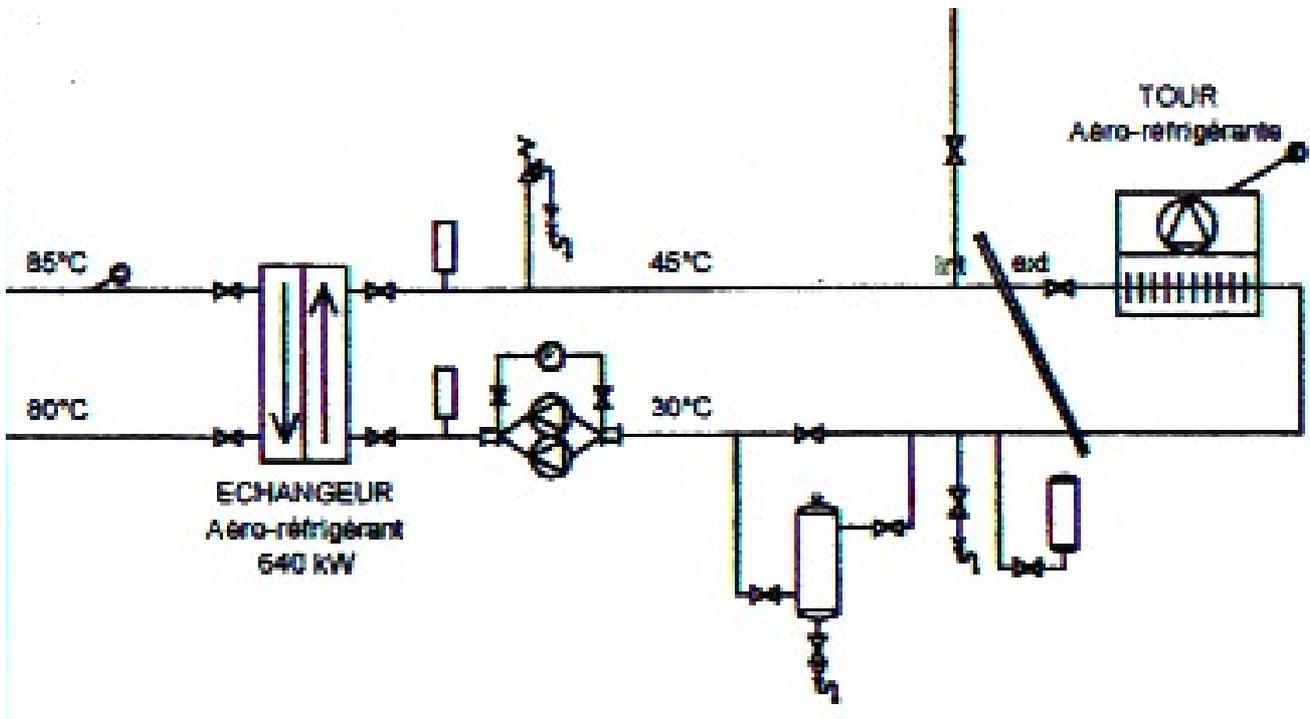
Les analyses de combustion ont donnés les résultats suivants :

CO ₂	O ₂	CO	T° FUMÉES	T° AMBIANTE
9,5 %	4,0 %	6 ppm	190,8 [°C]	21,3 [°C]

1. Placer le point représentant la combustion sur le diagramme d'Ostwald joint (Annexe 2) et en déduire l'excès d'air
→ **ANNEXE 2** (p. 13/31)
2. Etablir les équations de combustion du gaz naturel dont la composition volumique est la suivante : CH₄ : 97,4 % ; C₂H₆ : 2,6 %
3. Calculer le volume de fumées sèches
Calculer le volume et le pourcentage volumique de CO₂ dans les fumées sèches par [m³_(n) de gaz]
4. A partir de la valeur mesurée de CO₂ dans les fumées, calculer le volume réel des fumées sèches
5. Calculer l'excès d'air et conclure sur cette valeur
6. Sélectionner les chaudières (Annexe 3) sachant que la puissance nominale est d'au moins 1250 [kW]
→ **ANNEXE 3** (p. 14/31 à 15/31)
Déterminer le débit nominal de gaz en [m³/h] sachant que le PCI de ce gaz est de 11,3 [kWh/m³_(n)]
7. Déterminer la perte de charge sur l'eau due induite par la chaudière sachant que le régime d'eau est de 100 / 85 [°C].
Déterminer la perte de charge sur les fumées → **ANNEXE 3** (p. 14/31 à 15/31)
8. On a choisi d'installer un brûleur modulant sur cette chaudière : donner le principe de fonctionnement de ce type de brûleur en précisant sur quoi agit la modulation
9. Sélectionner le brûleur (Annexe 4) à installer sachant que la pression d'alimentation en gaz est de 300 [mbar]
→ **ANNEXE 4** (p. 16/31 à 18/31)

4EME PARTIE : ETUDE DE LA TOUR DE REFROIDISSEMENT

La tour installée est une tour de refroidissement en circuit fermé.



1. Quel est le rôle du circuit secondaire de la tour ?
2. Quelle précaution préconisez-vous en cas de gel ?
3. Pour les conditions de fonctionnement les plus défavorables à savoir une température extérieure égale à 18 [°C] et une humidité relative extérieure égale à 60 [%], dimensionner la tour de refroidissement en circuit fermé (Annexe 5)

→ **ANNEXE 5** (p. 19/31 à 22/31)

On prendra une capacité thermique massique de l'eau lycolée de 3900 [J/kg.K]

5EME PARTIE : ETUDE DE LA SOUS-STATION N°2

Le réseau primaire alimente quatre sous-stations : nous allons nous intéresser à la sous-station n° 2 d'une puissance de 223 [kW] qui alimente un circuit Radiateurs d'une puissance de 111 [kW] sous un régime d'eau de 90 / 70 [°C] et un circuit Plancher chauffant sous un régime d'eau de 45 / 40 [°C], ceci pour une température extérieure de non-chauffage de 18 [°C].

1. Compléter le schéma de principe – Document-réponse n°3
→ **DOCUMENT-REPONSE N°3** (p. 11/31)
2. Implanter la régulation du circuit Radiateurs, régulation en fonction de la température extérieure
3. Représenter graphiquement les lois de chauffe nécessaires :
 - Pour la régulation du circuit Radiateurs
 - Pour la régulation du circuit Plancher chauffant
4. Déterminer (par calcul) la température de départ et de retour du circuit radiateurs quand la température extérieure est de 10 [°C]
5. On utilise une vanne magnétique alimentée en 0 / 10 [volt].
Tracer le graphe d'action du régulateur sachant que la température de consigne de départ du circuit Radiateurs est égale à 40 [°C], que la consigne sera placée au milieu de la bande proportionnelle et que la bande proportionnelle est égale à 5 [°C]
6. En régulant uniquement en mode proportionnel, on constate un problème au niveau Réponse du système : quel est ce problème et comment peut-on y remédier ?
7. La vanne utilisée ayant une réponse caractéristique de type logarithmique, calculer le pourcentage d'ouverture de la vanne lorsque le système fonctionne dans les conditions de la question 4

La relation liant Ouverture de la vanne et Débit la traversant est la suivante :

$$q / Q = e^{4(Y-1)}$$

avec Y : ouverture de la vanne trois voies

q : débit avant la vanne

Q : débit après la vanne

DOCUMENT-REPOSE N° 1.1

DOCUMENT-REPOSE N° 1.2

DOCUMENT-REPOSE N° 1.3

DOCUMENT-REPOSE N° 2

DOCUMENT-REPOSE N° 3

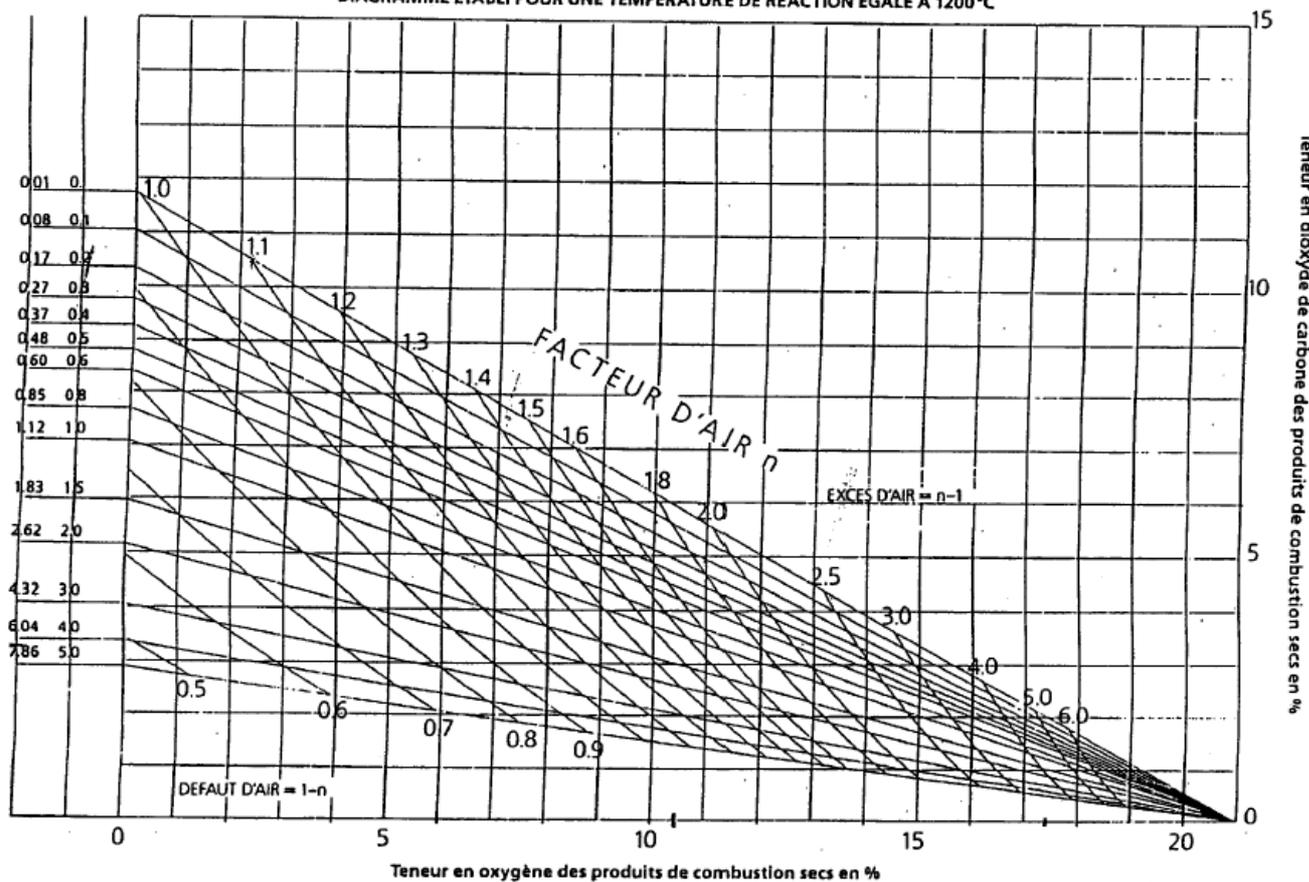
ANNEXE 2 : DIAGRAMME D'OSTWALD

$\frac{(H_2)}{(CO_2)}$ $\frac{(CO)}{(CO_2)}$
 (CO₂) (CO₂)

DIAGRAMME DE COMBUSTION

GAZ NATUREL

DIAGRAMME ÉTABLI POUR UNE TEMPÉRATURE DE RÉACTION ÉGALE A 1200°C



ANNEXE 3 : DOCUMENTATION VISSMANN (VITOPLEX)

Caractéristiques techniques

Caractéristiques techniques

Puissance nominale	de kW à kW	575 635	720 790	895 985	1120 1230	1400 1540	1750 1925
Débit calorifique nominal	de kW à kW	625 694	782 863	972 1076	1217 1344	1522 1693	1902 2104
Numéro CE		CE-0085					
Température de départ maximale	°C	110	110	110	110	110	110
Pression de service maxi	bars	6	6	6	6	6	6
Contre-pression côté gaz de fumées							
- à la puissance nominale inférieure	mbar	3,0	3,5	3,6	5,2	4,7	5,0
- à la puissance nominale supérieure	mbar	3,3	4,2	4,4	6,3	5,7	6,1
Dimensions corps de chaudière							
Longueur ^{*1}	mm	2161	2161	2361	2571	2824	3059
Largeur	mm	1082	1082	1176	1176	1280	1280
Dimensions totales							
Longueur totale	mm	2228	2228	2428	2638	2926	3181
Largeur totale							
- avec régulation	mm	1460	1460	1550	1550	1655	1655
- sans régulation	mm	1285	1285	1375	1375	1480	1480
Hauteur totale (avec manchons)	mm	1693	1693	1957	1957	2143	2143
Hauteur silentblocs (en charge)	mm	37	37	37	37	37	37
Socle maçonné							
Longueur	mm	2000	2100	2200	2400	2600	2800
Largeur	mm	1250	1250	1350	1350	1500	1500
Diamètre de la chambre de combustion	mm	684	684	780	780	838	838
Longueur de la chambre de combustion	mm	1667	1667	1865	2075	2313	2548
Poids corps de chaudière	kg	1414	1540	2125	2262	2938	3367
Poids total corps de chaudière avec isolation et régulation de chaudière	kg	1516	1645	2255	2397	3103	3542
Capacité eau de chaudière	litres	1033	935	1398	1531	2040	2131
Raccords chaudière							
Départ et retour chaudière	PN 6 DN	100	100	125	125	150	150
Raccord sécurité (soupape de sécurité)	PN 16 DN	40	40	50	50	65	65
Vidange	R (filetage mâle)	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Fumées^{*2}							
Température (pour une température d'eau de chaudière de 60°C)							
- à la puissance nominale inférieure	°C	185	185	185	185	185	185
- à la puissance nominale supérieure	°C	200	200	200	200	200	200
- à charge partielle	°C	125	125	125	125	125	125
Température (pour une température d'eau de chaudière de 80°C)							
- à la puissance nominale inférieure	°C	195	195	195	195	195	195
Débit massique (FOD et gaz naturel)							
- à la puissance nominale inférieure	kg/h	958	1204	1490	1870	2340	2910
- à la puissance nominale supérieure	kg/h	1064	1328	1650	2065	2585	3219
- à charge partielle	kg/h	578	723	900	1130	1410	1760
Tirage de cheminée requis	Pa/mbar	0	0	0	0	0	0
Buse de fumées	∅ extérieur mm	250	250	300	300	400	400
Capacité en gaz	m ³	0,98	1,01	1,47	1,64	2,23	2,51
Rendement global annuel pour un système à températures d'eau de 75/60°C	%	94	94	94	94	94	94
Pertes à charge nulle P_A, ΔT = 50 K	%	0,18	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12

^{*1} Porte de chaudière déposée.

^{*2} Valeurs de calcul pour le dimensionnement de la cheminée rapportées à 13,0 % de CO₂ au FOD et à 10,0 % de CO₂ au gaz naturel. Températures des fumées brutes mesurées à 20°C de température d'air de combustion. Les indications pour la charge partielle se rapportent à 60 % de la puissance nominale. La température des fumées pour une température d'eau de chaudière de 60°C est un paramètre de dimensionnement de la cheminée. La température des fumées pour une température d'eau de chaudière de 80°C sert de valeur de référence pour la mise en place de conduits de fumées ayant des températures de service maxi limitées.

► Caractéristiques techniques des composants de la technique modulaire Viessmann, voir feuilles techniques correspondantes.

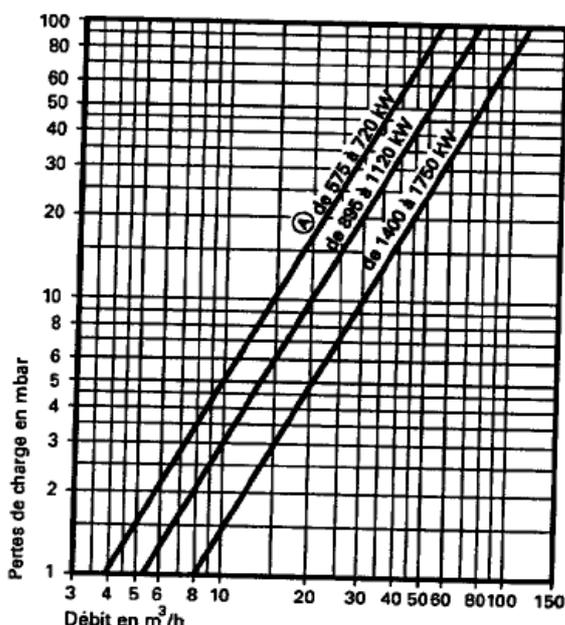
5816 201-F

ANNEXE 3 : DOCUMENTATION VISSMANN (VITOPLEX)

Caractéristiques techniques
Etat de livraison
Régulations possibles

Pertes de charge côté eau

La Vitoplex 100 ne doit fonctionner que dans des chauffages à eau chaude à circulation accélérée.



(A) Puissance nominale

Régulations possibles

Installations à une seule chaudière :

■ sans armoire de commande Vitocontrol

Vitotronic 100 (type GC1) pour marche à température d'eau constante ou pour marche en fonction de la température extérieure en association avec une armoire de commande (voir ci-dessous) ou une régulation externe

Vitotronic 200 (type GW1) pour marche à température d'eau de chaudière modulée, sans action sur vanne mélangeuse

Vitotronic 300 (type GW2) pour marche à température d'eau de chaudière modulée, avec action sur vanne mélangeuse pour 2 circuits de chauffage avec vanne mélangeuse maxi

■ avec armoire de commande Vitocontrol

Vitotronic 100 (type GC1) et armoire de commande Vitocontrol avec **Vitotronic 333** (type MWS1) en fonction de la température extérieure avec action sur 2 vannes mélangeuses maxi et d'autres régulations Vitotronic 050, type HK1S ou HK3S agissant respectivement sur 1 et jusqu'à 3 vannes mélangeuses ou armoire de commande avec régulation externe (à fournir par l'installateur)

Pour installations à plusieurs chaudières (jusqu'à 4 chaudières) :

■ sans armoire de commande Vitocontrol

Vitotronic 100 (type GC1) et module **LON** en association avec une **Vitotronic 333** (type MW1) pour marche à température d'eau de chaudière modulée, pour la 1^{ère} chaudière d'une installation à plusieurs chaudières et **Vitotronic 100** (type GC1) et module **LON** pour marche à température d'eau de chaudière modulée, pour la 2^e à la 4^e chaudière d'une installation à plusieurs chaudières

■ avec armoire de commande Vitocontrol

Vitotronic 100 (type GC1) et module **LON** pour marche à température d'eau de chaudière modulée pour chacune des chaudières d'une installation à plusieurs chaudières et armoire de commande Vitocontrol avec **Vitotronic 333** (type MWS1) en fonction de la température extérieure avec action sur 2 vannes mélangeuses maxi et d'autres régulations Vitotronic 050, type HK1S ou HK3S agissant respectivement sur 1 et jusqu'à 3 vannes mélangeuses ou armoire de commande avec régulation externe (à fournir par l'installateur)

Etat de livraison

Corps de chaudière avec porte de chaudière en place, trappe de ramonage et plate-forme de travail vissées.

Les contrebrides sont vissées sur les manchons.

Les vis égalisatrices de calage, la plaque porte-brûleur et le capuchon de viseur de flamme se trouvent dans la chambre de combustion.

2 cartons contenant la jaquette d'isolation et 1 brosse de nettoyage

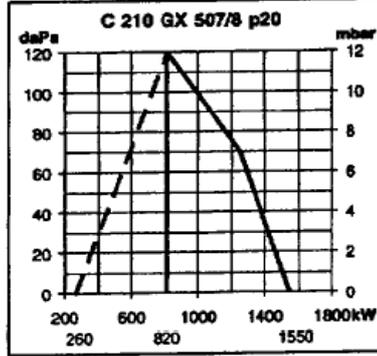
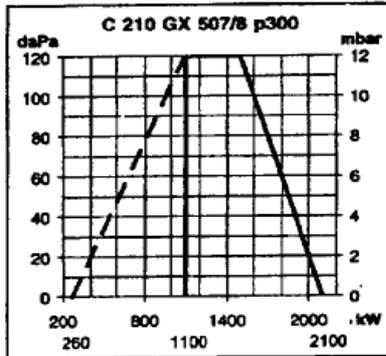
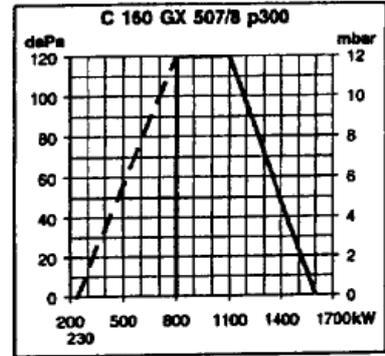
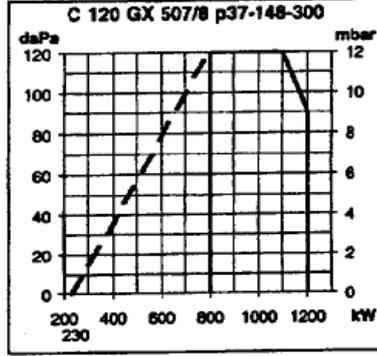
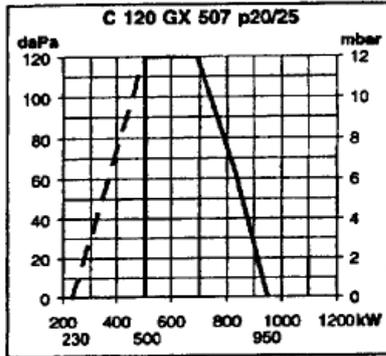
1 carton contenant la régulation de chaudière

1 pochette de documentation (fiche de codage et notices techniques)

ANNEXE 4 : DOCUMENTATION CUENOD (BRULEUR MODULANT)

Données techniques

Courbes de puissance Caractéristiques du brûleur Colisage



Caractéristiques du brûleur

Les brûleurs monoblocs gaz C 120, C 160 et C 210 Systèmes AGP et IME (Air Gaz Proportionnel et Injection Multi Etages) sont des appareils à air soufflé avec faibles rejets polluants (bas Nox). Ils utilisent les gaz répertoriés dans le tableau ci-inclus sous réserve d'un réglage approprié au gaz et à la pression distribués, en tenant compte des variations contractuelles du H_i des gaz naturels.

Ils fonctionnent en deux allures progressives ou en modulant, en associant un régulateur de puissance PI ou PID.

Ils s'adaptent sur des générateurs conformes à la norme EN 303.1.

Ils sont disponibles en trois longueurs fixes de tête de combustion (T1-T2-T3). Le coffret de commande et de sécurité SG 5xx est prévu pour un service intermittent (limité à vingt-quatre heures en régime continu).

Colisage

Le brûleur est livré sur une palette en trois colis d'un poids variable de 92 à 110 kg suivant le modèle.

Le corps du brûleur :

- la platine électrique intégrée,
- la pochette de documentation comprenant :
 - la notice d'emploi,
 - les schémas électrique et hydraulique,
 - la plaque de chaufferie,
 - le certificat de garantie.

La tête de combustion :

- le joint de façade chaudière, un sachet de boulonnerie, deux axes charnière.
- un sachet de 6 vis M5x6 non percées, fixation du déflecteur au gaz propane.

La rampe gaz :

- ensemble vannes, collecteur.

Puissance	C120 $\frac{p20}{p300}$		C160		C210 $\frac{p20}{p300}$		
	min	max	min	max	min	max	
Brûleur (kW)	800/800	950/1200	800	1600	800/1100	1550/2100	
Min. allumage (kW)	230	—	230	—	260	—	
Générateur (kW)	736	1104	736	1472	1012	1932	
Débit nominal réel de gaz à 15°C et 1013 mbar							
Naturel groupe H $H_i = 9,45$ (kWh/m ³)	m ³ /h	85	127	85	170	116	222
Naturel groupe L $H_i = 8,13$ (kWh/m ³)	m ³ /h	98	148	98	197	135	258
Propane P $H_i = 24,44$ (kWh/m ³)	m ³ /h	33	49	33	65	45	86

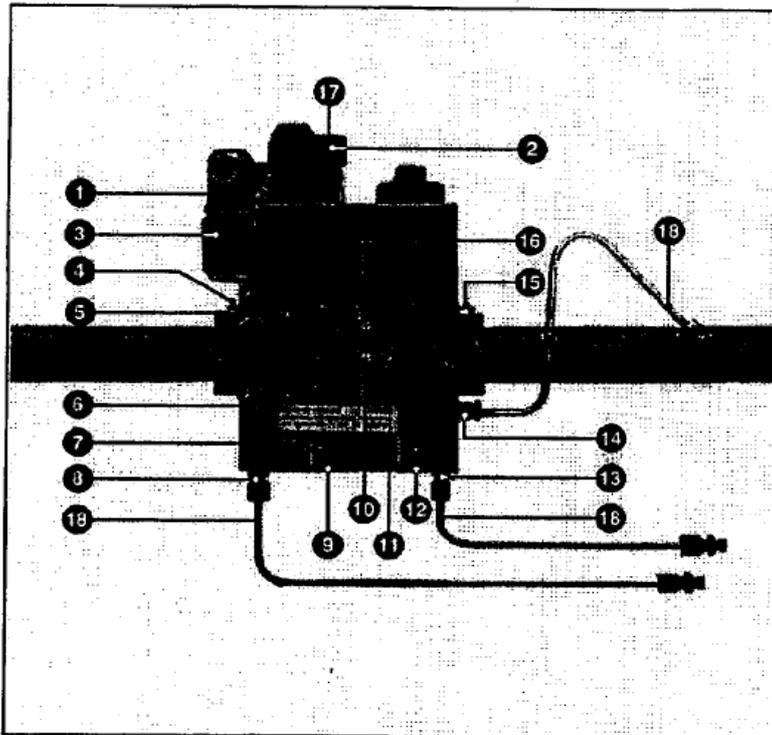
Masses volumiques kg/m³ = 1,98

Type de gaz	Groupe	Pression de distribution			Hi à 0° C et 1013 mbar		Gaz de référence
		pn mbar	pmín mbar	pmáx mbar	min (kWh/m ³)	max (kWh/m ³)	
Gaz naturel	2H	20	17	25	9,5	11,5	G20
		300	240	360			
Gaz naturel	2L	25	20	30	8,5	9,5	G25
		300	240	360			
Propane commercial	3P	37	25	45	24,5	26,5	G31
		148	100	180			

ANNEXE 4 : DOCUMENTATION CUENOD (BRULEUR MODULANT)

Mise en service

Description et réglages Vanne gaz MBVEF



- 1 Raccordement électrique du pressostat (DIN 43650)
- 2 Raccordement électrique de l'électrovanne (DIN 43650)
- 3 Pressostat
- 4 Bride d'entrée
- 5 Prise de pression G 1/8 avant le filtre possible des deux côtés
- 6 Tamis sous le couvercle
- 7 Plaque signalétique
- 8 Raccordement G 1/8 pour la pression d'air pL
- 9 Vis de réglage du rapport V
- 10 Prise de pression pe G 1/8 des deux côtés
- 11 Prise de pression gaz pBr M4 (V2)
- 12 Vis de réglage de la correction du point zéro N
- 13 Raccordement G 1/8 pour la pression du foyer pF
- 14 Raccordement G 1/8 pour la pression gaz pBr
- 15 Bride de sortie
- 16 Prise de pression pa après V1 des deux côtés
- 17 Indicateur de marche V1, V2 (option)
- 18 Tubes prise pression pBr - pL - pF

La vanne MB VEF... est un ensemble compact comprenant : un filtre, un pressostat réglable, une vanne de sécurité non réglable à ouverture et fermeture rapide, une vanne principale asservie au régulateur de proportion, réglable à l'ouverture (V et N), qui permet d'obtenir un rapport constant, débit de gaz sur débit d'air. La fermeture est rapide.

Le régulateur prend en compte également la pression pF dans la chambre de combustion ou la pression atmosphérique.

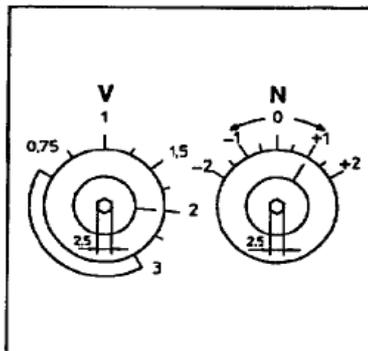
A la livraison la vanne est pré-réglée suivant le tableau ci-inclus.



Réglage du pressostat gaz

- Déposer le capot transparent. Le dispositif comporte un index ▲ et un disque mobile gradué.
- Régler provisoirement le pressostat au mini de la valeur indiquée sur le disque gradué.

Brûleurs C 120, 180, 210 GX 507/8			
p	VEF	412	420
20	V		1,25
25	N		0
20	N		0
25	N		0
37	V		1,25
37	N		0
148	V	1,25	
300	V	1,25	
148	N	0	
300	N	0	



Réglage du régulateur

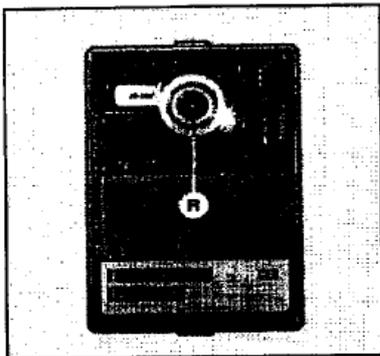
Tous les réglages se font brûleur en fonctionnement.

- Agir avec une clé six pans de 2,5mm sur deux vis :
 - la vis V donne le rapport gaz/air graduation de 0,75 à 3,0.
 - la vis N permet de corriger l'excès d'air au débit minimum graduation de - 2 à + 2.

ANNEXE 4 : DOCUMENTATION CUENOD (BRULEUR MODULANT)

Mise en service

Caractéristiques du coffret de commande et de sécurité Diagramme de fonctionnement du coffret SG 5xx



Appuyer sur R pendant provoque ...
... moins de 9 secondes...	le déverrouillage ou le verrouillage du coffret.
... entre 9 et 13 secondes...	l'effacement des statistiques
... plus de 13 secondes...	aucun effet sur le coffret.

Le coffret de commande et de sécurité GAZ SG xxx est un appareil à service intermittent (limité à vingt-quatre heures en régime continu) dont le programme est géré par un microcontrôleur. Il intègre également l'analyse des dérangements, par des signaux lumineux codifiés.

Lorsque le coffret est en dérangement le bouton R est allumé. Toutes les dix secondes le code de dérangement apparaît jusqu'au moment où le coffret est réarmé.

Une consultation ultérieure est possible grâce à la mémoire non volatile du microcontrôleur.

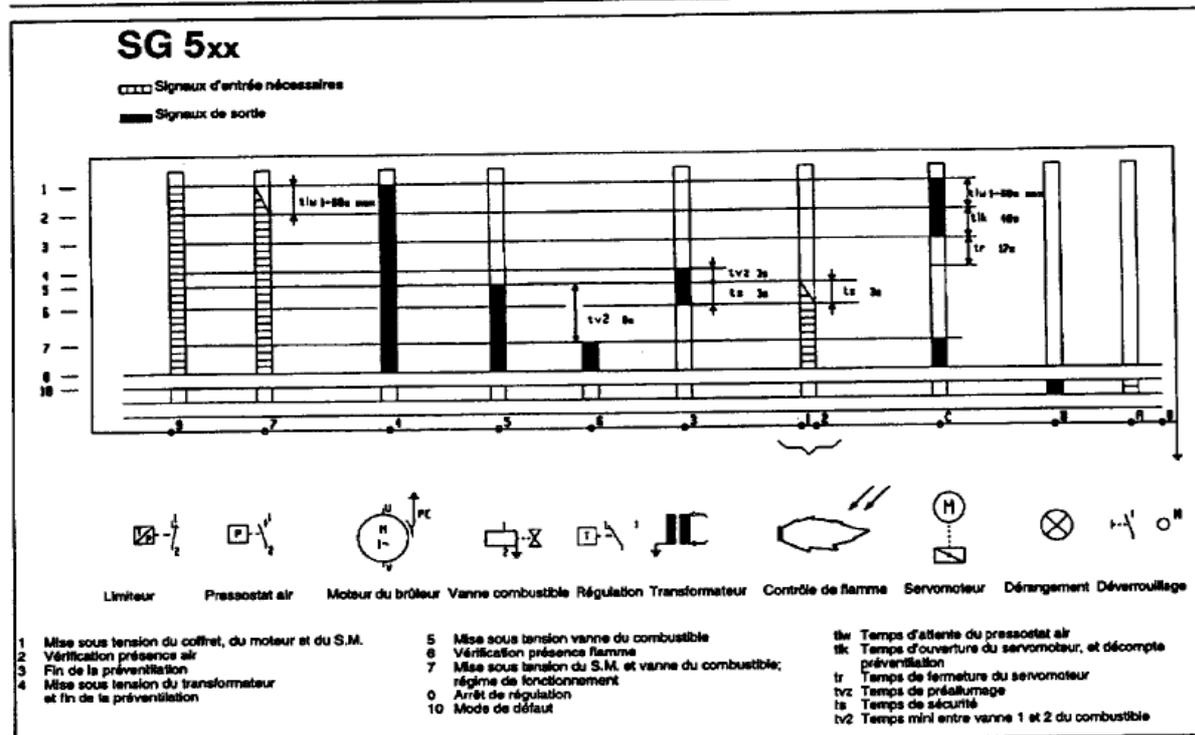
Le coffret s'arrête sans signal lorsque la tension est inférieure au minimum requis. Lorsque la tension redevient normale le coffret redémarre automatiquement.

En fonctionnement continu, une coupure thermostatique est obligatoire au terme de vingt-quatre heures.

⚠ Les manœuvres de dépose et pose du coffret se réalisent hors tension. Le coffret ne doit être ni ouvert, ni réparé.

Code	Désignation du dérangement
★	Pas de signal de flamme à la fin du temps de sécurité.
★	Lumière parasite en préventilation et préallumage.
★	Pressostat d'air : le contact ne ferme pas.
★	Pressostat d'air : le contact s'ouvre lors du démarrage ou en cours de fonctionnement.
★	Pressostat d'air : le contact est soudé.
★	Disparition de la flamme en fonctionnement.
★ -	Le coffret a été volontairement arrêté.
Code ★ -	Légende Signal lumineux court Signal lumineux long Pause courte Pause longue

Des informations plus détaillées concernant le mode de fonctionnement et de dérangement peuvent être extraites du coffret SG xxx par l'intermédiaire d'appareils spécifiques.



ANNEXE 5 : DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

ANNEXE 5 : DOCUMENTATION EWK (TOUR DE REFROIDISSEMENT)

Principes de fonctionnement

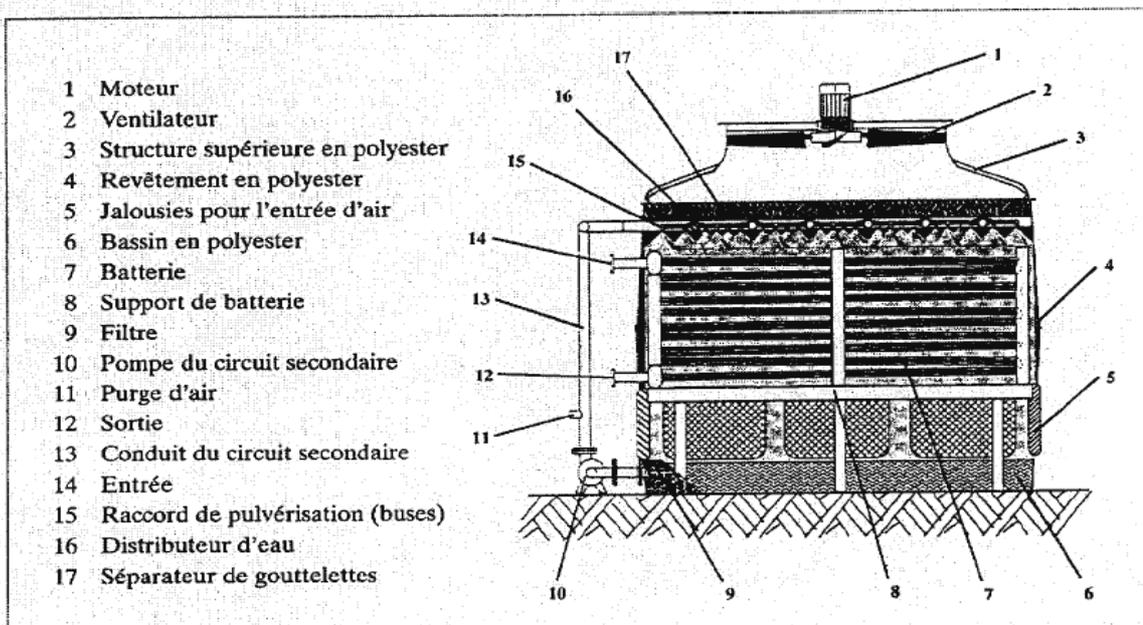
Le liquide à refroidir (généralement de l'eau), circule à travers les tubes de la batterie d'échange, sans aucun contact direct avec le milieu extérieur. Ceci permet de préserver le liquide du circuit primaire de tout encrassement ou contamination.

La chaleur est transmise depuis le liquide à travers les parois des tubes, jusqu'à l'eau qui s'écoule en continu sur la batterie (circuit secondaire).

Le ventilateur, situé en partie supérieure de la tour, aspire l'air à contre-courant de l'eau du circuit secondaire dont une petite partie s'évapore; la chaleur latente d'évaporation est ainsi absorbée et rejetée dans l'atmosphère.

Le reste de l'eau est remis en circulation par l'action d'une pompe, qui va l'entraîner depuis le bassin jusqu'aux buses de pulvérisation (circuit secondaire).

Une faible quantité de chaleur est directement transmise par convection dans l'air extérieur, comme s'il s'agissait d'un aéroréfrigérant sec.



ANNEXE 5 : DOCUMENTATION EWK (TOUR DE REFROIDISSEMENT)

Système de sélection

Données nécessaires (3 sur 4):

- Débit d'eau à refroidir en m³/h.
- Température d'eau à l'entrée.
- Température d'eau à la sortie.
- Température du bulbe humide.

Chute thermique: Température d'eau à l'entrée - température d'eau de sortie

Rapprochement: Température d'eau à la sortie - température du bulbe humide

Procédure:

- 1.- Détermination du facteur de fonctionnement "K" dans le graphique 1, à l'aide de la chute thermique, du rapprochement, et de la température du bulbe humide.
- 2.- Le débit d'eau à refroidir, divisé par le facteur de fonctionnement "K", donne l'indice de sélection "S".
- 3.- Enfin, on détermine le modèle de tour de refroidissement en circuit fermé dans la table 2; la sélection du modèle se fait par excès.

Exemple de sélection:

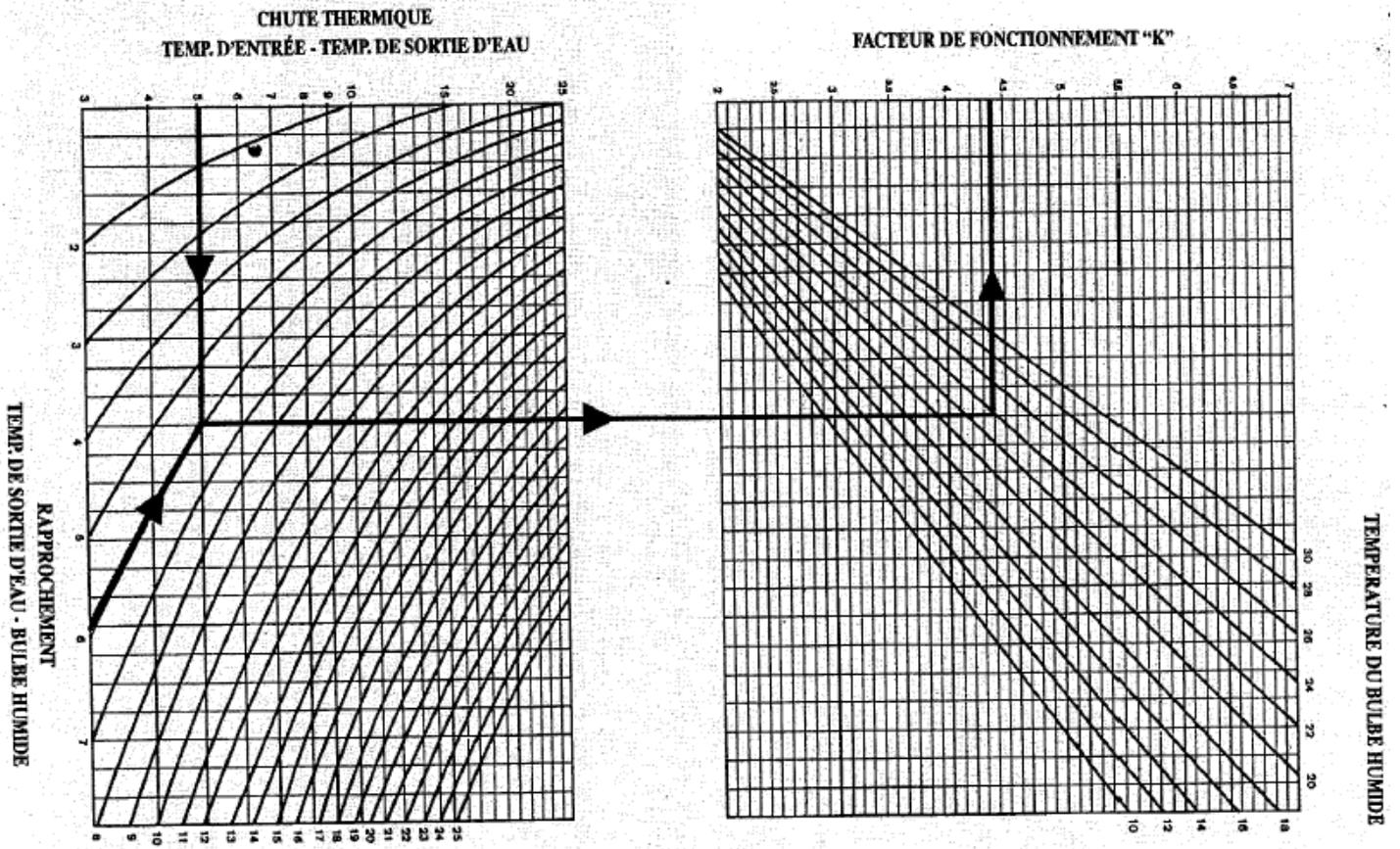
- Débit d'eau à refroidir 90 m³/h
- Température d'entrée d'eau 35°C
- Température de sortie d'eau 30°C
- Température du bulbe humide 24°C

- 1.- Selon le graphique 1, le facteur de fonctionnement "K" = 4,4.
- 2.- L'indice de sélection "S" = 90/4,4 = 20,45.
- 3.- Le modèle sélectionné selon la table 2 est la tour EWK - C 900/5, dont l'indice de sélection "S" = 22,5. Ainsi, la capacité de refroidissement de ce modèle dans les conditions établies, est de 22,5 multiplié par 4,4 = 99 m³/h (+ 10%).

Tours en circuit fermé	
"S" = Débit d'eau m ³ /h ÷ "K"	
Tours de type EWK-C	Indice "S"
EWK-C 144/4	2
EWK-C 225/3	4
EWK-C 225/4	5
EWK-C 225/5	6
EWK-C 324/4	7
EWK-C 324/5	8
EWK-C 441/4	9
EWK-C 441/5	11
EWK-C 441/6	15
EWK-C 576/5	15.5
EWK-C 576/6	17
EWK-C 900/5	22.5
EWK-C 900/6	25
EWK-C 1260/5	34
EWK-C 1260/6	40.5
EWK-C 1800/5	46
EWK-C 1800/6	53

Table 2

ANNEXE 5 : DOCUMENTATION EWK (TOUR DE REFROIDISSEMENT)



EXTRAITS DU CCTP

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 m³

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_e
- Puissance thermique totale récupérable : 910 kW_e
- Puissance totale chaufferie : 2 500 kW_e .

1.2 - VENTILATION

- Besoins en air comburant : 600 m³ / 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.

EXTRAITS DU CCTP

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 m³
- 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_e 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_x : 350 mg / Nm³
 - CO : 650 mg / Nm³
 - NMHC : < 150 mg / Nm³

EXTRAITS DU CCTP

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_e 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

EXTRAITS DU CCTP

- 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

EXTRAITS DU CCTP

- 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 :

Référence	Implantation	Appareils raccordés
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

5.2 – 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.