

SESSION 2014

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

Section : GÉNIE CIVIL

Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES - ÉNERGIE

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 heures

---

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB :** *La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

Tournez la page S.V.P.

## Consignes générales

Le sujet est composé de 6 parties indépendantes.

Le dossier se compose de 2 chapitres :

- le premier avec une présentation de l'installation,
- le second avec les questions, les documents réponses et documentation technique associée.

Les résultats numériques ne seront pris en compte qu'avec leurs unités.

Il est rappelé que la présentation de la copie est un indicateur évalué par le jury.

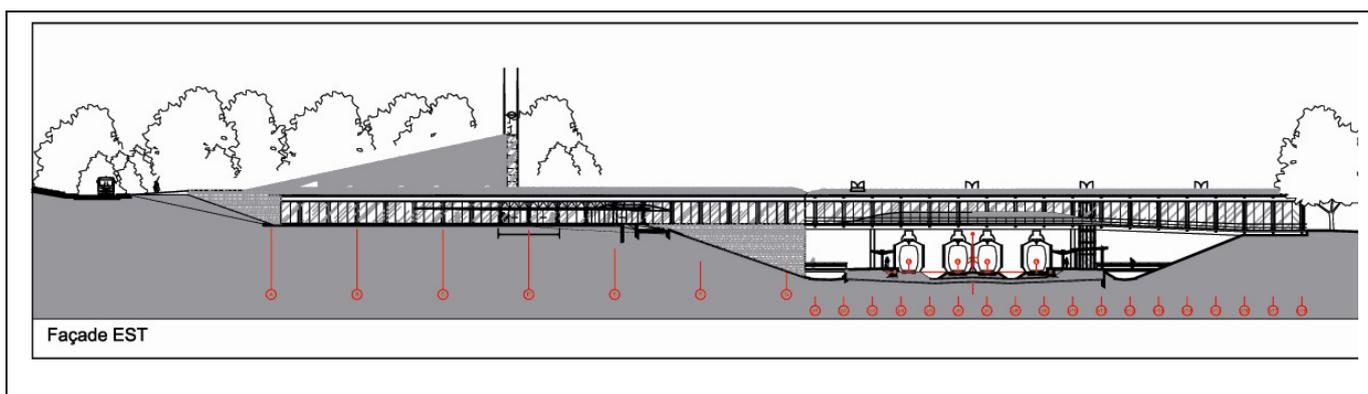
**Utiliser les documents réponses placés en fin de sujet et les insérer dans votre copie.**

## Problématique

On se propose d'analyser l'impact environnemental d'une partie des installations du lot chauffage ventilation climatisation de la gare TGV de Besançon – site d'Auxon.

L'étude s'articule sur 3 axes:

- Certains dimensionnements seront étudiés et analysés pour démontrer l'opportunité des choix techniques qui ont été faits.
- On demandera de dimensionner d'autres parties de l'installation en restant dans une philosophie de réduction de la consommation énergétique ou pour assurer la pérennité du matériel.
- On procédera enfin au réglage de certains éléments pour permettre un fonctionnement optimal de l'installation et toujours dans l'optique de minimiser les consommations énergétiques.



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 2/30
Durée : 4 heures		



Section : GÉNIE CIVIL

Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES - ÉNERGIE

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

**INFORMATION AUX CANDIDATS**

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	3100J	101	7397

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	3100J	101	7397

## Présentation de l'installation

La gare TGV de Besançon (région de Franche Comté) se situe sur site d'Auxon.

### Conditions extérieures de base corrigées (alt. 235 m) :

Saisons	Température sèche [°C]	Humidité relative [%]
Eté	+31	38
Hiver	-13	90

### Conditions intérieures (locaux d'exploitation, escale, bureaux) :

Local	$\theta$ hiver [°C]	HR [%]	$\theta$ Eté [°C]	HR [%]
	20	40	26	50

### Description de l'installation : (voir schéma de principe n°2 page 6)

#### Production de chaleur :

La production d'eau chaude est assurée par une chaudière bois avec une chaudière d'appoint électrique. Le taux de couverture des besoins avec l'énergie bois est au minimum de 90% sur l'ensemble de la saison de chauffe. Le chauffage électrique fournit le complément de puissance pendant les périodes de grands froids. Chaudière électrique de 156 kW. Le régime d'eau est de 80°C / 60°C

Le réseau primaire dessert une bouteille de découplage située dans le local chaufferie

#### Production d'eau glacée :

La production d'eau glacée pour le rafraîchissement est assurée par un groupe de production d'eau glacée à condensation à air monobloc centrifuge de marque Carrier type 30RA modèle 240.

Le régime d'eau est de 12°C / 7°C.

Il est mis en place dans un local technique implanté à l'extérieur du bâtiment voyageur.

Les équipements de rafraîchissement sont alimentés en eau glacée par un réseau à température constante

#### Réseau eau glacée primaire

Les équipements de rafraîchissement et de ventilation du bâtiment sont alimentés en eau glacée par l'intermédiaire d'une sous station située dans le local chauffage ventilation climatisation.

Le réseau primaire dessert une bouteille de découplage située dans le local production d'eau glacée.

(C)

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 3/30
Durée : 4 heures		

**Tournez la page S.V.P.**

## Les réseaux hydrauliques :

La sous station comprend les différents départs des réseaux eau chaude et eau glacée vers les équipements

Les réseaux alimentant des équipements avec vannes 2 voies ou robinets thermostatiques seront équipés de pompes à débit variable avec variateur de fréquence et capteur de pression différentielle.

### Réseau Eau Chaude Préparateur ECS

A partir de la bouteille de découplage, le réseau alimente en eau chaude le préparateur ECS (réseau à température constante, pompe à débit constant).

### Réseau Eau Chaude CTA Cassettes

A partir de la bouteille de découplage, le réseau alimente en eau chaude les centrales de traitement d'air et les cassettes 4 tubes des locaux (réseau à température constante, pompe à débit variable).

### Réseau Eau Chaude Radiateurs

A partir de la bouteille de découplage, le réseau alimente en eau chaude les radiateurs (réseau à température variable, pompe à débit variable).

### Réseau Change Over Planchers rayonnants réversibles

A partir de la bouteille de découplage, le réseau alimente en eau chaude ou en eau glacée les planchers rayonnants réversibles (réseau à température variable, pompe à débit variable).

Des vannes deux voies permettent un basculement automatique d'un mode de fonctionnement hiver au mode de fonctionnement été.

Il comprendra aussi une vanne 3 voies motorisée pour limitation de la température de départ à 50°C.

### Réseau Eau Glacée CTA Cassettes

A partir de la bouteille de découplage, le réseau alimente en eau glacée les centrales de traitement d'air et les cassettes 4 tubes des locaux (réseau à température constante, pompe à débit variable).

## Production d'eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude sera assurée par des préparateurs ECS situés dans le local Eau.

La production ECS sera solaire (par l'intermédiaire d'un échangeur) avec un appoint par le système de production en chaufferie.

En appoint à la production solaire, l'installation comprendra un préparateur d'eau chaude avec réchauffeur alimenté en eau chaude « chauffage ».

La production sera dimensionnée pour :

- une consommation quotidienne d'eau chaude à 60 °C de 1500 litres.
- un débit de pointe d'environ 50% de la consommation quotidienne sur 2 heures.

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 4/30
Durée : 4 heures		

**Traitement d'ambiance des locaux d'exploitation, escale et bureaux**

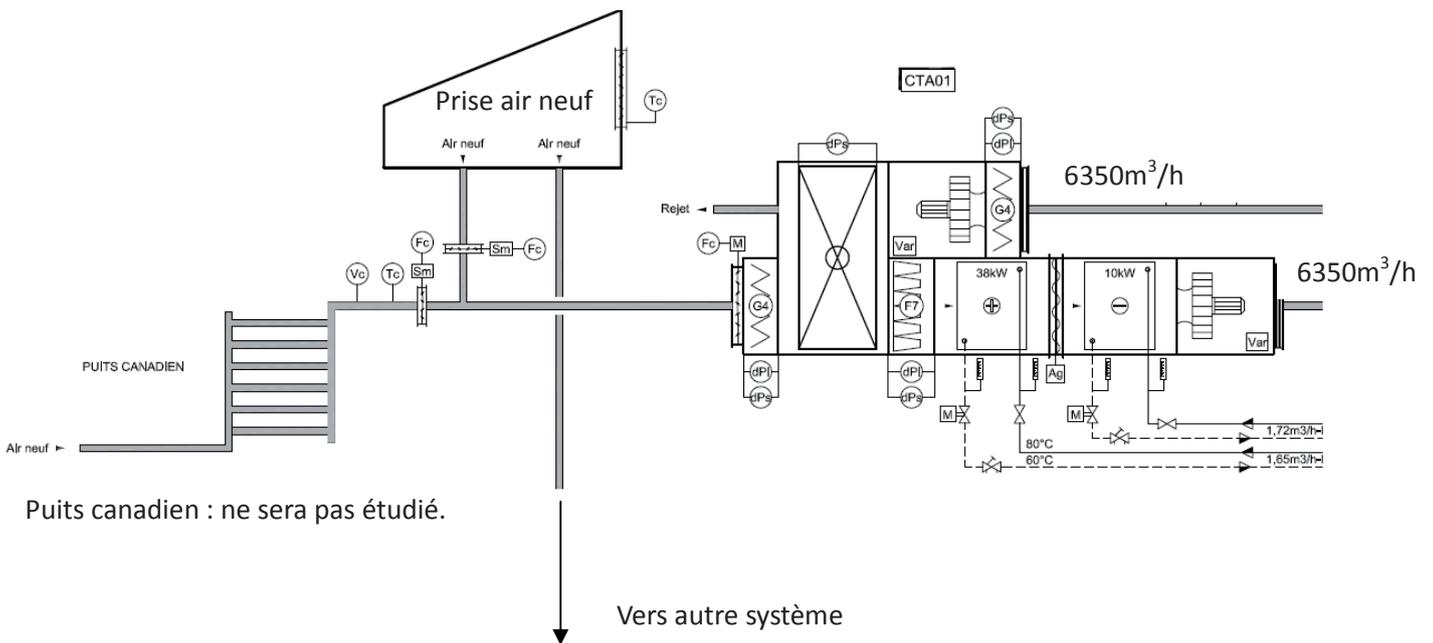
L'ambiance des locaux sera traitée par les différents systèmes.

Les locaux seront ventilés par une centrale de traitement d'air (CTA n°1) double flux avec récupération.

Les locaux chauffés et rafraîchis seront traités par des unités terminales de traitement d'air de type cassette plafonnière 4 tubes.

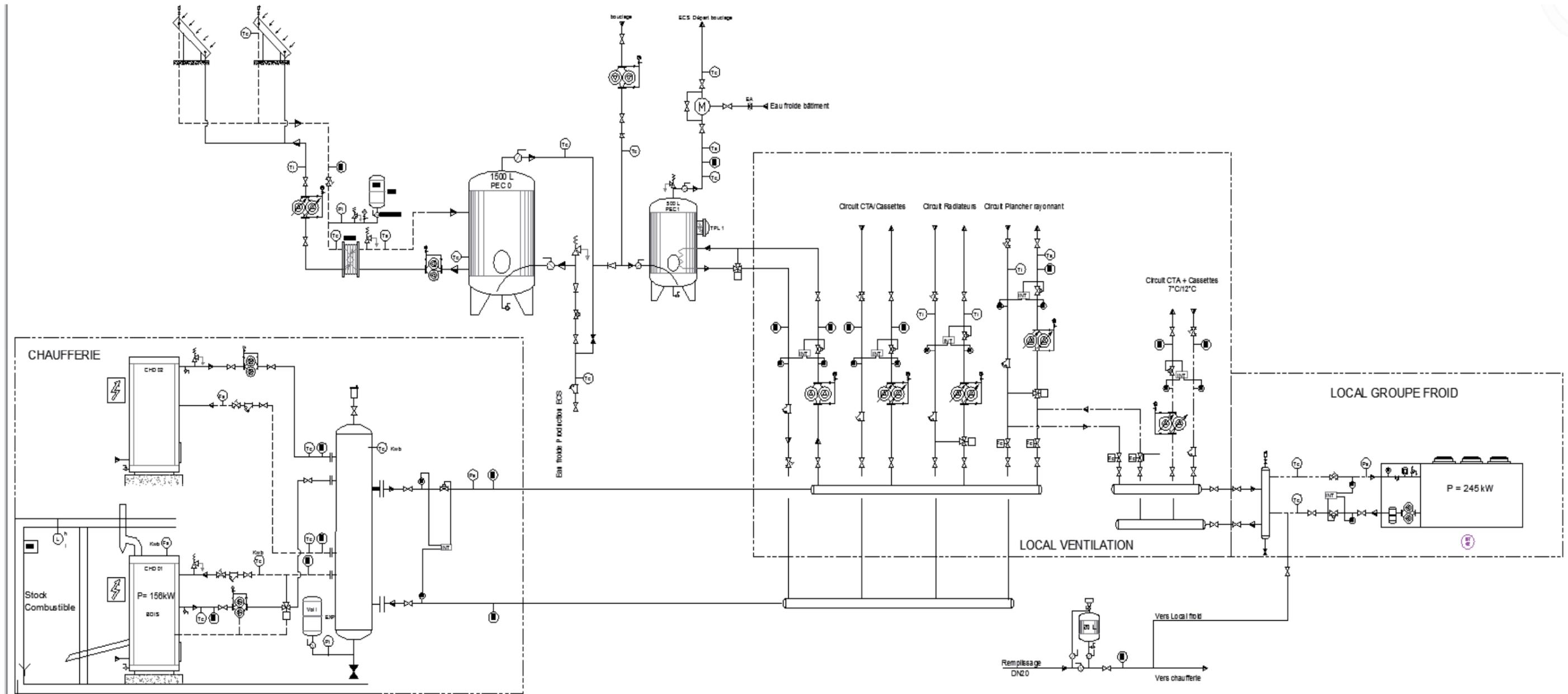
Les locaux seulement chauffés seront traités par des radiateurs.

**Schéma de principe de l'installation - n°1**



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 5/30
Durée : 4 heures		

Schéma de principe de l'installation - n°2



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 6/30
Durée : 4 heures		

**Première partie : Production de chaleur**

La chaudière bois KWB installée en chaufferie pouvant fonctionner soit avec des pellets (granulés) soit avec du bois déchiqueté (plaquettes forestières), nous allons donc comparer ces deux combustibles. Ensuite nous étudierons la combustion avec des granulés puis nous terminerons par l'étude de la chaudière électrique.

1) Sachant que les besoins annuels en chauffage sont estimés à 300 000 [kWh] et que la chaudière bois doit couvrir 90 % de ces besoins, déterminer l'énergie que devra fournir la chaudière bois.

$E_B = \dots\dots\dots$

2) Après avoir déterminé le rendement global de l'installation (chaudière bois :  $\eta = 0,90$  ; distribution  $\eta = 0,95$  ; émission  $\eta = 0,98$ ), déterminer la consommation annuelle de combustible C (en tonnes) pour un fonctionnement avec des granulés puis avec du bois déchiqueté

$\eta_G = \dots\dots\dots$

$C_{\text{granulés}} = \dots\dots\dots$

$C_{\text{bois déchiqueté}} = \dots\dots\dots$

3) Déterminer le volume de combustible consommé V sur une année pour les granulés puis pour le bois déchiqueté.

$V_{\text{granulés}} = \dots\dots\dots$

$V_{\text{bois déchiqueté}} = \dots\dots\dots$

4) Sachant que l'on dispose d'un silo de 55 [m3] utiles, déterminer le nombre de remplissage N à effectuer par année pour un fonctionnement aux granulés puis pour un fonctionnement au bois déchiqueté.

$N_{\text{granulés}} = \dots\dots\dots$

$N_{\text{bois déchiqueté}} = \dots\dots\dots$

5) Sachant que le tableau de données indique une même masse équivalente de CO<sub>2</sub> en [g/kWh] produite pour les granulés ou pour le bois déchiqueté, peut-on considérer que la masse équivalent de CO<sub>2</sub> émise sur une saison de chauffe sera la même quel que soit le combustible ? (justifier votre réponse)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 7/30
Durée : 4 heures		

6) Déterminer la masse de cendre M produite sur une année pour un fonctionnement aux granulés puis au bois déchiqueté

$M_{\text{granulés}} = \dots\dots\dots$

$M_{\text{bois déchiqueté}} = \dots\dots\dots$

7) Déterminer le coût en combustible sur une saison de chauffe pour un fonctionnement aux granulés, au bois déchiqueté, puis pour la chaudière électrique sachant qu'elle fournit 10 % de la consommation annuelle totale d'énergie.

Coût<sub>granulés</sub> =  $\dots\dots\dots$

Coût<sub>bois déchiqueté</sub> =  $\dots\dots\dots$

Coût<sub>chaudière électrique</sub> =  $\dots\dots\dots$

8) Sachant que la chaudière électrique couvre 10 % des besoins annuels, déterminer combien représente le coût de sa consommation par rapport au coût total de l'énergie consommée sur une saison de chauffe avec un fonctionnement au bois déchiqueté + chaudière électrique. (Vous exprimerez votre résultat en %)

$\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

**Etude de la combustion avec des granulés**

Voici le résultat des mesures effectuées par un analyseur de combustion réglé sur « granulés bois »

- $\theta_{\text{air}} = 22 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $\theta_{\text{fumées}} = 130 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $\text{O}_2 = 10 \text{ \%}$
- $\text{CO}_2 = 10,4 \text{ \%}$
- $\text{CO} = 30 \text{ ppm}$
- $\text{Rend} = 91,9 \text{ \%}$
- $\text{Pertes} = 8,1 \text{ \%}$

1) En regardant uniquement ces résultats, indiquer si la combustion est complète ou incomplète (justifier votre réponse)

$\dots\dots\dots$   
 $\dots\dots\dots$

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 8/30
Durée : 4 heures		

2) Placer le point de combustion sur le diagramme de combustion fourni et en déduire l'excès d'air.

.....

3) Convertir cet excès d'air en facteur d'air  $\lambda$ .

$\lambda =$  .....

4) Peut-on se satisfaire de ces relevés pour une chaudière bois fonctionnant avec des granulés ?

.....

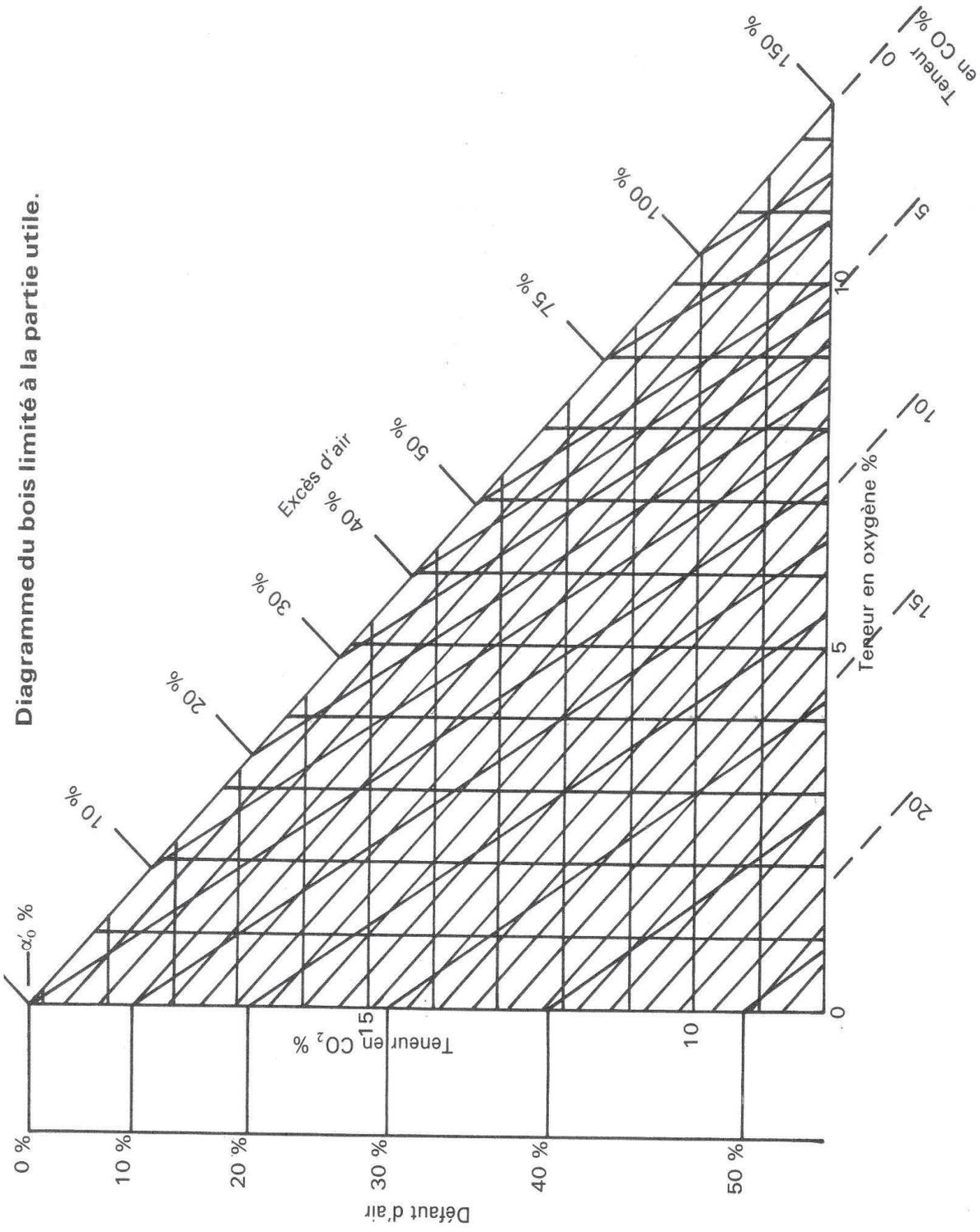
Valeurs à prendre en compte pour la partie production de chaleur

	Granulés (10 % - en masse - d'humidité)	Bois déchiqueté (45 % - en masse- d'humidité) cas le plus défavorable	Electricité
PCI [kWh/tonne]	4500	2500	
Masse volumique [kg/m <sup>3</sup> ]	650	300	
Taux de cendre sur masse anhydre (sans eau) en %	0,7	2	
Coût [€TTC/kWh]	0,06 (en vrac)	0,03	0,126
Masse équivalente de CO <sub>2</sub> produite [g/kWh]	10	10	170

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 9/30
Durée : 4 heures		

**Tournez la page S.V.P.**

Diagramme du bois limité à la partie utile.



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Page 10/30	
Durée : 4 heures	Epreuve d'analyse d'un problème technique	

## Deuxième partie : Traitement d'eau

L'eau de la région de Besançon n'est pas très dure, mais il a été décidé de rajouter un système permettant d'adoucir l'eau par mesure de précaution et pour pérenniser l'installation.

1) Indiquer la fonction et le principe de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau à résines échangeuses d'ions.

.....

.....

.....

.....

2) Pourquoi l'adoucisseur est-il placé uniquement sur le circuit d'eau froide destiné à la production d'ECS et non sur l'alimentation générale d'eau froide ?

.....

.....

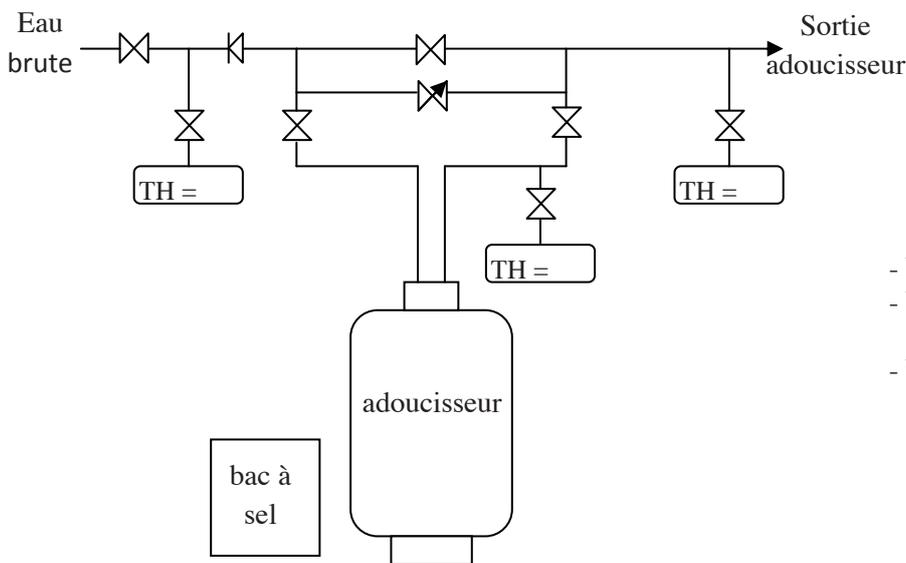
.....

.....

3) D'après les données suivantes :

- Dureté de l'eau brute : 26 [°f] - Dureté eau chaude sanitaire : [15°f]
- Pression du réseau d'eau froide : 3[bars]
- Consommation moyenne par jour : 1500 [l] - Débit de pointe 350 [l/h]
- Adoucisseur Cillit Matic EC17

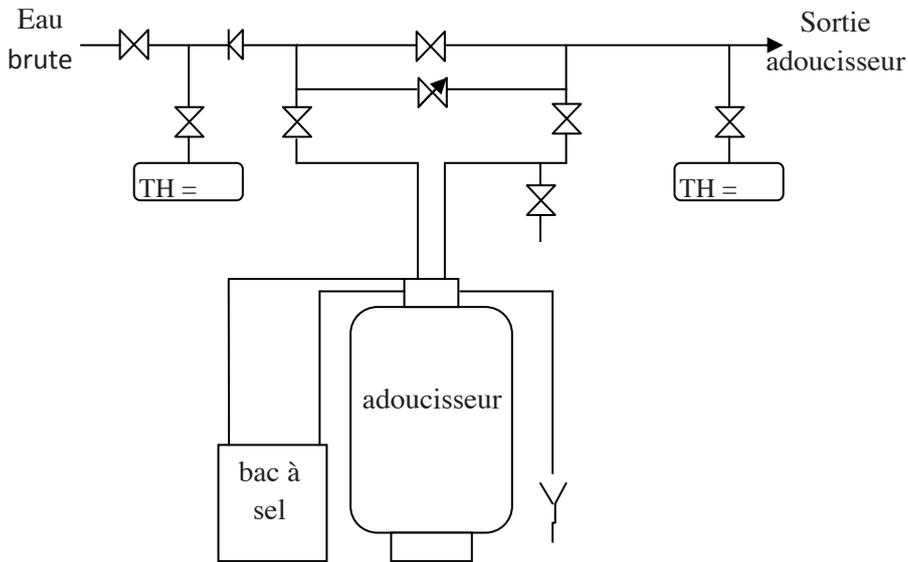
a) Identifier les vannes sur le schéma suivant et indiquer la valeur de Th dans les deux phases représentées - production et régénération :



- V1 : vannes d'arrêt maintenance
- V2 : vannes de réglage TH par mélange
- V3 : vannes de prise échantillon

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 11/30
Durée : 4 heures		

**Tournez la page S.V.P.**



Phase de régénération

b) D'après la documentation constructeur et les rappels du formulaire, calculer la quantité d'eau brute que peut traiter l'adoucisseur entre 2 régénérations.

.....

.....

d) Calculer le taux de travail des résines. ?

.....

.....

e) Donner la fréquence entre des régénérations. ?

.....

.....

f) Combien de régénérations peut-on faire avec le remplissage d'un bac à sel?

.....

.....

g) Après combien de jours d'utilisation faudra-t-il prévoir de remplir le bac à sel ?

.....

.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 12/30
Durée : 4 heures		

# DOCUMENTS TECHNIQUES

## Adoucisseur Cillit Matic EC

### Adoucisseur Cillit Matic EC

#### Adoucisseurs eau chaude

L'adoucisseur bi-bloc automatique Cillit Matic EC permet d'adoucir l'eau chaude (jusqu'à 65°C). Idéal pour les applications cuisine collectives, industrie process, robuste et très simple à programmer, il traite des débits de 0,7 à 2,5 m<sup>3</sup>/h.

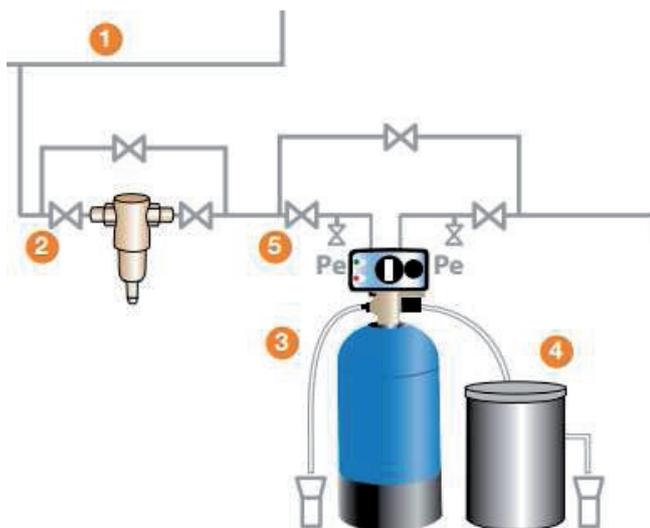
#### Les + Produits

- Capacité d'échange de 95 à 380°fm<sup>3</sup>
- Corps composite supportant des températures jusqu'à 65°C
- Equipé d'une vanne 5 cycles chronométrique de construction robuste
- Deux réglages à la mise en service : heure du jour et fréquence des régénérations
- By-pass et redurcissement proportionnels inclus



#### Caractéristiques Techniques

Cillit Matic EC	Débit max en m <sup>3</sup> /h	Volume résine en litres	Capacité d'échange (°fm <sup>3</sup> )
Cillit Matic EC-17	0,7	17	95
Cillit Matic EC-35	1,5	35	200
Cillit Matic EC 50	2,0	50	280
Cillit Matic EC 65	2,5	65	380



- 1 Bouclage ECS
- 2 Filtre monté en by-pass
- 3 Cillit Matic EC
- 4 Bac à sel
- 5 Prise d'échantillon

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 13/30
Durée : 4 heures		

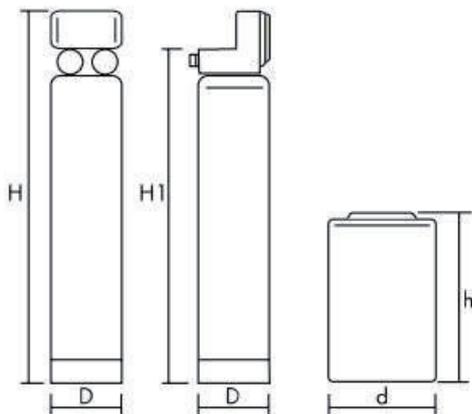
Tournez la page S.V.P.

### Caractéristiques techniques

		Cillit Matic EC 17	Cillit Matic EC 35	Cillit Matic EC 50	Cillit Matic EC 65
Pression nominale	DN	PN10			
Pression d'utilisation	bars	1,8-7			
Température max. de l'eau	°C	65			
Température ambiante max.	°C	40			
Diamètre de raccordement		1" (DN25)			
Alimentation électrique	V/Hz	220 / 50			
Débit max.*	m³/h	0,7	1,5	2,0	2,5
Capacité d'échange	°fm³	95	200	280	380
Volume de résines	litres	17	35	50	65
Conso. de sel par régénération	kg	3,5	6,5	9	12
Réserve de sel	kg	50	100	150	150
Code		CK0210010	CK0210020	CK0210030	CK0210040

\* Débit instantané maximum donné pour une perte de charge de 10 mètres de C.E. et une eau adoucie à 0 °f.

### Caractéristiques dimensionnelles



		Cillit Matic EC 17	Cillit Matic EC 35	Cillit Matic EC 50	Cillit Matic EC 65
H	mm	678	1084	1428	1576
H1	mm	520	926	1270	1418
h	mm	628	700	980	980
D	mm	284	254	305	330
d	mm	458	555	555	555

### Formulaire Traitement d'eau (rappels) :

$C \times \Delta TH = V \times T = Cech$  avec :  
 C [m³ eau brute] : quantité d'eau brute traitée par le système  
 $\Delta TH$  [°f] : Variation de TH souhaité  
 V [l] : volume de résines  
 T [°f m³/l] : taux de travail des résines  
 Cech [°f m³] : Capacité d'échange des résines

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 14/30
Durée : 4 heures		

## Troisième partie : Circuit solaire

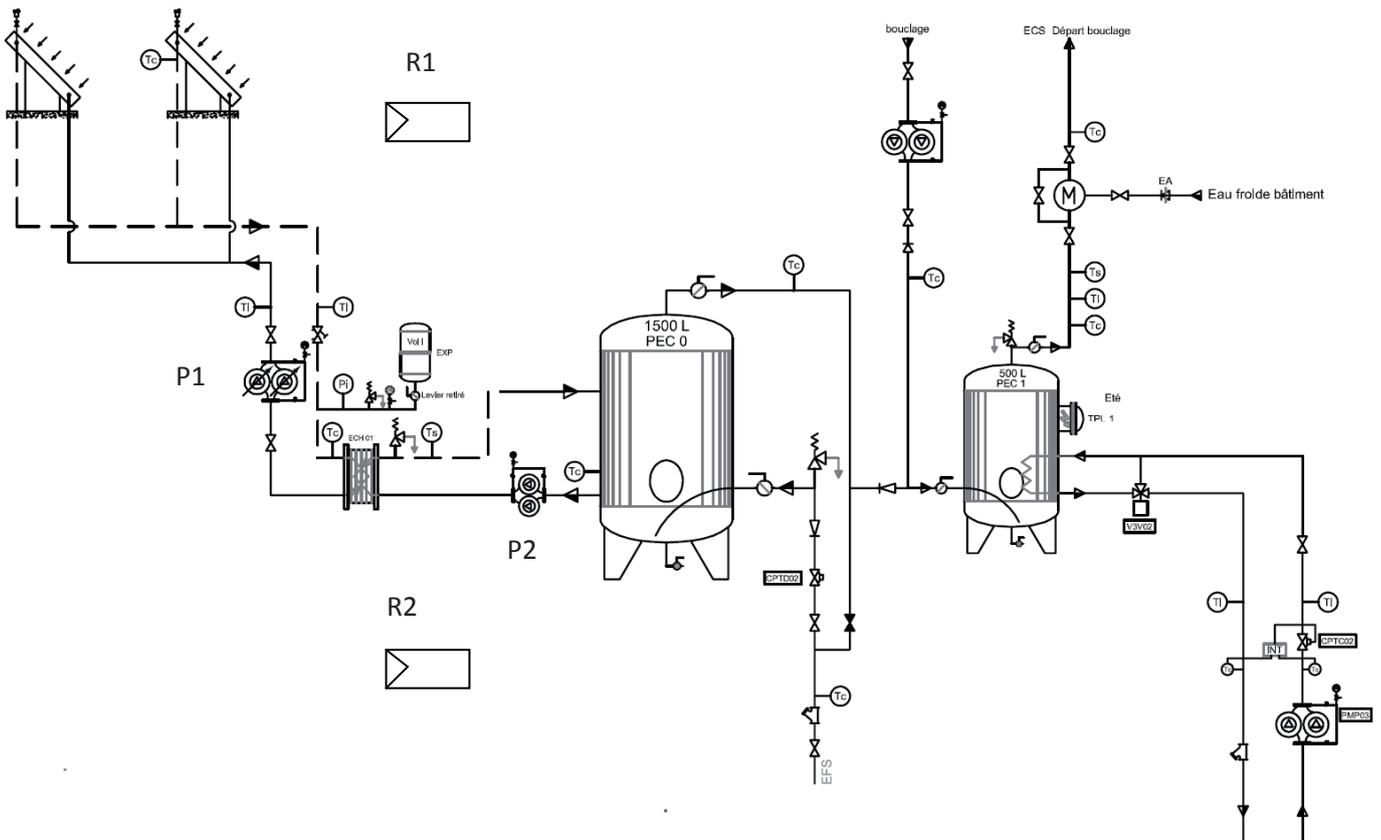
1) Dans ce cas, justifier pourquoi on a préféré installer un échangeur externe plutôt qu'un serpentin dans le ballon.

.....

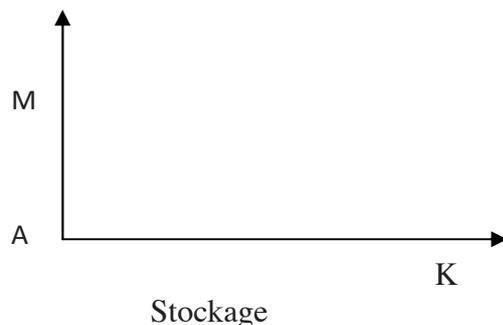
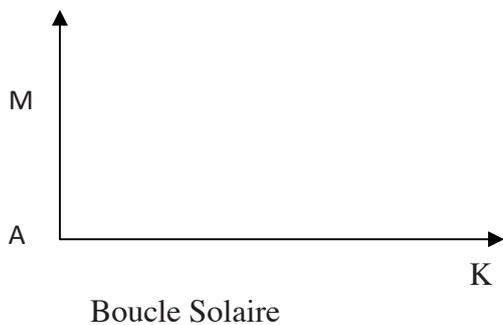
.....

.....

2) Compléter le schéma suivant en faisant apparaître numéro des sondes de températures comme indiqué dans la documentation constructeur (S1,...). Connecter séparément les régulateurs sur les éléments de régulation pour : la boucle solaire R1, le stockage de l'eau chaude R2.

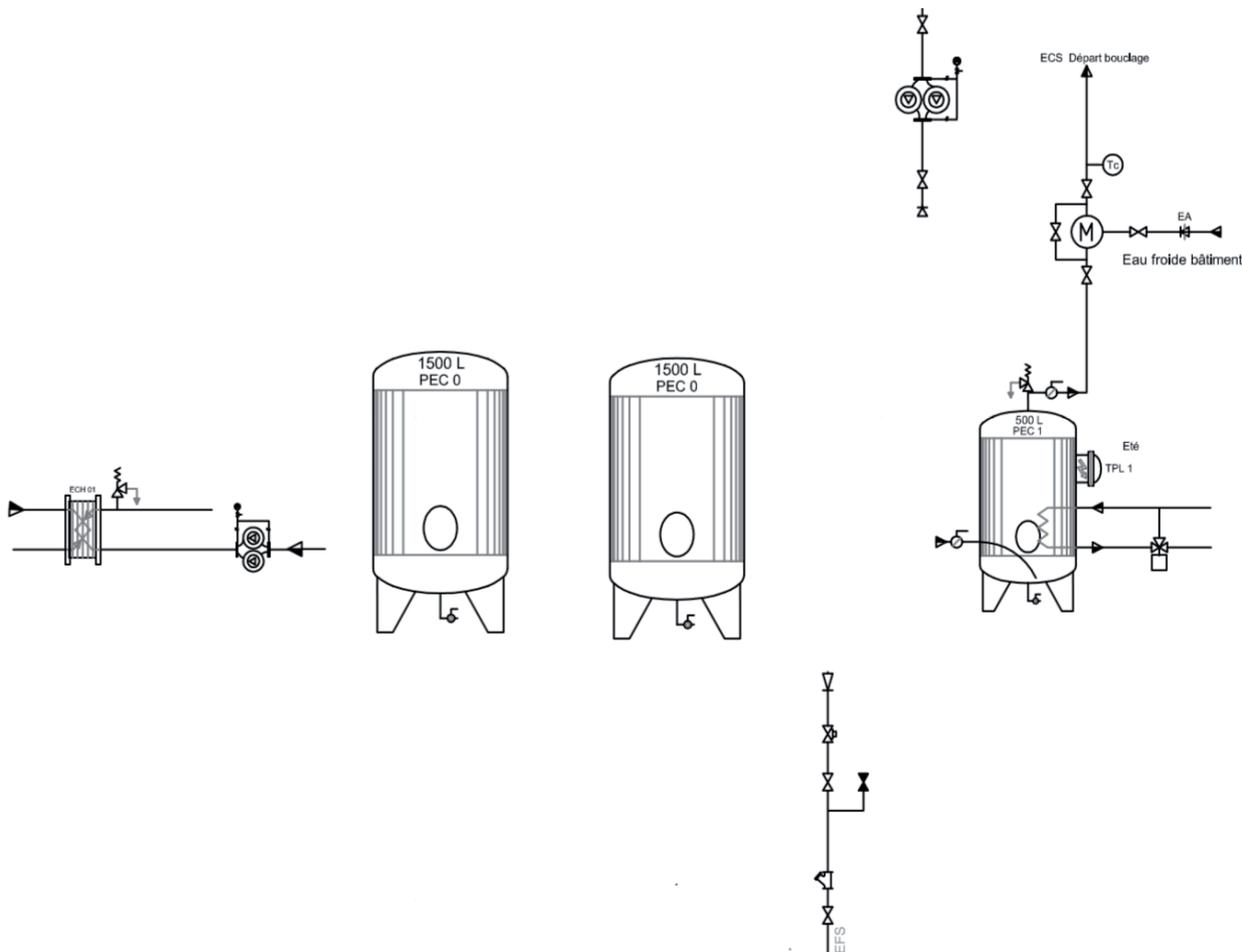


3) Représenter les diagrammes fonctionnels de mise en service des circulateurs P1 et P2 conformément aux indications données dans la documentation du constructeur.



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 15/30
Durée : 4 heures		

3) On souhaite ajouter un second ballon de stockage en série avec le premier. Représenter les raccords hydrauliques conformément aux préconisations de l'exemple constructeur avec 3 ballons. Rajouter les éléments manquants si nécessaire. Représenter la nouvelle régulation.



4) Pourquoi faut-il intégrer un système antigel échangeur?

.....

.....

.....

5) Pourquoi ne doit-on pas mettre de clapet anti retour entre les 2 ballons de stockage en série.

.....

.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 16/30
Durée : 4 heures		

# DOCUMENTS TECHNIQUES

## REGULATION DE L'INSTALLATION A L'ENERGIE SOLAIRE

**Descriptif VIESSMANN :** Description du fonctionnement système (voir schéma ci-après) :

Le régulateur compare la température du capteur (S1) avec la température du bas du ballon le plus froid (S2). Si la différence de température (S1-S2) est plus grande que la différence de température de mise en service  $\Delta T_{on}$ , la pompe solaire (primaire) P1(R1) est activée.

Remarque : l'activation de la pompe solaire P1 peut également se faire par le dépassement d'un seuil de rayonnement sur une sonde crépusculaire (ou sonde d'ensoleillement). La chaleur des capteurs est alors transportée à la station échangeur.

Simultanément la différence de température entre S3 (température d'entrée d'échangeur côté solaire) et S2 (bas du ballon le plus froid) est mesurée. Si la différence de température dépasse la valeur réglée, la pompe sanitaire P2 (R2) est activée et le ou les ballons de stockage sont chargés.

Remarque : dans le cas de modules en cascade, l'enclenchement de la pompe P2 se fait, à son débit minimum, en même temps que l'enclenchement de la pompe P1. La pompe P2 augmente ensuite son débit en fonction de la différence de température entre S3 et S2.

Les 2 pompes fonctionnent séparément en vitesse variable pour approcher au mieux les différences de température préréglées.

La pompe solaire P1 est arrêtée si la différence de température est inférieure à la consigne d'arrêt.

La pompe solaire P2 est arrêtée si la différence de température est inférieure ou égale à la consigne d'arrêt.

Remarque concernant l'antigel échangeur : l'écart de température entre S3 (température de l'échangeur de chaleur côté solaire) et S2 (température du ballon de stockage) est mesuré pour éviter le gel dans l'échangeur de chaleur. Si une température inférieure à 2 °C est mesurée à l'échangeur (S3), la pompe secondaire (P2) est activée et reste en marche jusqu'à ce que l'échangeur atteigne une température de 6°C.

Une température maximale  $T_{max}$  permet de limiter la température maximum des ballons.

### Extrait des consignes de régulation:

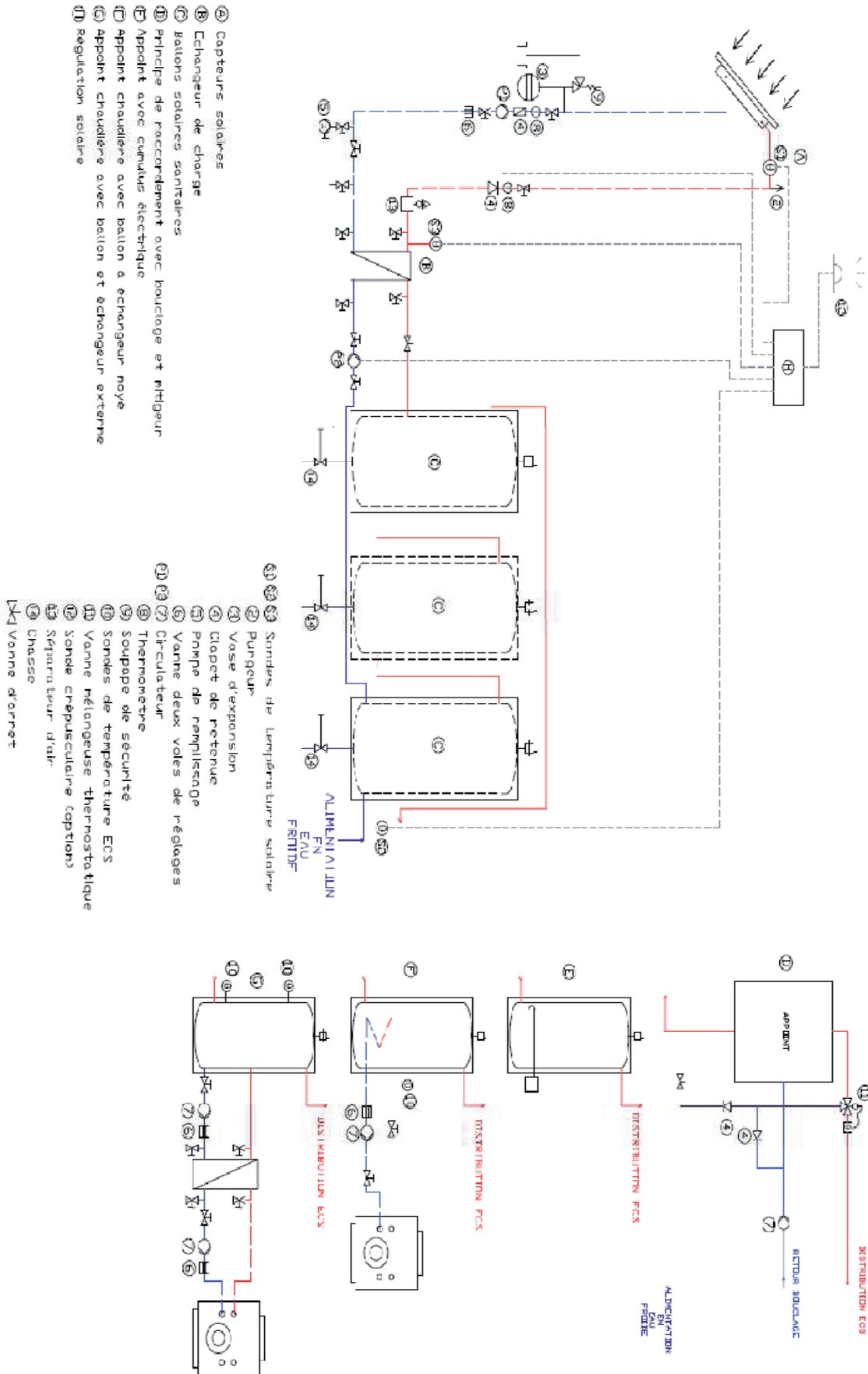
Valeurs réglées	Etat de livraison	Modifiées en
$T_{resmax}$ Température ECS maximale	60 °C	
$\Delta T_{on}$ (S1-S2) Différentiel de température d'enclenchement de la pompe de charge ④ (R1)	5,0 K	
$\Delta T_{off}$ (S1-S2) Différentiel de tempér. d'arrêt de la pompe de charge ④ (R1)	3,0 K	
$CE\Delta T_{on}$ (S3-S2) Différentiel de température d'enclenchement de la pompe de charge ⑦ (R2)	5,0 K	
$CE\Delta T_{off}$ (S3-S2) Différentiel de tempér. d'arrêt de la pompe de charge ⑦ (R2)	3,0 K	
CS-byp. (voir page 66)	200 W/qm	
$T_{cap.arr.}$	130 °C*1	

*\*1 S'il ne doit pas y avoir d'arrêt d'urgence du capteur, régler cette valeur sur 200 °C.  
Ne pas régler de valeurs entre 130 et 200 °C.*

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 17/30
Durée : 4 heures		

**Tournez la page S.V.P.**

**Schéma type - VISSMANN : chauffe eau solaire collectif**



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 18/30
Durée : 4 heures		

## Quatrième partie : Production d'eau glacée

On se propose dans un premier temps de déterminer l'impact environnemental de ce groupe d'eau glacée en calculant le TEWI (Total Equivalent Warming Impact), en vous aidant du document ressource donné page suivante et de la documentation technique constructeur. Le groupe est composé de deux circuits A et B comprenant 3 compresseurs chacun.

1) Quelle est la masse de fluide frigorigène contenue dans ce groupe d'eau glacée ?

.....

2) Expliquer ce que représente le GWP d'un fluide frigorigène, sachant que le GWP du R407C est de 1600.

.....

.....

3) Déterminer la consommation électrique maxi annuelle en [kWh] de ce groupe d'eau glacée sachant qu'il fonctionne 3000 heures par an.

.....

.....

4) Dans la formule permettant de calculer l'impact environnemental d'une machine frigorifique (voir page suivante), expliquer pourquoi le coefficient  $\beta$  dépend du pays et pourquoi en France sa valeur moyenne est nettement inférieure à la moyenne européenne ?

.....

.....

5) Calculer le TEWI de ce groupe d'eau glacée en considérant une durée de vie de 15ans.

TEWI sur 15 ans = .....

.....

.....

.....

6) Déterminer en % la part due à l'effet de serre indirect (consommation électrique) et indiquer ce qu'il faudrait faire en France pour diminuer ce chiffre.

.....

.....

.....

7) A partir du TEWI sur 15 ans, en déduire le TEWI annuel de ce groupe d'eau glacée.

TEWI annuel = .....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 19/30
Durée : 4 heures		

8) Le groupe fonctionnant à pleine puissance et aux conditions nominales, on a relevé les valeurs suivantes :

- pression de condensation :  $p_k = 19$  [bars] (pression lue au manomètre)
- pression d'évaporation :  $p_0 = 3,8$  [bars] (pression lue au manomètre)
- température entrée détenteur :  $\theta_d = 42$  [°C]
- température entrée condenseur :  $\theta_c = 60$  [°C]
- température aspiration compresseurs :  $\theta_a = 8$  [°C]

Remarques : la surchauffe dans la tuyauterie d'aspiration est négligeable ainsi que le sous-refroidissement dans la conduite liquide, pour le tracé du cycle on négligera les pertes de charge et on considèrera la compression isentropique.

a) Tracer le cycle frigorifique du circuit A sur le diagramme enthalpique du R407C ci-après.

b) Déterminer :

- la valeur du sous-refroidissement : .....
- la valeur de la surchauffe : .....
- la valeur de la désurchauffe dans la conduite de refoulement : .....
- la valeur de la désurchauffe dans le condenseur : .....

c) Déterminer le débit massique horaire de fluide frigorigène circulant dans le circuit A.

.....

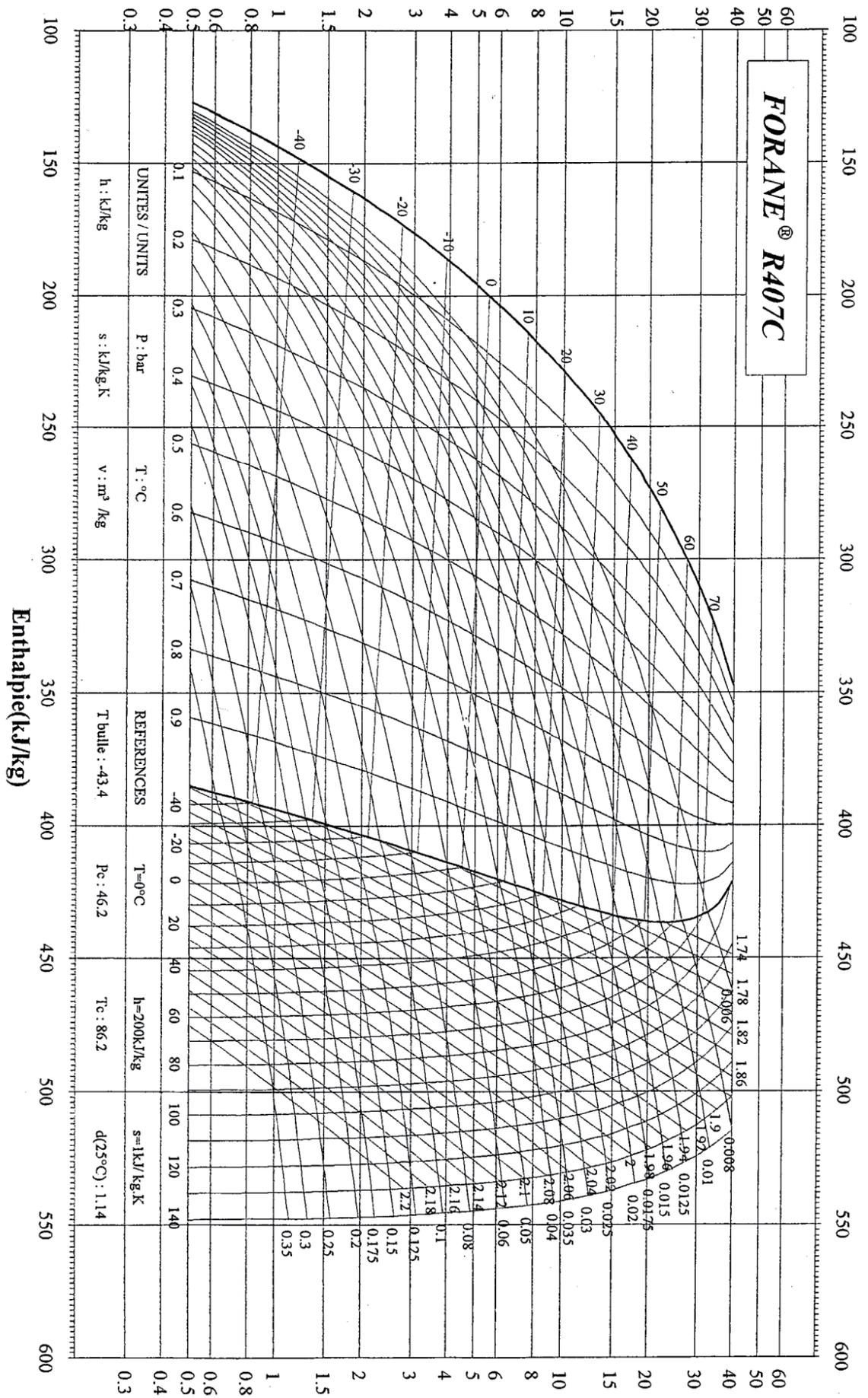
d) Déterminer le débit volumique horaire aspiré par un compresseur du circuit A.

.....

e) Déterminer la puissance calorifique rejetée par le condenseur du circuit A.

.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 20/30
Durée : 4 heures		



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 21/30
Durée : 4 heures		

Tournez la page S.V.P.