

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.

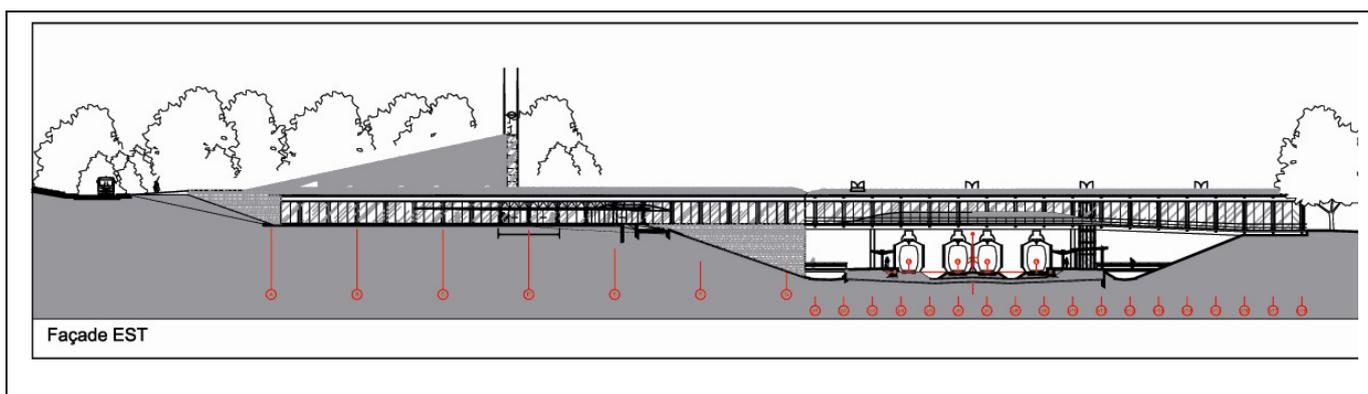
Utiliser les documents réponses placés en fin de sujet et les insérer dans votre copie.

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	θ hiver [°C]	HR [%]	θ 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

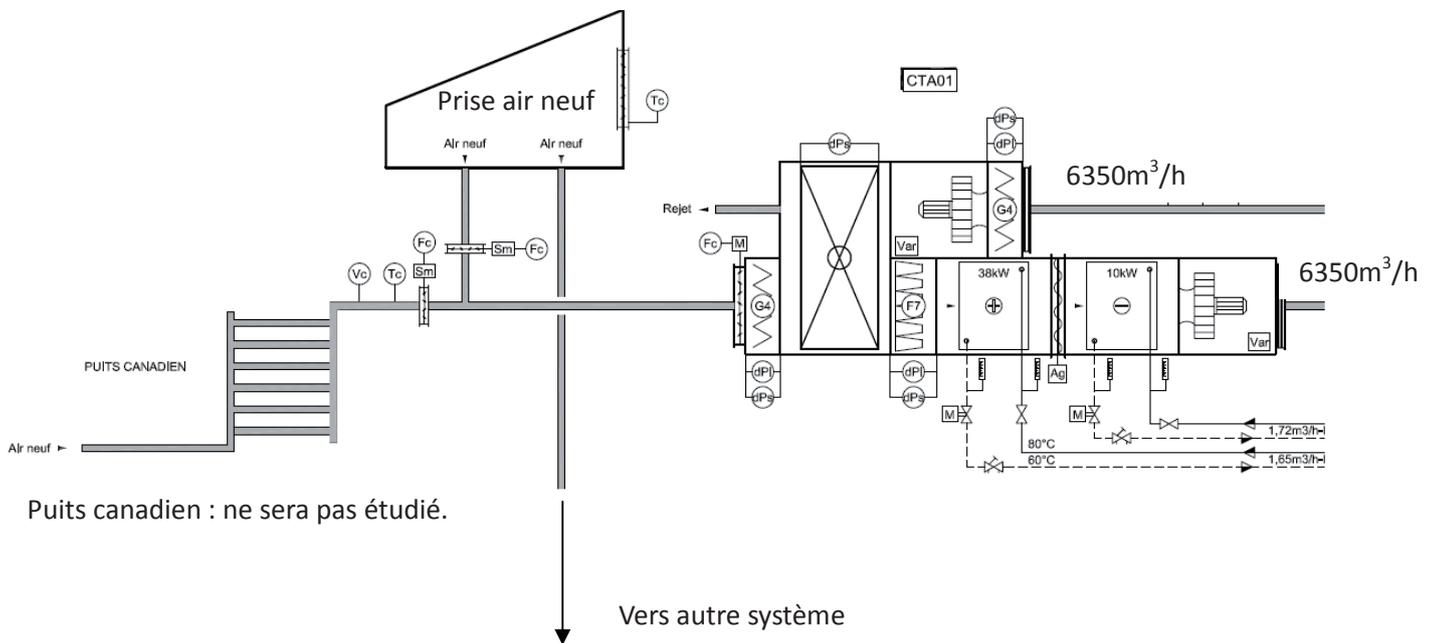
L'ambiance des locaux sera traitée par les différents systèmes.

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 plafonnrière 4 tubes.

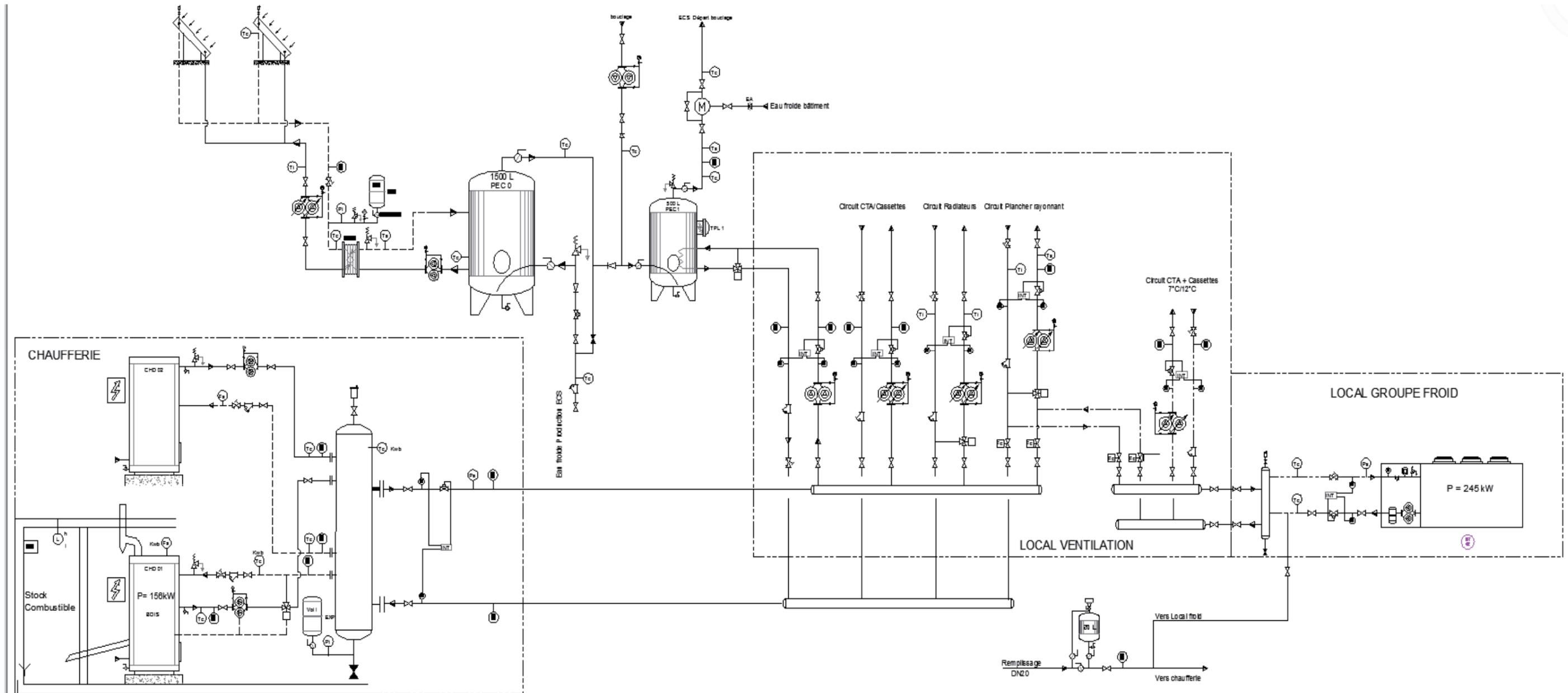
Les locaux seulement chauffés seront traités par des radiateurs.

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 CO₂ en [g/kWh] produite pour les granulés ou pour le bois déchiqueté, peut-on considérer que la masse équivalent de CO₂ 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_{granulés} = $\dots\dots\dots$

Coût_{bois déchiqueté} = $\dots\dots\dots$

Coût_{chaudière électrique} = $\dots\dots\dots$

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 »

- $\theta_{\text{air}} = 22 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $\theta_{\text{fumées}} = 130 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $O_2 = 10 \text{ \%}$
- $CO_2 = 10,4 \text{ \%}$
- $CO = 30 \text{ ppm}$
- $\text{Rend} = 91,9 \text{ \%}$
- $\text{Pertes} = 8,1 \text{ \%}$

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 λ .

$\lambda =$

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

.....

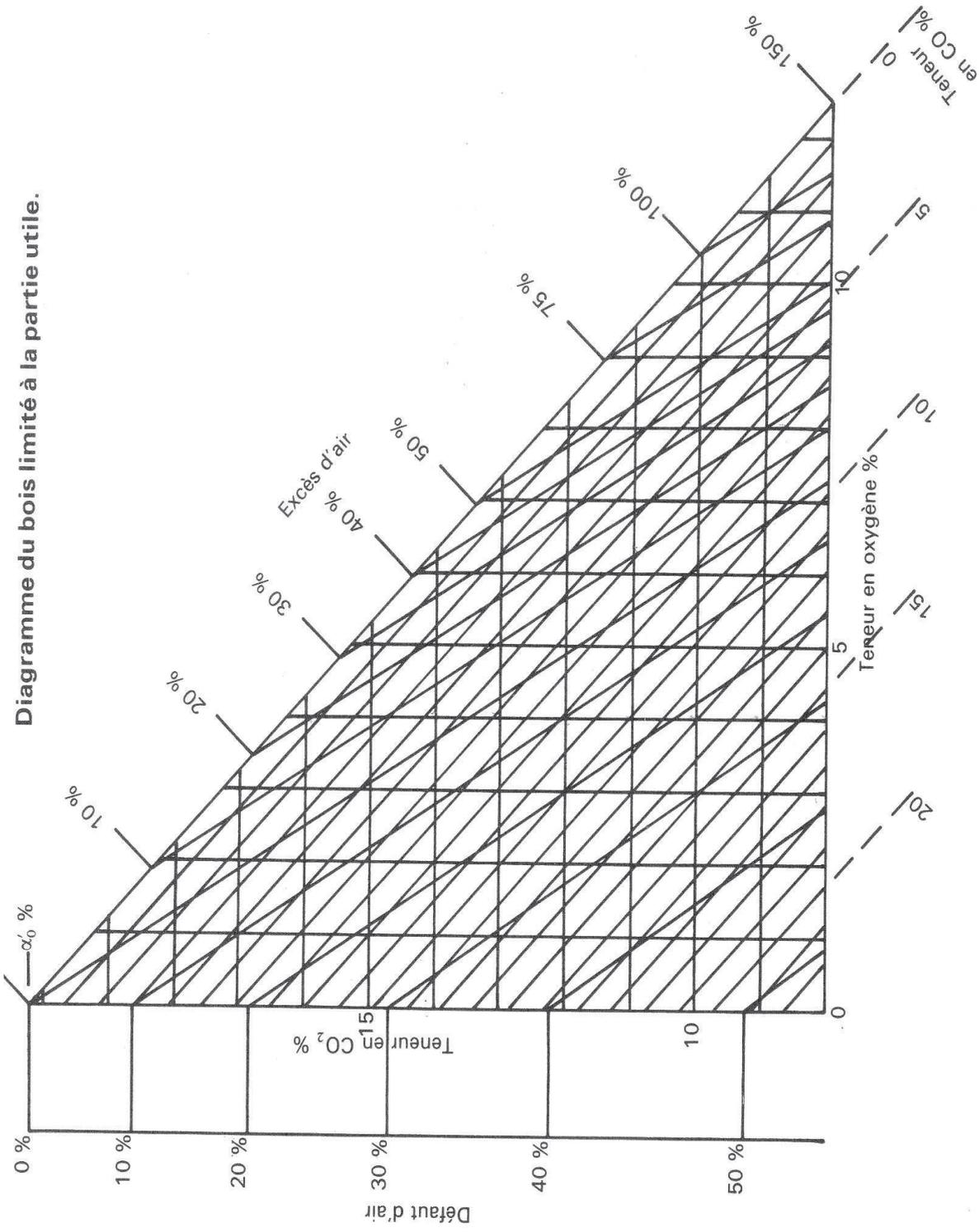
Valeurs à prendre en compte pour la partie production de chaleur

	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 ³]	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 ₂ 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 ?

.....

.....

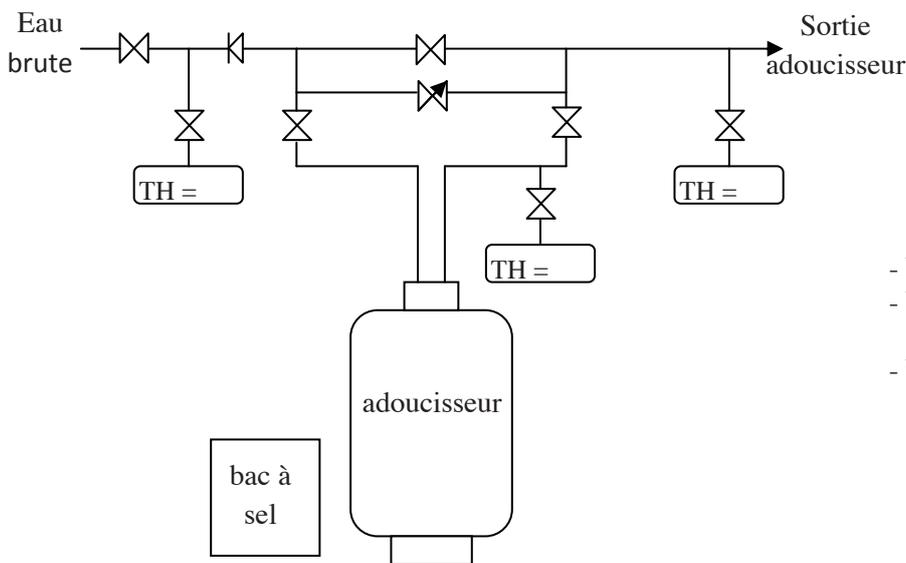
.....

.....

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 :

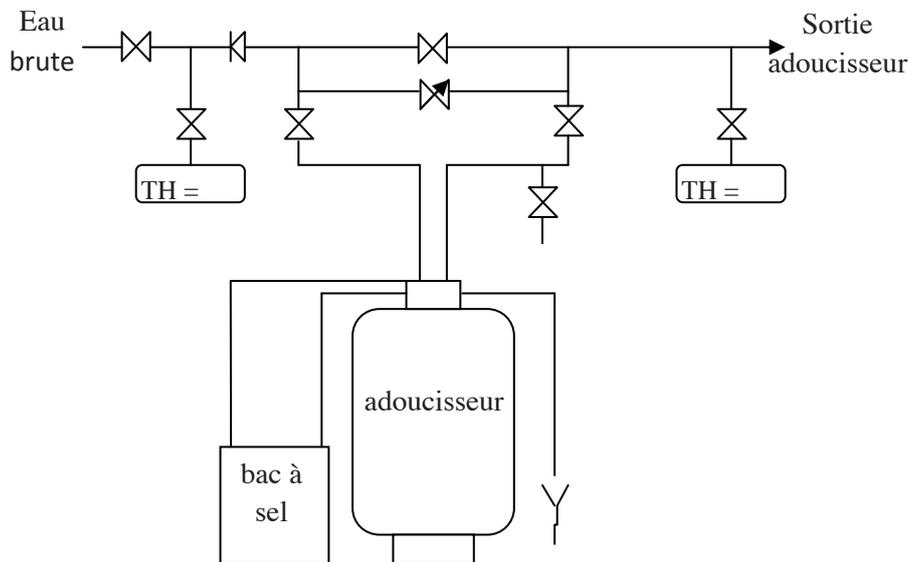


Phase de production

- 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 m³/h.

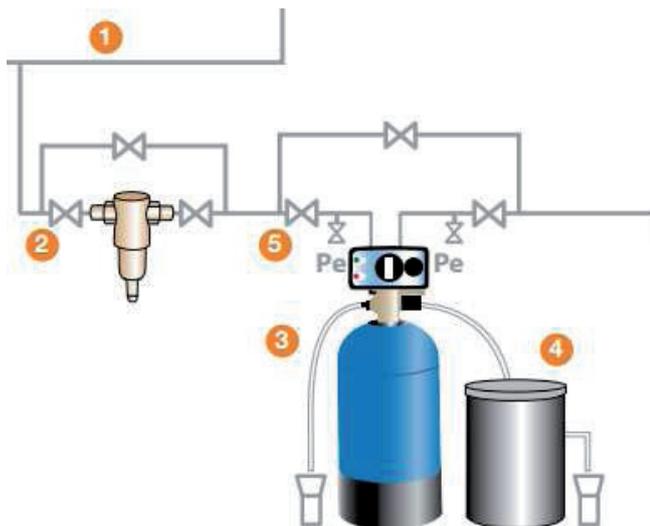
Les + Produits

- Capacité d'échange de 95 à 380°fm³
- 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 ³ /h	Volume résine en litres	Capacité d'échange (°fm ³)
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		

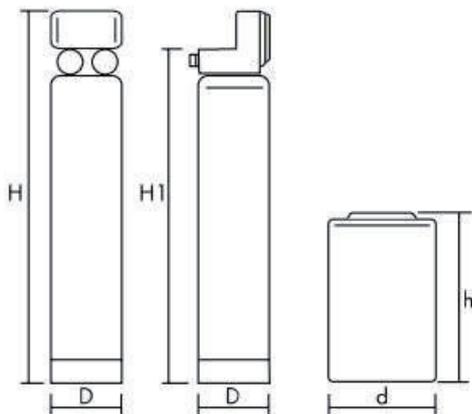
Tournez la page S.V.P.

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
 ΔTH [°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

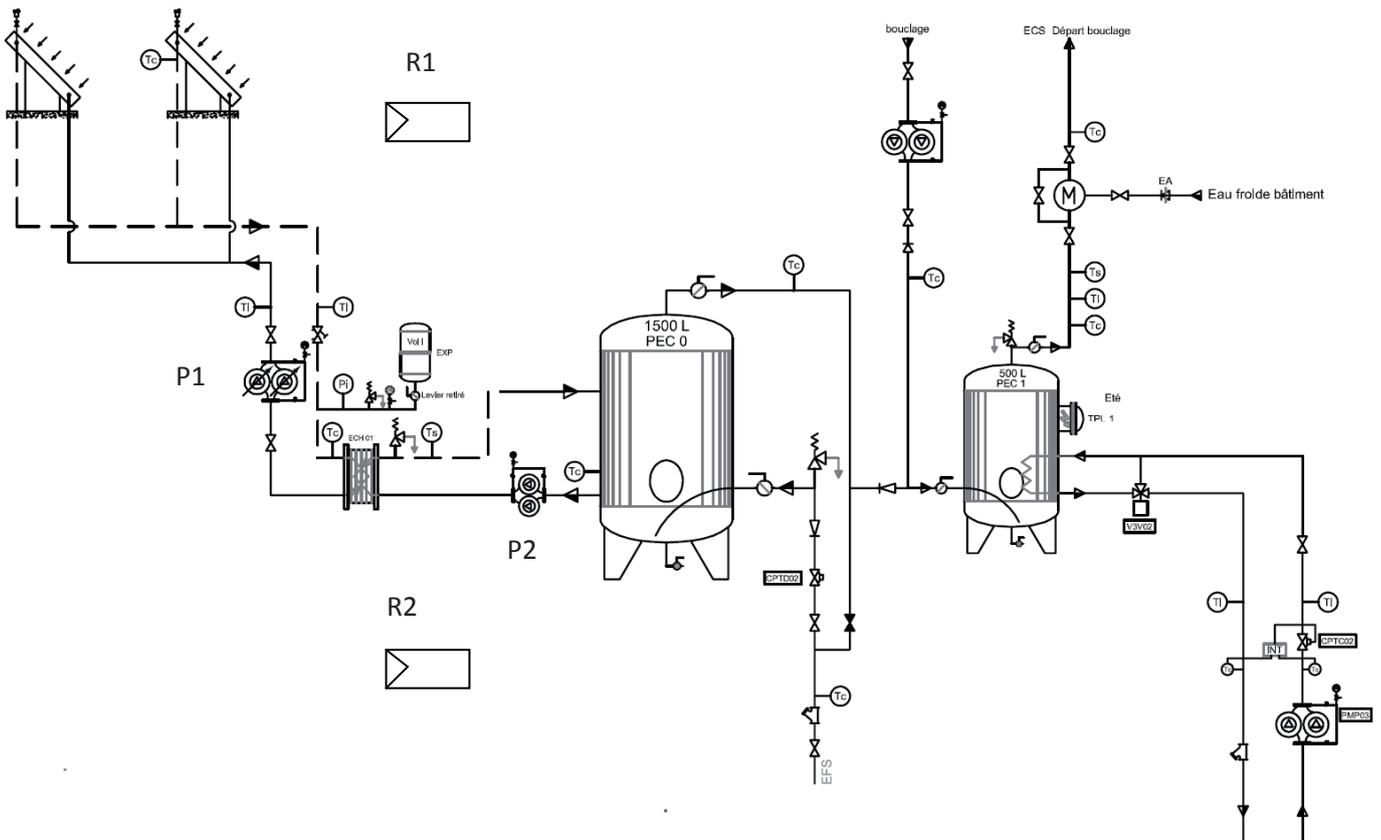
1) Dans ce cas, justifier pourquoi on a préféré installer un échangeur externe plutôt qu'un serpentín dans le ballon.

.....

.....

.....

2) Compléter le schéma suivant en faisant apparaître numérotés 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.



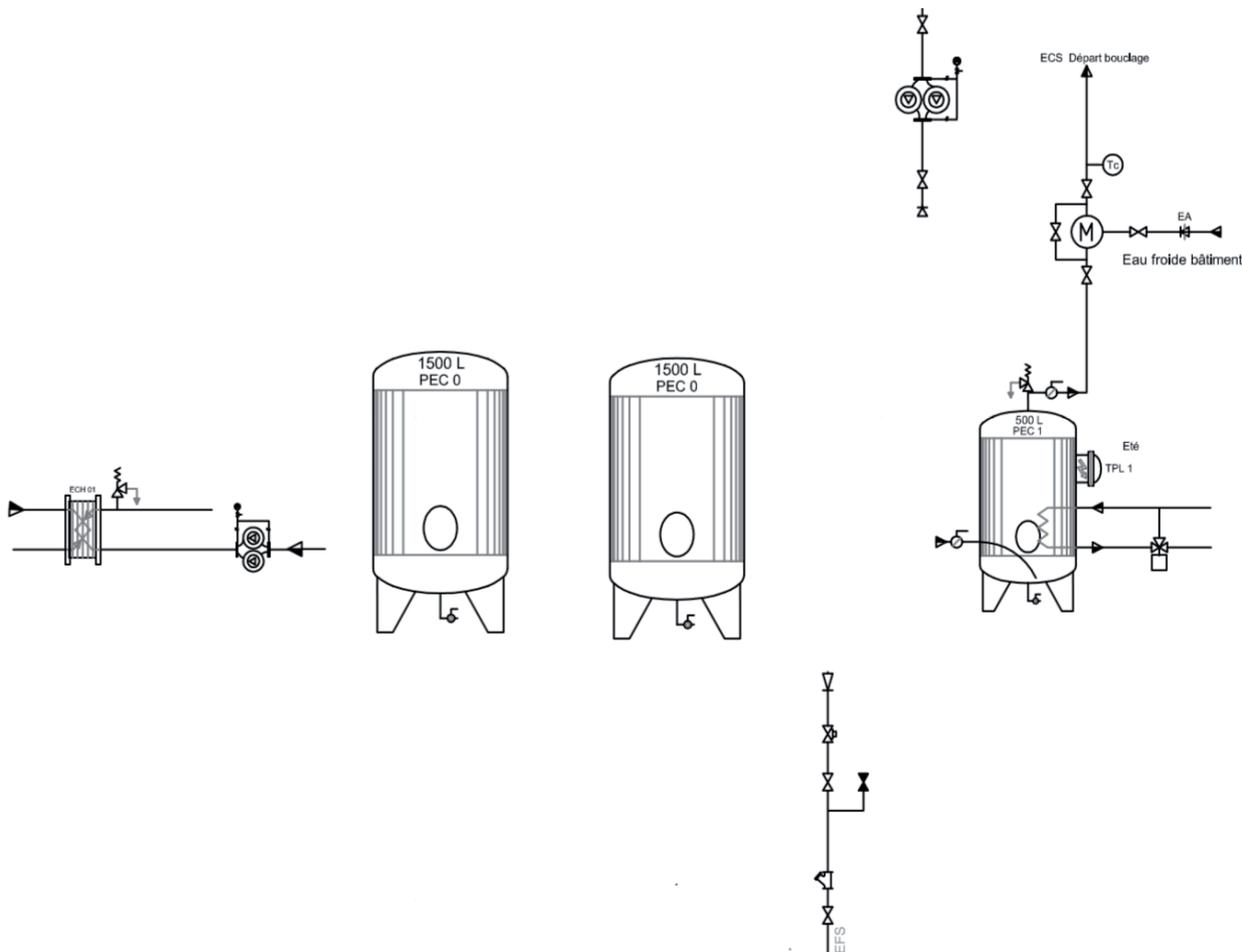
Boucle Solaire



Stockage

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 ΔT_{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:

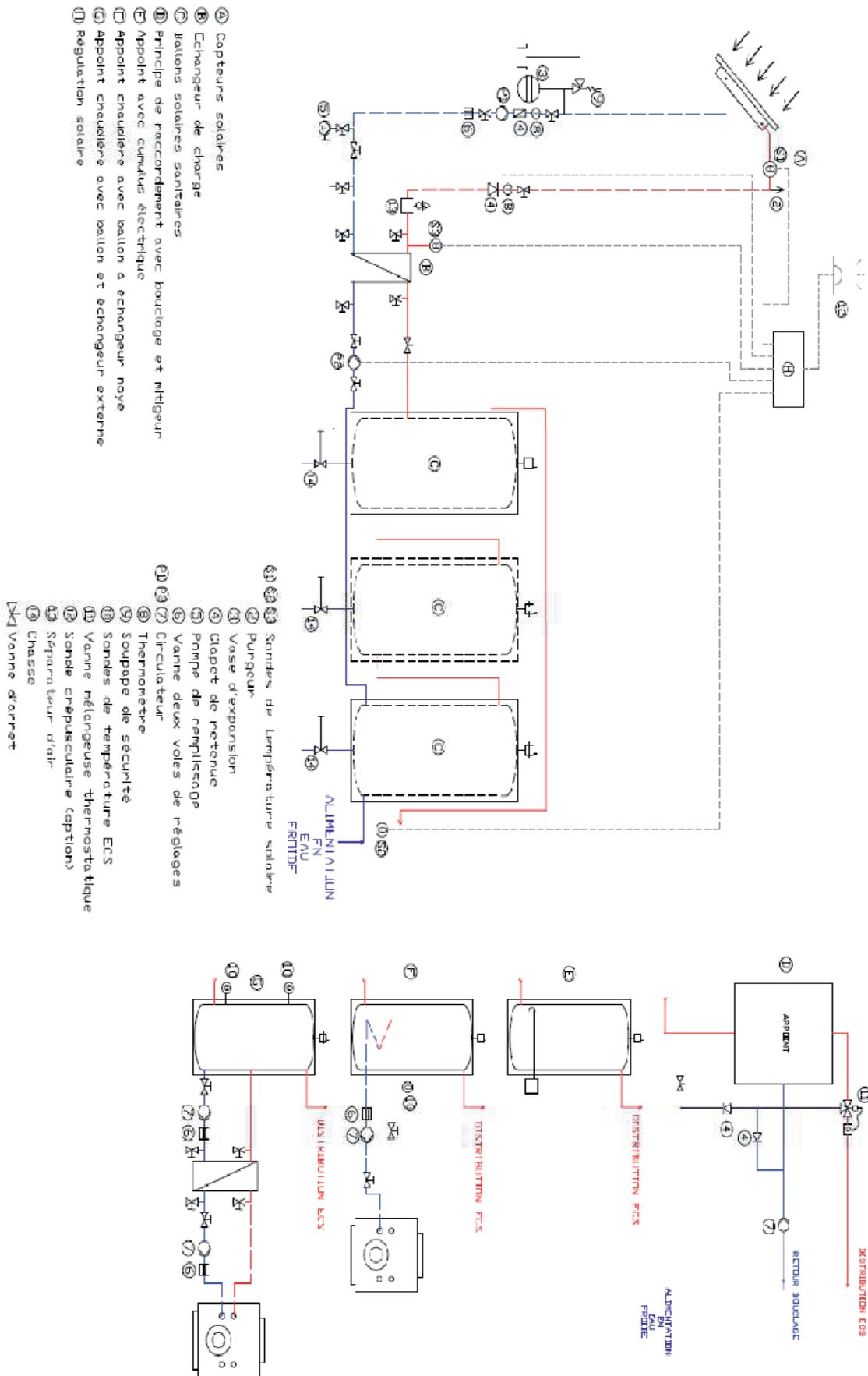
Valeurs réglées	Etat de livraison	Modifiées en
T_{resmax} Température ECS maximale	60 °C	
ΔT_{on} (S1-S2) Différentiel de température d'enclenchement de la pompe de charge ④ (R1)	5,0 K	
ΔT_{off} (S1-S2) Différentiel de tempér. d'arrêt de la pompe de charge ④ (R1)	3,0 K	
$CE\Delta T_{on}$ (S3-S2) Différentiel 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 β 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.

.....

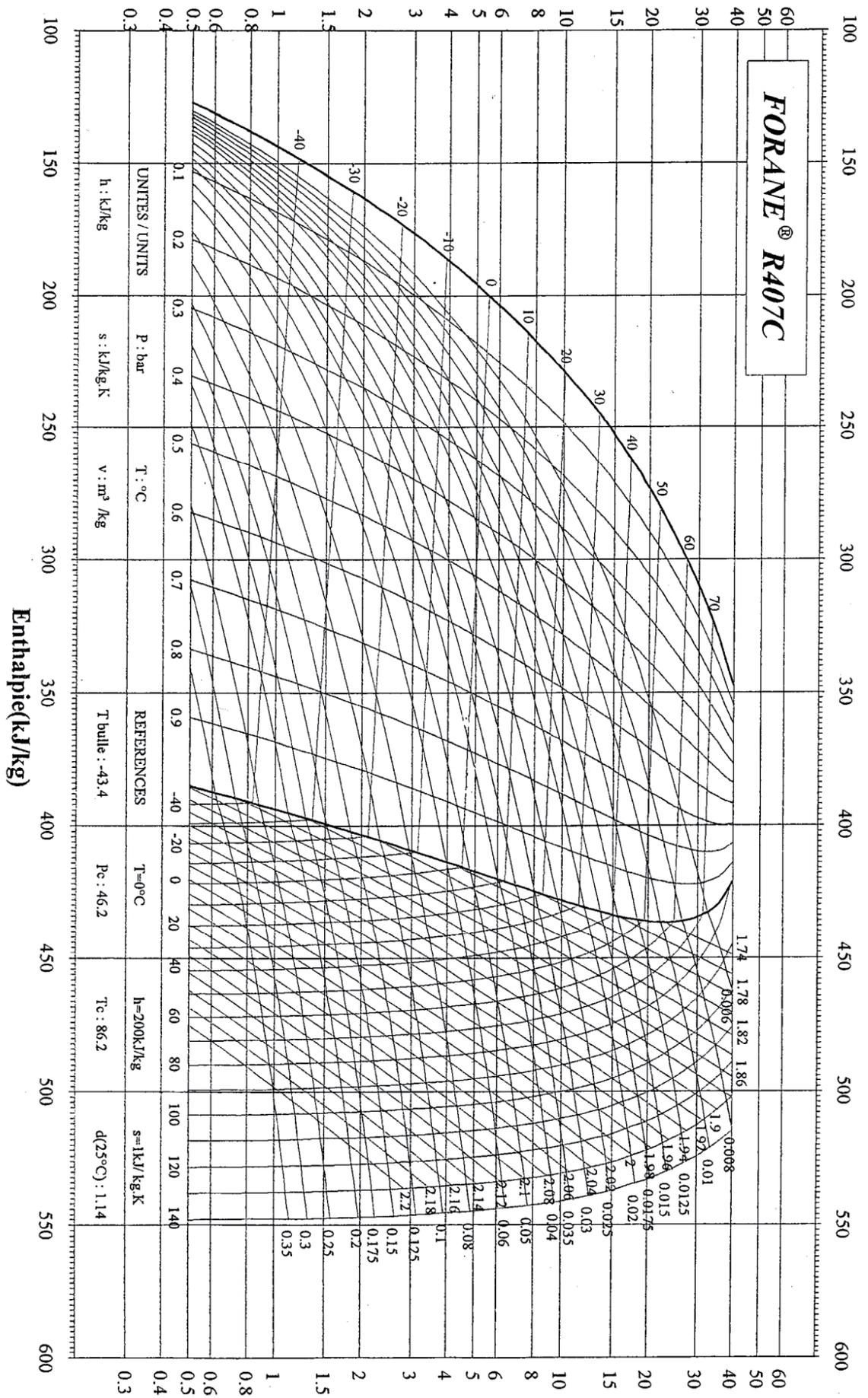
d) Déterminer le débit volumique horaire aspiré par un compresseur du circuit A.

.....

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.

DOCUMENTS TECHNIQUES

IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE MACHINE FRIGORIFIQUE

TEWI (Total Equivalent Warning Impact) ou Effet de Serre Global

Le TEWI permet d'évaluer l'impact environnemental en kg de CO₂ d'une machine frigorifique durant sa vie en tenant compte de l'effet direct dû aux émissions de fluide frigorigène (**Effet de Serre Direct**) et à l'effet indirect dû à l'énergie électrique requise pour faire fonctionner le système (**Effet de Serre Indirect**).

Effet de Serre Global = Effet de Serre Direct + Effet de Serre Indirect

$$\text{TEWI} = (\text{GWP} \times \text{L} \times \text{n}) + (\text{GWP} \times \text{m}[1-\alpha]) + \text{n} \times \text{C} \times \beta$$

Où :

- GWP : global warming potential du fluide frigorigène ;
- L : émissions annuelles de fluide dues aux fuites estimées à 3 % de la charge;
- n : durée de vie du système en années;
- m : charge en fluide frigorigène en kg;
- α : facteur de récupération en fin de vie de la machine (recyclage compris) 0,75;
- C : consommation annuelle d'énergie électrique en kWh;
- β : émission de CO₂ pour produire 1 kWh électrique en kg_{CO2} / kWh_{élec.}

Remarques :

- L varie si le circuit frigorifique est entièrement assemblé en usine: 3 % de la charge par an.
- β dépend du pays où se trouve la machine frigorifique car il dépend des moyens utilisés pour produire l'électricité
Moyenne internationale : 0,65 kg_{CO2}/kWh Moyenne européenne : 0,50 kg_{CO2}/kWh
Moyenne France : 0,17 kg_{CO2}/kWh

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 22/30
Durée : 4 heures		



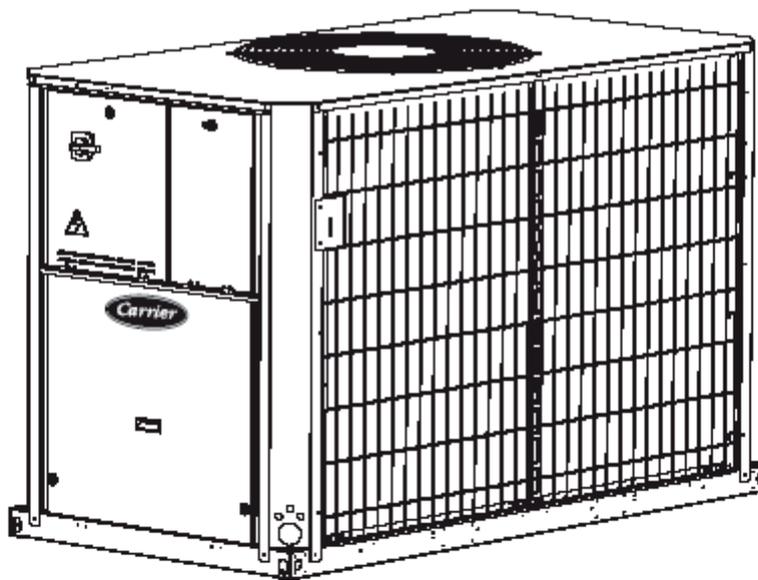
30RA 040 - 240 "B"

Refroidisseurs de liquide à
condensation par air avec module
hydraulique intégré

Puissance frigorifique nominale 39-245 kW
50 Hz

PRO-DIALOG *PLUS*

AQUASNAP



Carrier participe au programme
de certification EUROVENT.
Les produits figurent dans
l'Annuaire EUROVENT des
produits certifiés.

Consulter le manuel
"30RA/RH - 30RY/RYPH "B" Régulation Pro-Dialog *PLUS* "
pour l'utilisation de la régulation.



Instructions d'installation, de fonctionnement et
d'entretien

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 23/30
Durée : 4 heures		

Tournez la page S.V.P.

30RA (R407C)		040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	200	240
Puissance frigorifique nominale*	kW	39,4	49	57	67	79	89	97	115	135	157	202	245
Poids en fonctionnement													
avec module hydraulique pompe simple	kg	526	584	597	611	631	1093	1106	1205	1212	1248	2133	2305
avec module hydraulique pompe double	kg	606	664	677	691	708	1170	1183	1305	1312	1348	2221	2393
sans module hydraulique	kg	502	560	573	587	605	1062	1075	1167	1174	1210	1986	2158
Fluide frigorigène		R-407C											
Circuit A	kg	10	13	15	12,5	18	10	10	15	12,5	18	21	28
Circuit B	kg	-	-	-	-	-	13	14	15	12,5	18	28	28
Compresseurs		Hermétique Scroll 48,3 tr/s											
Circuit A		1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	3
Circuit B		-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	3	3
Nombre d'étages de puissance		1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	6
Puissance minimum	%	100	46	42	50	50	25	25	21	25	25	20	16,6
Régulation		PRO-DIALOG Plus											
Condenseurs		Tubes en cuivre rainuré et ailettes en aluminium											
Ventilateurs		Axial à volute tournante, FLYING-BIRD											
Quantité		1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4
Débit d'air total (grande vitesse)	l/s	3945	3780	4220	5150	5800	7725	8165	8440	10300	11600	17343	20908
Vitesse de rotation (grande/petite vitesse)	tr/s	11,5/5,8	11,5/5,8	11,5/5,8	15,6/7,8	15,6/7,8	11,5/5,8	11,5/5,8	11,5/5,8	15,6/7,8	15,6/7,8	11,5/5,8	15,6/7,8
Évaporateur		A détente directe, de type à plaques brasées											
Volume d'eau	l	3,6	4,6	5,9	6,5	7,6	7,2	8,2	9,8	11,4	13	22	26
Pression max. de fonctionnement côté eau sans module hydraulique	kPa	1000											
avec module hydraulique	kPa	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	400	400
Module hydraulique		Pompe monocellulaire, composite 48,3 tr/s											
Pompe simple centrifuge													Pompe monocellulaire 48,3 tr/s
Quantité		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volume vase d'expansion	l	12	12	12	12	12	35	35	35	35	35	50	50
Pression vase d'expansion(1)	kPa	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150	150
Connexion d'eau		Victaulic (manchettes pour soudure ou filetage fournies)											Gaz fileté conique mâle
(avec et sans module hydraulique)													
Diamètre	pouce	2	2	2	2	2	2	2	2-1/2	2-1/2	2-1/2	3	3
Diamètre extérieur du tube	mm	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3	76,1	76,1	76,1	88,9	88,9

- Légende**
* Conditions nominales : entrée-sortie d'eau évaporateur = 12°C/7°C, température d'air extérieur = 35°C
(1) A la livraison, le prégonflage des vases maintient la membrane plaquée en partie haute du vase. Pour permettre une libre variation du volume d'eau, adapter la pression du gonflage à une pression proche de celle de la hauteur statique de l'installation (voir ci-après), remplir l'installation d'eau (en purgeant l'air) à une pression supérieure de 10 à 20 kPa à celle du vase.
Hauteur statique (m) - Pression (bar) - Pression (kPa)
5 - 0,5 - 50 / 10 - 1 - 100 / 15 - 1,5 - 150 / 20 - 2 - 200 / 25 - 2,5 - 250

5 - CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

30RA sans module hydraulique (R407C)		040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	200	240
Circuit puissance		400-3-50											
Tension nominale	V-ph-Hz	360-440											
Plage de tension	V												
Alimentation du circuit de commande		Le circuit de commande est alimenté par un transformateur présent monté dans l'unité											
Puissance absorbée maxi de l'unité*	kW	20,3	24,6	30,1	35,2	39,9	44,1	49,6	60,5	70,6	79,6	104,2	124,9
Intensité nominale de l'unité**	A	27,9	34,7	41,1	47	54,3	62,7	69,1	82,3	94,1	106,6	140,2	168,7
Intensité maximum de l'unité à 360 V***	A	36,9	45,6	54,9	62,7	72,4	82,6	91,9	109,8	125,4	144,8	185,4	222,9
Intensité maximum de l'unité à 400 V****	A	33,6	41,4	49,7	56,9	65,6	75,1	83,4	99,5	113,9	131,3	168,6	202,8
Intensité maximum au démarrage :													
Unité standard †	A	158,4	151	168,9	176,1	190,4	199,8	208,1	218,6	233	256,1	293,4	327,6
Unité avec option démarreur électronique ††	A	99	101	113	120	128	-	-	-	-	-	-	-
Tenue et protection des court-circuits		Voir tableau correspondant page suivante											

- Légende :**
* Puissance absorbée, compresseur(s) + ventilateur(s) aux limites de fonctionnement de chaque unité. (Entrée/Sortie d'eau = 15°C / 10°C, température de condensation maximum de 67,8 °C et à la tension nominale de 400 V) Indications portées sur la plaque signalétique de l'unité.
** Intensité nominale de fonctionnement de l'unité aux conditions suivantes: Entrée/Sortie d'eau évaporateur 12°C / 7°C, température d'air extérieur 35°C. Les intensités sont données à la tension nominale de 400V.
*** Intensité maximum de fonctionnement de l'unité à la puissance absorbée maximum de l'unité et sous 360 V
**** Intensité maximum de fonctionnement de l'unité à la puissance absorbée maximum de l'unité et sous 400V (Indications portées sur la plaque signalétique de l'unité)
† Intensité maximum de démarrage à la tension nominale de 400 V avec compresseur en démarrage direct (courant de service maximum du ou des plus petits compresseurs + intensités du ou des ventilateurs + intensité rotor bloqué du plus gros compresseur).
†† Intensité maximum de démarrage à la tension nominale de 400 V avec compresseur équipé de démarreur électronique (courant de service maximum du ou des plus petit(s) compresseur(s) + intensité du ou des ventilateur(s) + intensité limitée au démarrage du plus gros compresseur).

Module hydraulique		040	050	060	070	080	090	100	120	140	160	200	240
Pompe simple													
Puissance sur l'arbre	kW	0,75	0,75	0,75	0,75	1,1	1,1	1,1	1,85	1,85	1,85	5,5	5,5
Puissance absorbée (1)	kW	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	2,5	2,5	2,5	6,6	6,6
Intensité maximum à 400V (2)	A	2,1	2,1	2,1	2,1	3,1	3,1	3,1	5	5	5	10,9	10,9
Pompe double													
Puissance sur l'arbre	kW	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3	3	3	5,5	5,5
Puissance absorbée (1)	kW	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	4	4	4	6,6	6,6
Intensité maximum à 400V (2)	A	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	6,6	6,6	6,6	10,9	10,9

Nota: Les puissances absorbées des pompes à eau sont données pour indication seulement
(1) Pour obtenir la puissance absorbée maximum d'une unité avec module hydraulique, ajouter la puissance absorbée maximum de l'unité* à la puissance de la pompe (1)
(2) Pour obtenir l'intensité maximum de fonctionnement d'une unité avec module hydraulique, ajouter l'intensité maximum de l'unité**** à l'intensité de la pompe (2)

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	
Durée : 4 heures	Page 24/30	

Cinquième partie : Traitement d'air

Nous allons étudier la centrale de traitement d'air CTA 01 permettant de traiter uniquement l'air neuf extérieur qui sera soufflé dans les bureaux et les salles de réunion pour les conditions de bases en hiver.

Nous allons diviser cette partie en deux sous parties :

Première sous partie : on considère que la roue de récupération située en début de centrale n'existe pas.

1) Tracer avec une couleur de votre choix sur le diagramme de l'air humide (page suivante) l'évolution de l'air dans la CTA (batterie chaude uniquement) sachant que la température de soufflage doit être de 20[°C].

2) Déterminer le degré hygrométrique du point de soufflage et préciser quelle serait la conséquence de souffler de l'air ayant ce degré hygrométrique dans un local

.....

3) Quel appareil pourrait-on ajouter après la batterie chaude pour que l'air soufflé ait toujours une température de 20 [°C] mais un degré hygrométrique de 30 [%]. Vous complétez le tracé de l'évolution sur le diagramme de l'air humide (page suivante) toujours avec la même couleur en supposant que cet appareil est installé et que l'air est bien soufflé aux conditions indiquées dans cette question.

.....

4) Indiquer les sept grandeurs caractéristiques du point de soufflage (aux conditions de la question précédente):

$\theta_s = \dots\dots\dots$; $\theta_h = \dots\dots\dots$; $\theta_r = \dots\dots\dots$; $v = \dots\dots\dots$

$h = \dots\dots\dots$; $\varphi = \dots\dots\dots$; $r = \dots\dots\dots$

5) Sachant que le débit au soufflage est de 6350 [m³/h], déterminer la puissance P_{BC1} de la batterie chaude et la puissance P de l'appareil rajouté pour atteindre les conditions de soufflage désirées.

$P_{BC1} = \dots\dots\dots$

$P = \dots\dots\dots$

6) Déterminer la quantité d'énergie Q_1 utilisée par ces deux appareils s'ils fonctionnent dans ces conditions pendant 24 heures.

$Q_1 = \dots\dots\dots$

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 25/30
Durée : 4 heures		

Tournez la page S.V.P.

Deuxième sous partie : on considère à présent que la roue de récupération située en début de centrale existe et fonctionne

1) Tracer avec une autre couleur de votre choix sur le diagramme de l'air humide (page suivante) l'évolution de l'air dans la CTA (roue de récupération et batterie chaude) sachant que la température de soufflage doit toujours être de 20 [°C] et que les conditions de l'air en sortie de roue sont $\theta_s = 5$ [°C] et $\phi = 80$ [%]

2) Sachant que le débit au soufflage est toujours de 6350 [m³/h], déterminer la puissance fournie par la roue P_R et la puissance P_{BC2} de la batterie chaude.

$P_R =$

$P_{BC2} =$

3) Déterminer la quantité d'énergie Q_R économisée par la roue et comparer ce chiffre avec la quantité d'énergie Q_1 trouvée dans la sous partie 1 (vous exprimerez votre résultat en %) sachant que l'installation fonctionne dans les mêmes conditions et aussi pendant 24 heures.

$Q_R =$

L'économie réalisée - en % - représente :
.....

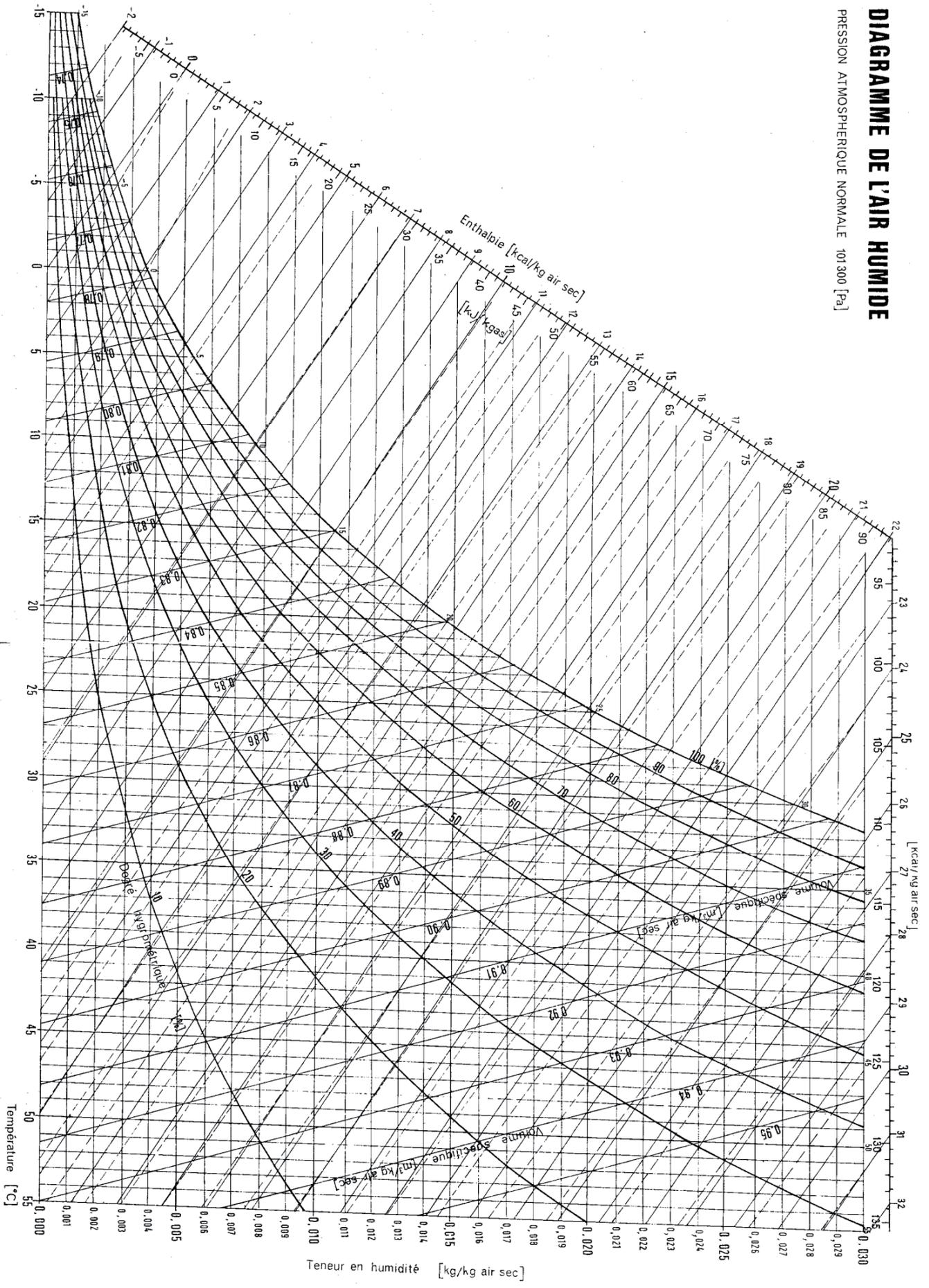
4) Expliquer d'où vient l'humidité apportée par la roue.
.....
.....

5) Quel est l'avantage de faire une récupération par « roue hygroscopique » par rapport à une récupération par « échangeur à plaques » ?
.....
.....

6) Peut-on utiliser une récupération par « roue hygroscopique » en milieu hospitalier ? (justifiez votre réponse).
.....
.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 26/30
Durée : 4 heures		

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE
 PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 27/30
Durée : 4 heures		

Tournez la page S.V.P.

DOCUMENTS TECHNIQUES

RESEAU HYDRAULIQUE CTA n°1

Schéma hydraulique simplifié

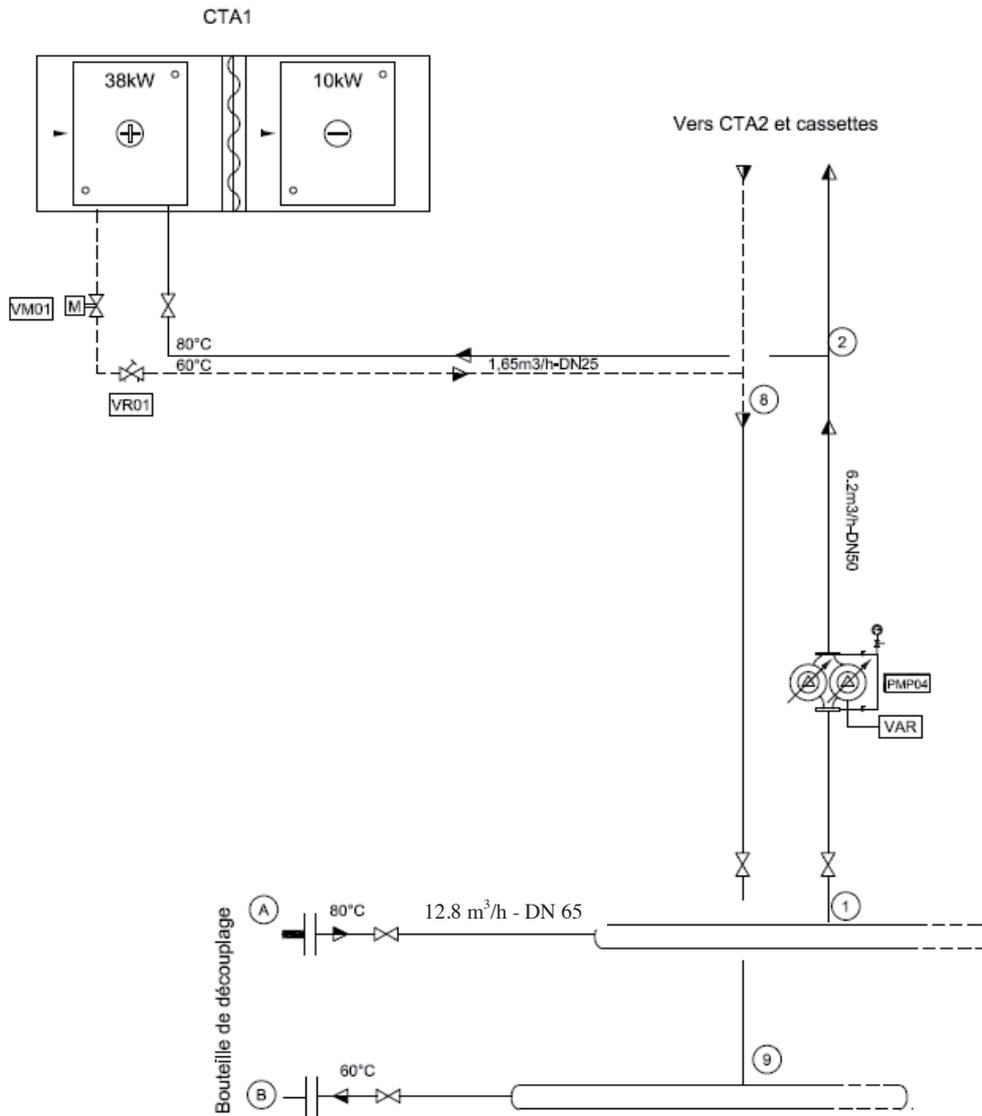


Tableau des pertes de charge calculées par le bureau d'études

N° de tronçon	Qv [m ³ /h]	DN	Δp_{totale} [mmCE]
A - 1	12.8	65	1748
1 - 2	6.2	50	236
2 - CTA1 - 8	1.65	25	
2 - CTA2 - 8	4.55	32	4729
8 - 9	6.2	50	236
9 - B	12.8	65	1748

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE

Session 2014

Repère épreuve

Epreuve d'analyse d'un problème technique

Page 29/30

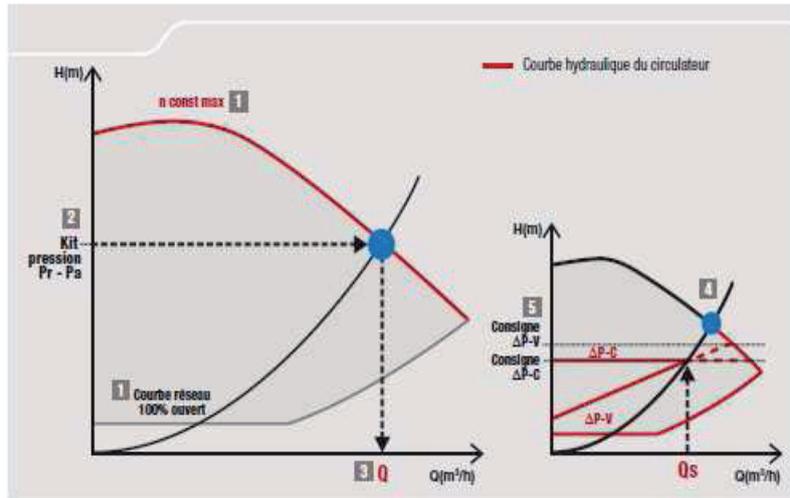
Durée : 4 heures

Tournez la page S.V.P.

Méthode de réglage d'un circulateur à débit variable.

À partir d'un kit manométrique

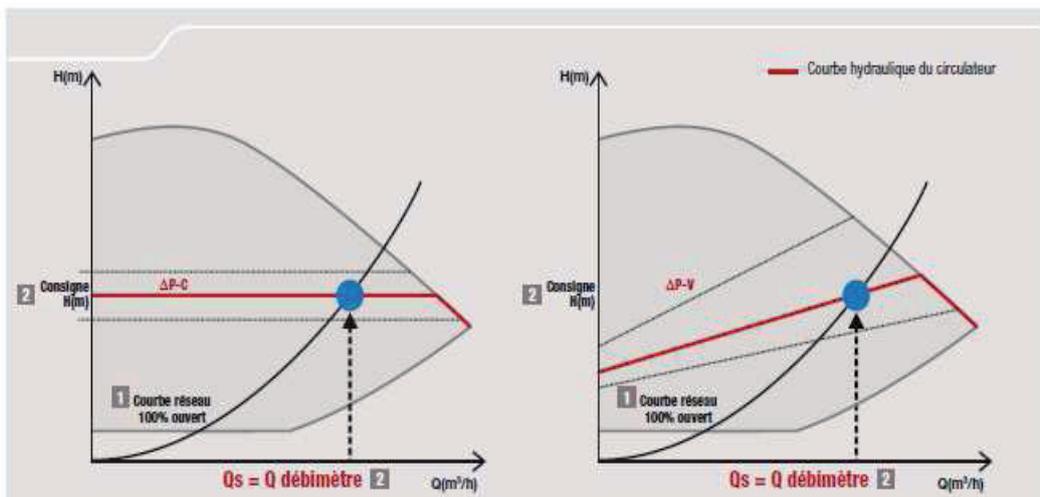
- 1 Ouvrez totalement le réseau et réglez Sirius master sur mode vitesse constante, consigne maximale.
- 2 Mesurez à l'aide d'un kit manométrique la perte de charge aux bornes du Sirius master (Pression au refoulement - Pression aspiration = H).
- 3 Graphiquement, en lisant sur la courbe hydraulique du circulateur (voir page 37, courbes des performances hydrauliques), vous en déduisez le débit délivré par la pompe.
- 4 Reportez ce point Q-H sur le courbier « Delta P-C / P-V » (voir courbiers page 37 et suivantes) et tracez la courbe réseau (représentée en noir sur le schéma ci-contre).
- 5 Entrez la valeur de consigne de pression $\Delta P-V$ ou $\Delta P-C$ (cf page 16) selon les indications du schéma ci-contre.



Installation et mise en service

À partir d'un débitmètre

- 1 Ouvrez totalement le réseau et réglez Sirius master sur mode $\Delta P-V$ ou $\Delta P-C$ (cf page 16).
- 2 Réglez la consigne H de façon à ce que le débitmètre affiche le débit maximal souhaité Q_s .



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE

Session 2014

Repère épreuve

Epreuve d'analyse d'un problème technique

Durée : 4 heures

Page 30/30

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 CO₂ en [g/kWh] produite pour les granulés ou pour le bois déchiqueté, peut-on considérer que la masse équivalent de CO₂ 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 granulés = $\dots\dots\dots$

Coût bois déchiqueté = $\dots\dots\dots$

Coût chaudière électrique = $\dots\dots\dots$

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 »

- $\theta_{\text{air}} = 22 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $\theta_{\text{fumées}} = 130 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- $O_2 = 10 \text{ \%}$
- $CO_2 = 10,4 \text{ \%}$
- $CO = 30 \text{ ppm}$
- $Rend = 91,9 \text{ \%}$
- $Pertes = 8,1 \text{ \%}$

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 λ .

λ . =

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

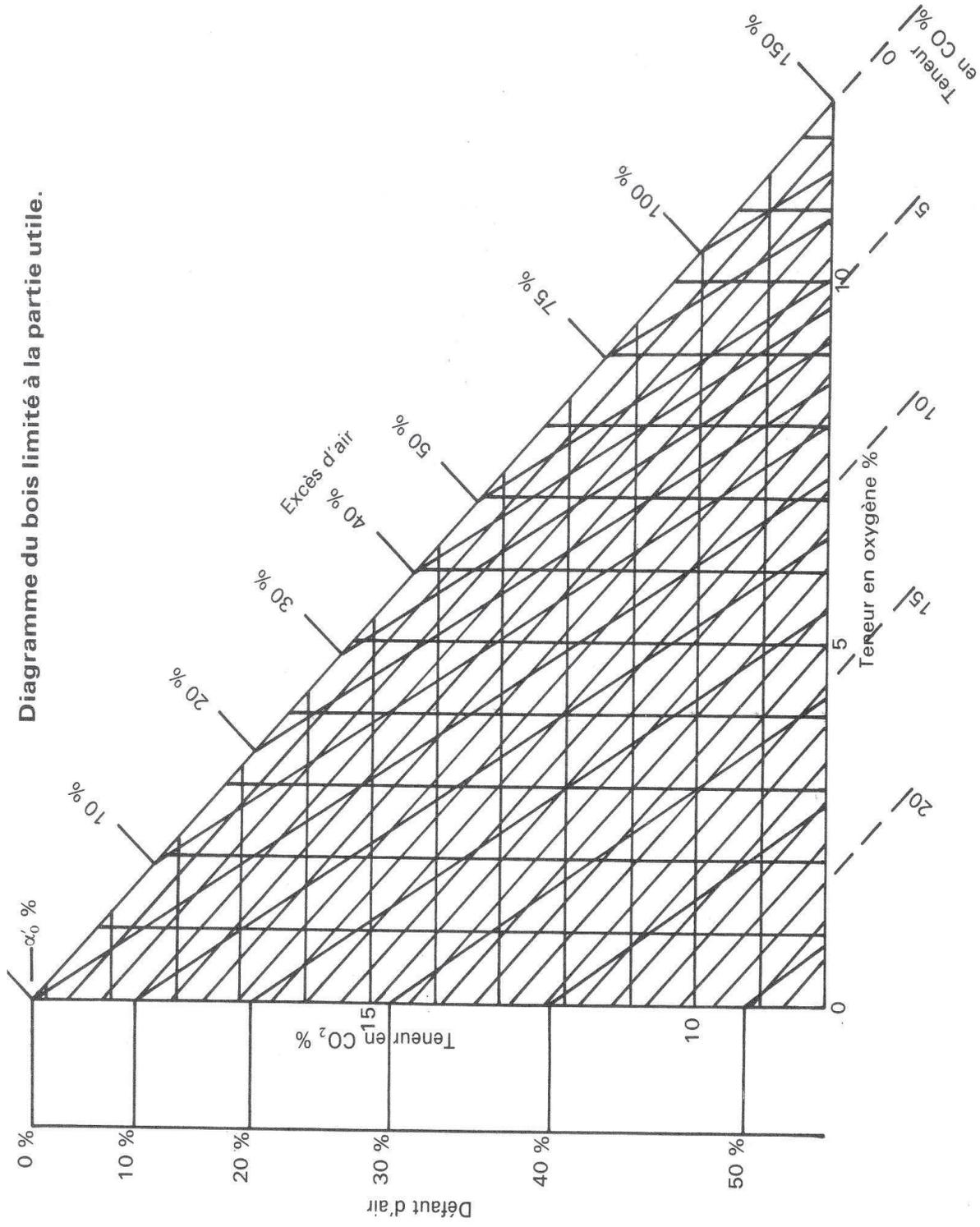
.....

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 ³]	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 ₂ 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		

Diagramme du bois limité à la partie utile.



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

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 ?

.....

.....

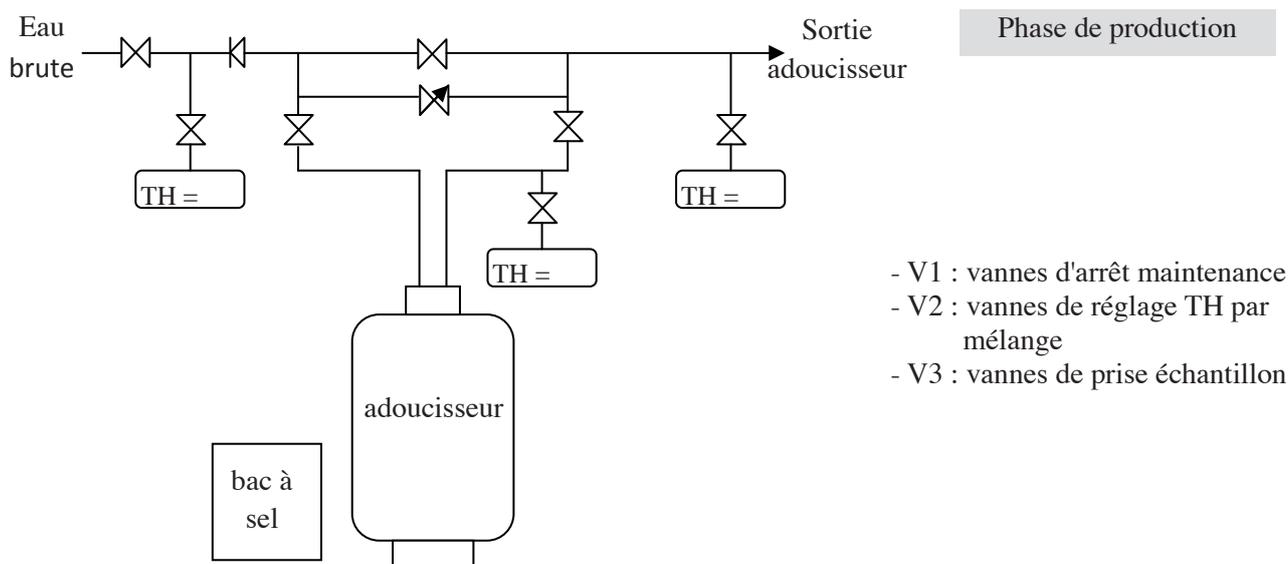
.....

.....

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

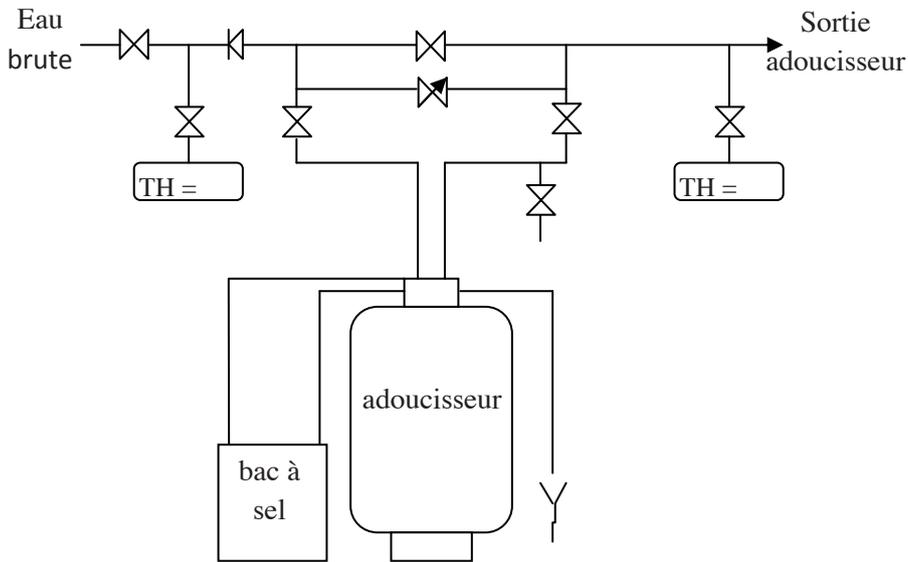
a) Identifier les vannes sur le schéma suivant et indiquer la valeur de Th dans les deux phases représentées - production et régénération :



- 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	
Durée : 4 heures	Page 11/30	

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		

Troisième partie : Circuit solaire

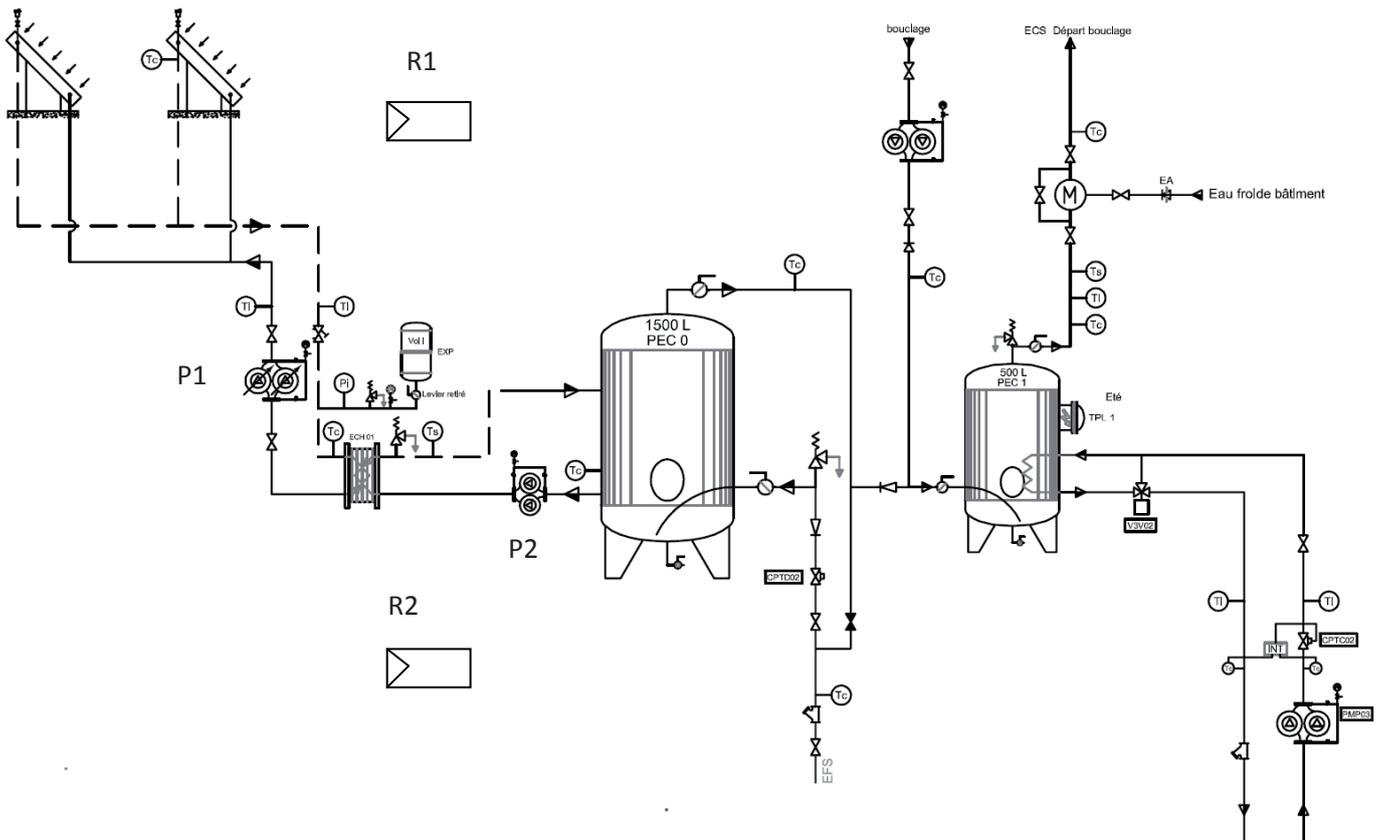
1) Dans ce cas, justifier pourquoi on a préféré installer un échangeur externe plutôt qu'un serpentin dans le ballon.

.....

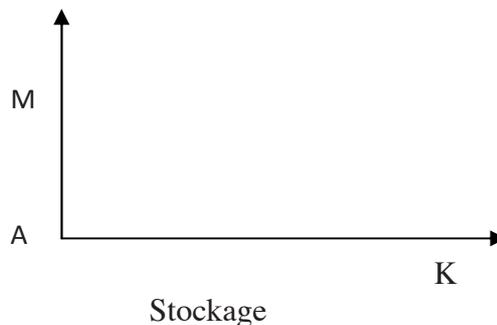
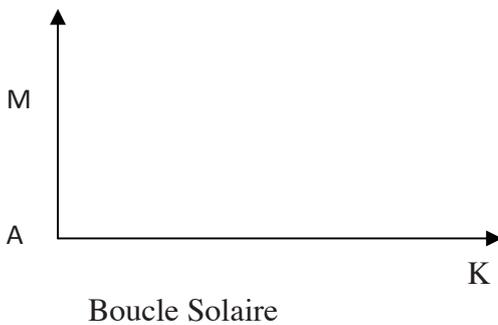
.....

.....

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.

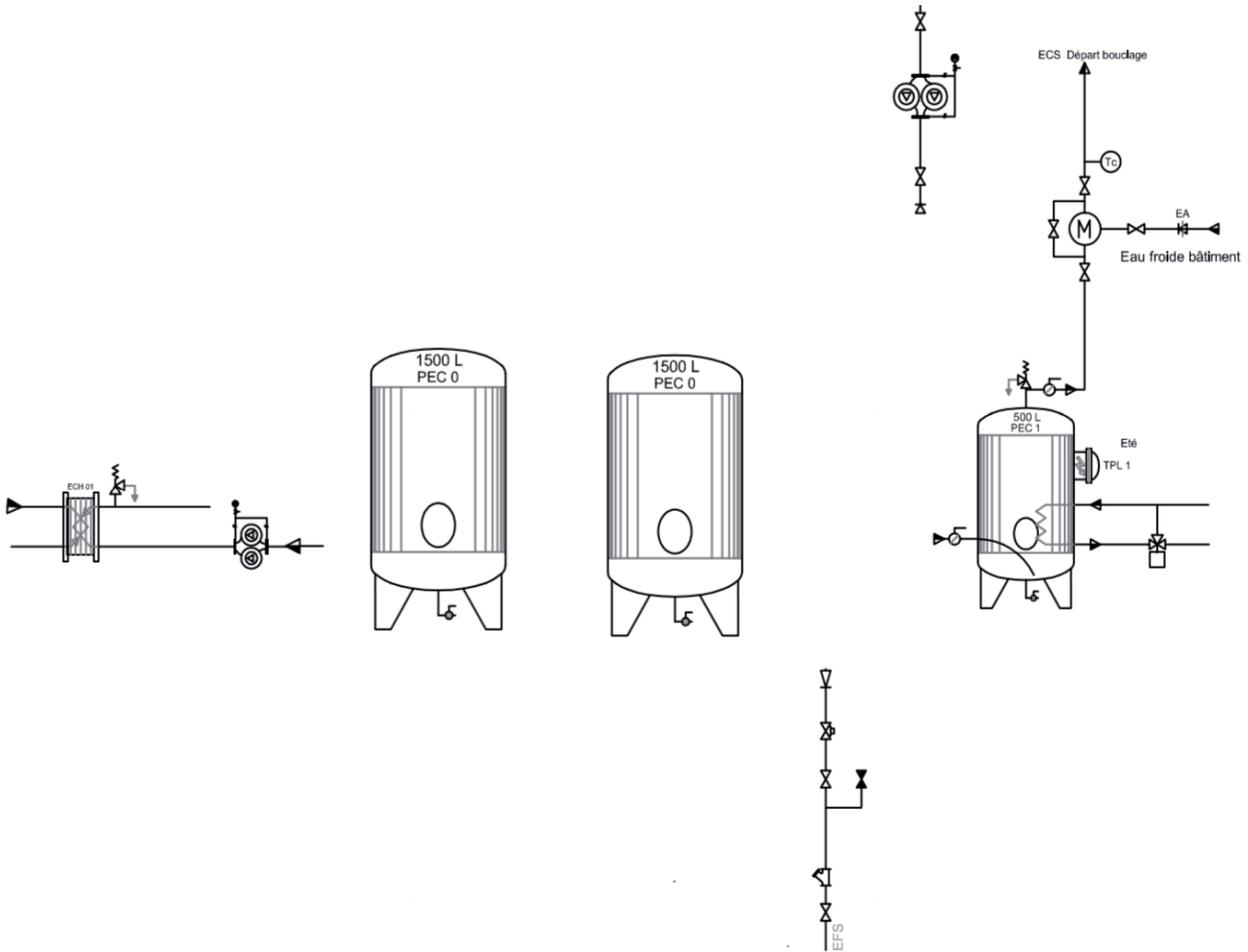


3) Représenter les diagrammes fonctionnels de mise en service des circulateurs P1 et P2 conformément aux indications données dans la documentation du constructeur.



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		

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 β 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.

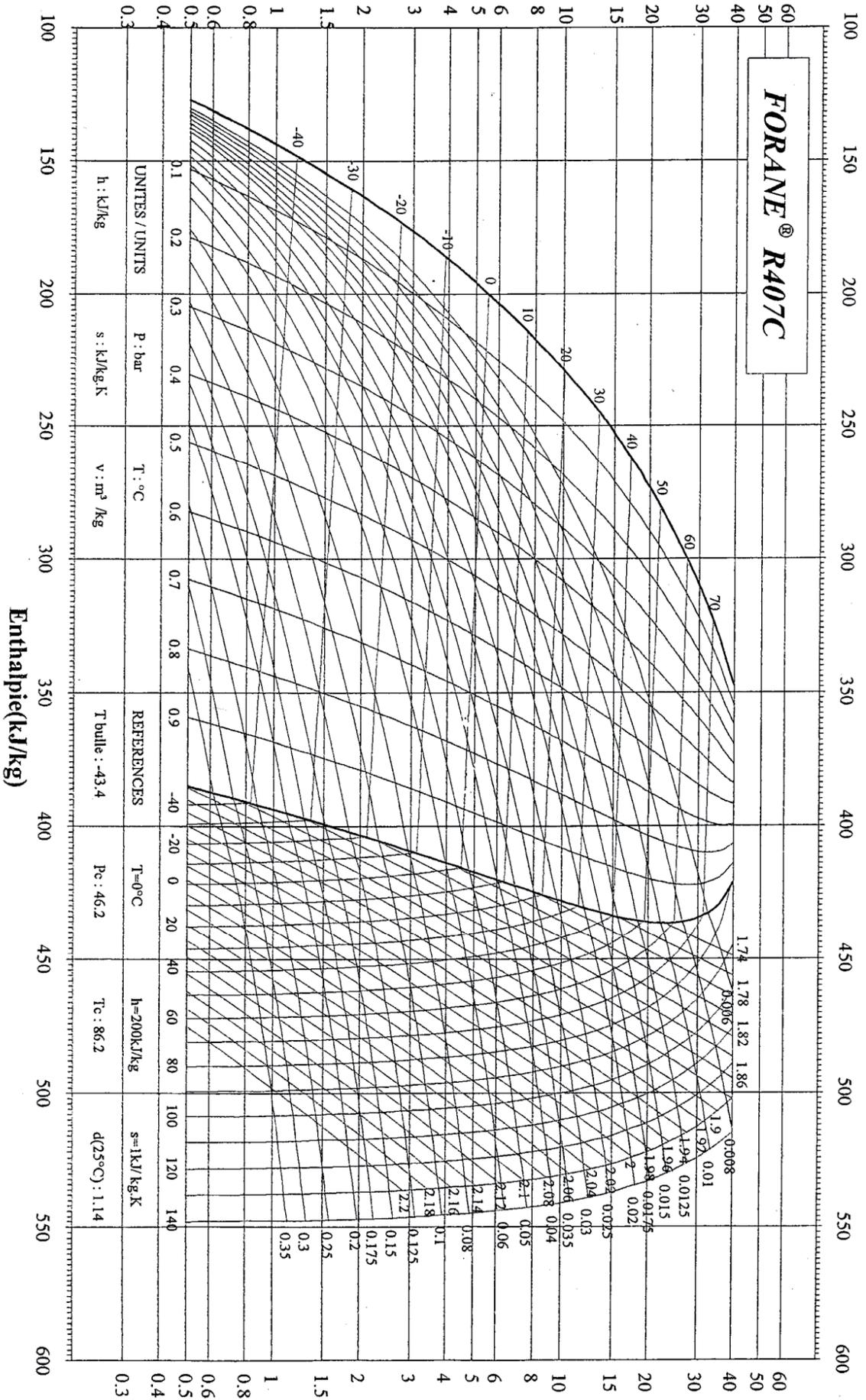
.....

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		

Tournez la page S.V.P.



Cinquième partie : Traitement d'air

Nous allons étudier la centrale de traitement d'air CTA 01 permettant de traiter uniquement l'air neuf extérieur qui sera soufflé dans les bureaux et les salles de réunion pour les conditions de bases en hiver.

Nous allons diviser cette partie en deux sous parties :

Première sous partie : on considère que la roue de récupération située en début de centrale n'existe pas.

1) Tracer avec une couleur de votre choix sur le diagramme de l'air humide (page suivante) l'évolution de l'air dans la CTA (batterie chaude uniquement) sachant que la température de soufflage doit être de 20[°C].

2) Déterminer le degré hygrométrique du point de soufflage et préciser quelle serait la conséquence de souffler de l'air ayant ce degré hygrométrique dans un local

.....

3) Quel appareil pourrait-on ajouter après la batterie chaude pour que l'air soufflé ait toujours une température de 20 [°C] mais un degré hygrométrique de 30 [%]. Vous complétez le tracé de l'évolution sur le diagramme de l'air humide (page suivante) toujours avec la même couleur en supposant que cet appareil est installé et que l'air est bien soufflé aux conditions indiquées dans cette question.

.....

4) Indiquer les sept grandeurs caractéristiques du point de soufflage (aux conditions de la question précédente):

$\theta_s = \dots\dots\dots$; $\theta_h = \dots\dots\dots$; $\theta_r = \dots\dots\dots$; $v = \dots\dots\dots$

$h = \dots\dots\dots$; $\phi = \dots\dots\dots$; $r = \dots\dots\dots$

5) Sachant que le débit au soufflage est de 6350 [m³/h], déterminer la puissance P_{BC1} de la batterie chaude et la puissance P de l'appareil rajouté pour atteindre les conditions de soufflage désirées.

$P_{BC1} = \dots\dots\dots$

$P = \dots\dots\dots$

6) Déterminer la quantité d'énergie Q_1 utilisée par ces deux appareils s'ils fonctionnent dans ces conditions pendant 24 heures.

$Q_1 = \dots\dots\dots$

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 25/30
Durée : 4 heures		

Deuxième sous partie : on considère à présent que la roue de récupération située en début de centrale existe et fonctionne

1) Tracer avec une autre couleur de votre choix sur le diagramme de l'air humide (page suivante) l'évolution de l'air dans la CTA (roue de récupération et batterie chaude) sachant que la température de soufflage doit toujours être de 20 [°C] et que les conditions de l'air en sortie de roue sont $\theta_s = 5$ [°C] et $\phi = 80$ [%]

2) Sachant que le débit au soufflage est toujours de 6350 [m³/h], déterminer la puissance fournie par la roue P_R et la puissance P_{BC2} de la batterie chaude.

$P_R =$

$P_{BC2} =$

3) Déterminer la quantité d'énergie Q_R économisée par la roue et comparer ce chiffre avec la quantité d'énergie Q_1 trouvée dans la sous partie 1 (vous exprimerez votre résultat en %) sachant que l'installation fonctionne dans les mêmes conditions et aussi pendant 24 heures.

$Q_R =$

L'économie réalisée - en % - représente :
.....

4) Expliquer d'où vient l'humidité apportée par la roue.
.....
.....

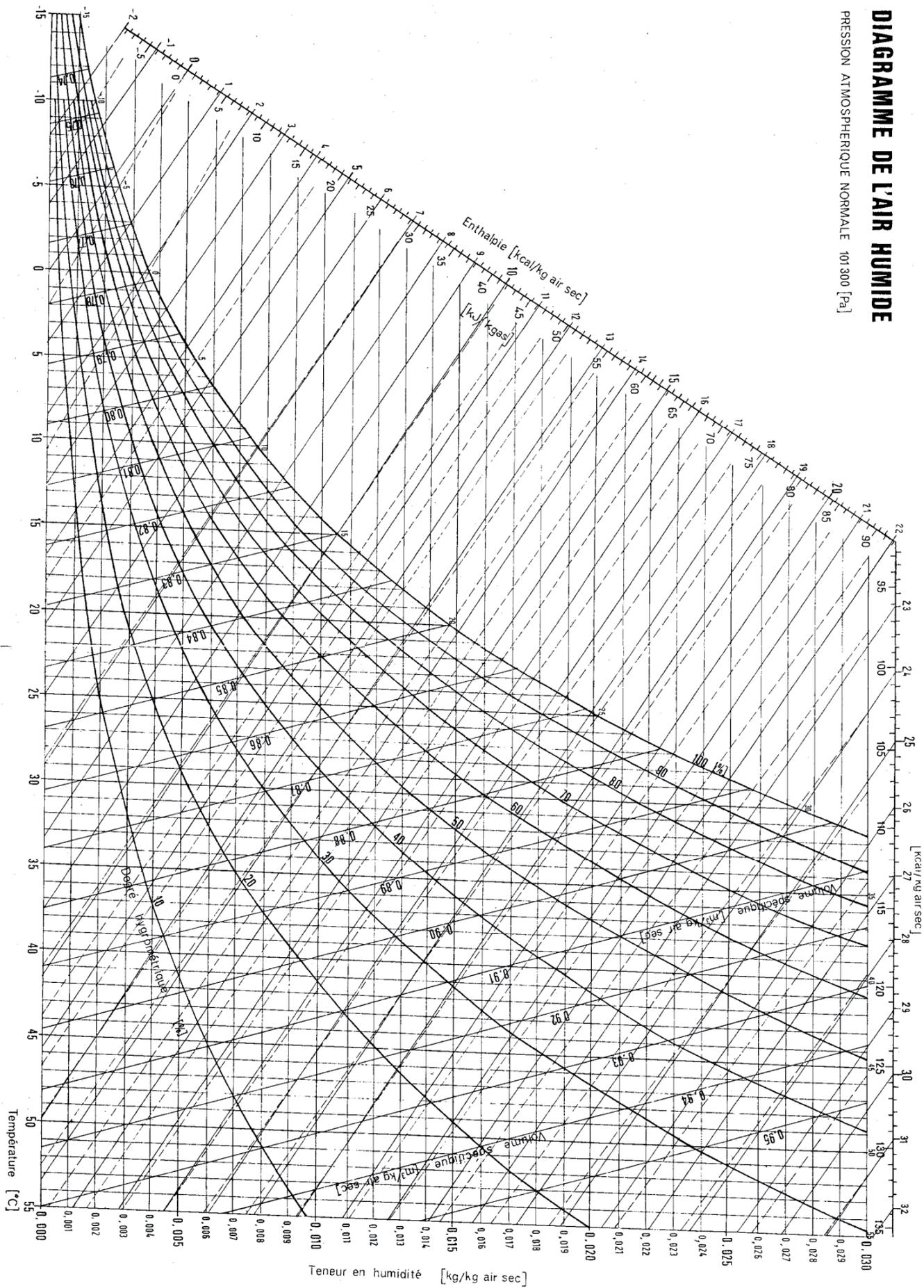
5) Quel est l'avantage de faire une récupération par « roue hygroscopique » par rapport à une récupération par « échangeur à plaques » ?
.....
.....

6) Peut-on utiliser une récupération par « roue hygroscopique » en milieu hospitalier ? (justifiez votre réponse).
.....
.....

Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 26/30
Durée : 4 heures		

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]



Concours externe CAPLP Génie civil option ETE		Session 2014
Repère épreuve	Epreuve d'analyse d'un problème technique	Page 27/30
Durée : 4 heures		

