

# 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 CO<sub>2</sub> 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

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

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;
- $\alpha$  : facteur de récupération en fin de vie de la machine ( recyclage compris) 0,75;
- C : consommation annuelle d'énergie électrique en kWh;
- $\beta$  : émission de CO<sub>2</sub> pour produire 1 kWh électrique en kg<sub>CO2</sub> / kWh<sub>élec</sub>.

### Remarques :

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



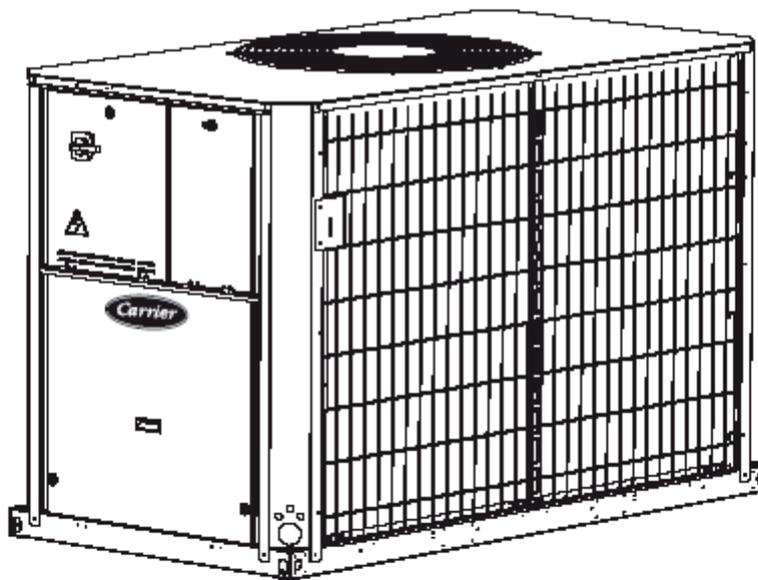
**30RA 040 - 240 "B"**

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	
<b>Puissance frigorifique nominale*</b>		kW	39,4	49	57	67	79	89	97	115	135	157	202	245
<b>Poids en fonctionnement</b>														
avec module hydraulique pompe simple		kg	526	584	597	611	631	1093	1108	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
<b>Fluide frigorigène</b>			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
<b>Compresseurs</b>			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
<b>Régulation</b>			PRO-DIALOG Plus											
<b>Condenseurs</b>			Tubes en cuivre rainuré et ailettes en aluminium											
<b>Ventilateurs</b>			Axial à volute tournante, FLYING-BIRD											
Quantité			1	1	1	1	1	1	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
<b>Évaporateur</b>			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
<b>Module hydraulique</b>			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
<b>Connexion d'eau</b>			Victaulic (manchettes pour soudure ou filetage fournies)											
(avec et sans module hydraulique)			Gaz fileté conique mâle											
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	
<b>Circuit puissance</b>			400-3-50											
Tension nominale		V-ph-Hz	360-440											
Plage de tension		V	360-440											
<b>Alimentation du circuit de commande</b>			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	108,6	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	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tenue et protection des court-circuits</b>			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
<b>Pompe simple</b>													
Puissance sur l'arbre		kW	0,75	0,75	0,75	0,75	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	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	5	5	5	10,9	10,9
<b>Pompe double</b>													
Puissance sur l'arbre		kW	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	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	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	Page 24/30
Durée : 4 heures		

## 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 [m<sup>3</sup>/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 [m<sup>3</sup>/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 :  
.....

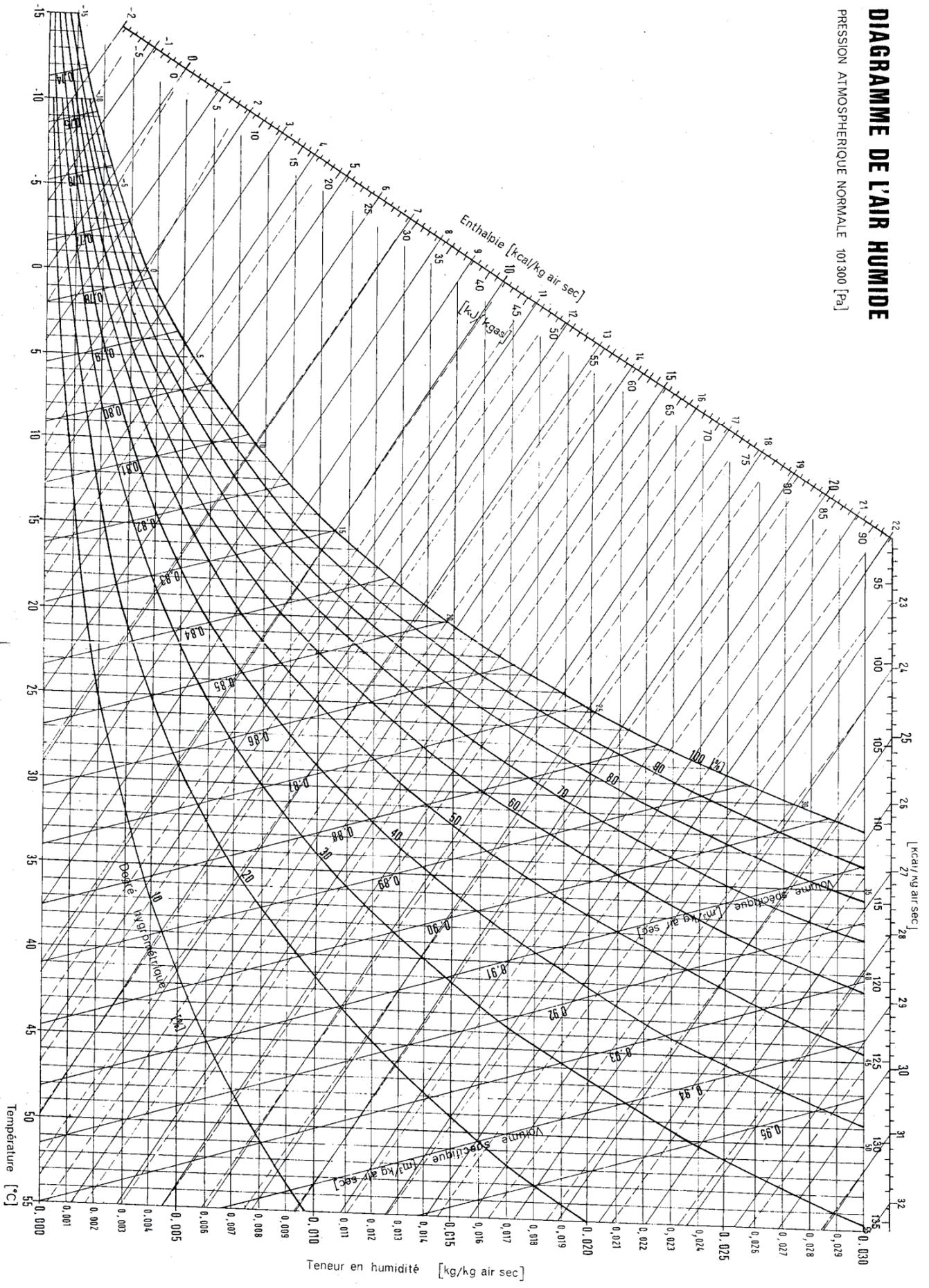
4) Expliquer d'où vient l'humidité apportée par la roue.  
.....  
.....

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.

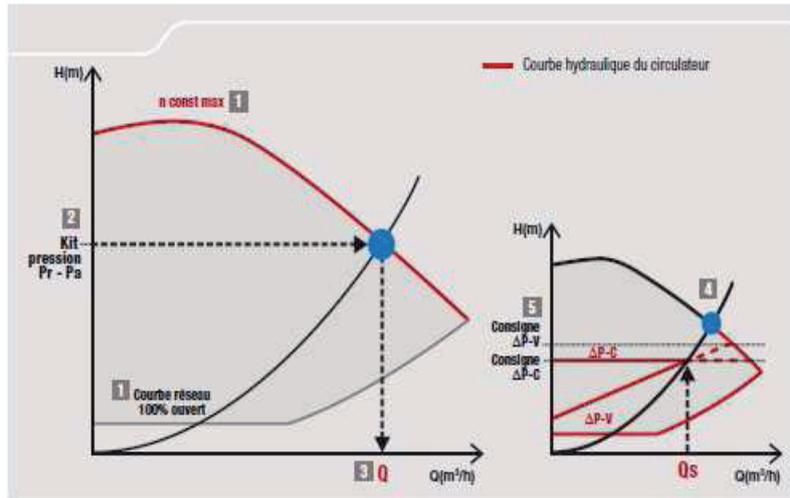




## Méthode de réglage d'un circulateur à débit variable.

### À partir d'un kit manométrique

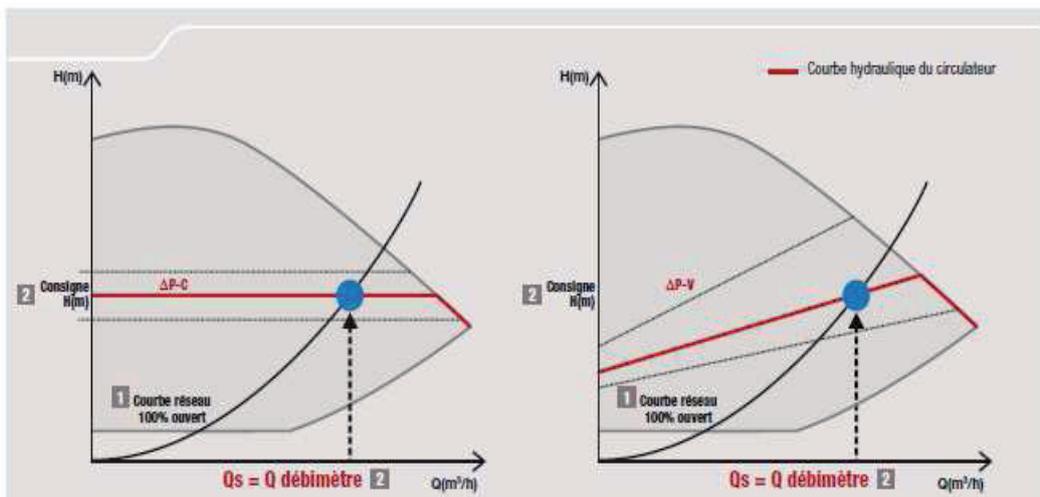
- 1 Ouvrez totalement le réseau et réglez Sirius master sur mode vitesse constante, consigne maximale.
- 2 Mesurez à l'aide d'un kit manométrique la perte de charge aux bornes du Sirius master (Pression au refoulement - Pression aspiration = H).
- 3 Graphiquement, en lisant sur la courbe hydraulique 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 [m<sup>3</sup>] 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 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  $\lambda$ .

$\lambda =$  .....

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

.....

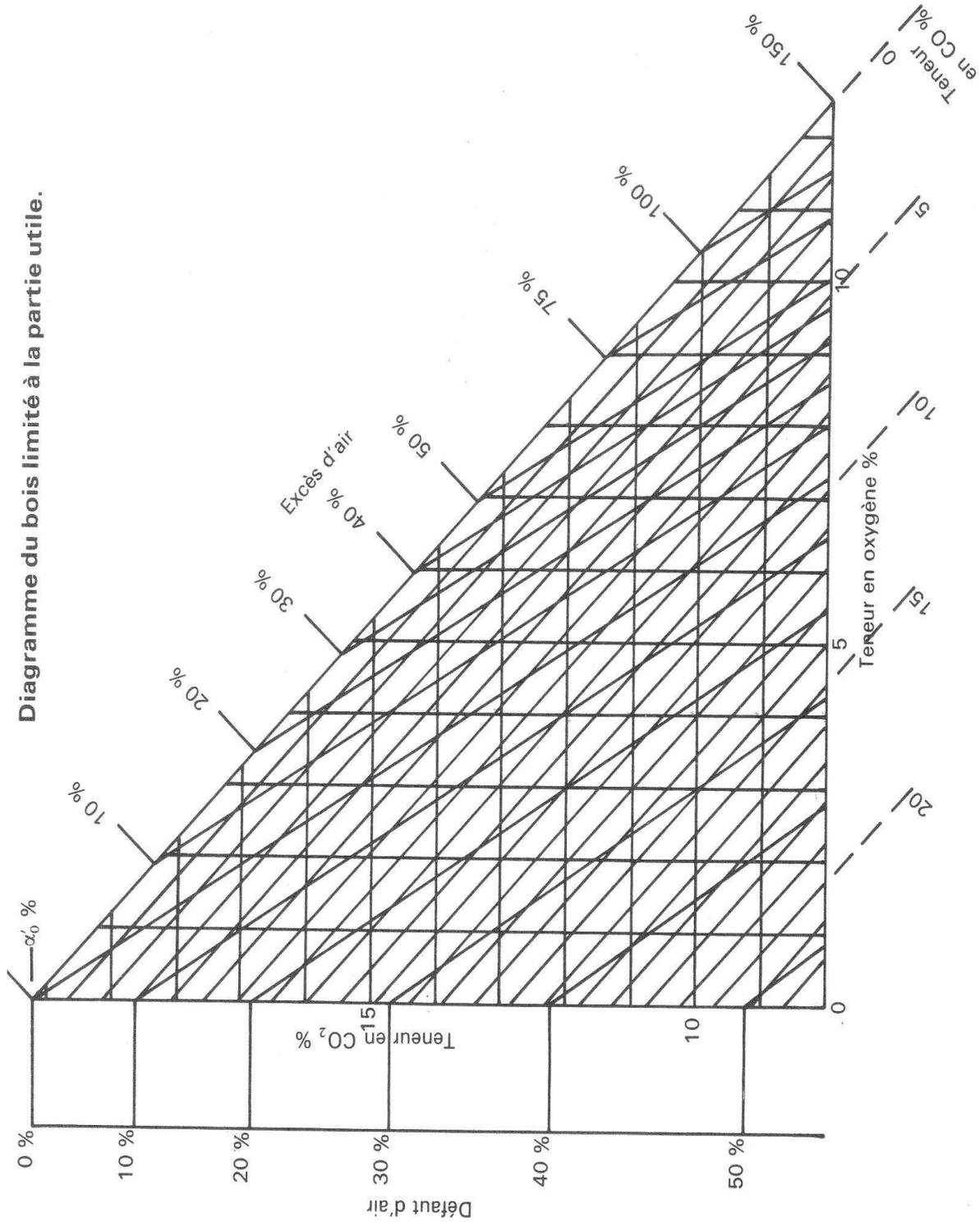
Valeurs à prendre en compte pour la partie production de chaleur

	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		



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 ?

.....

.....

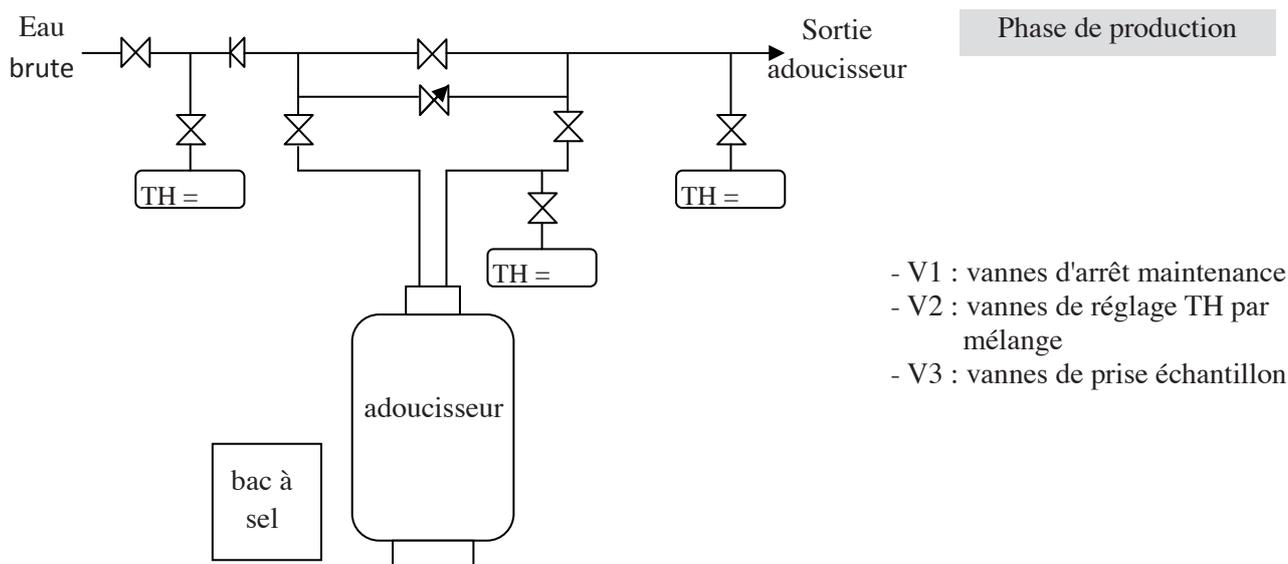
.....

.....

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

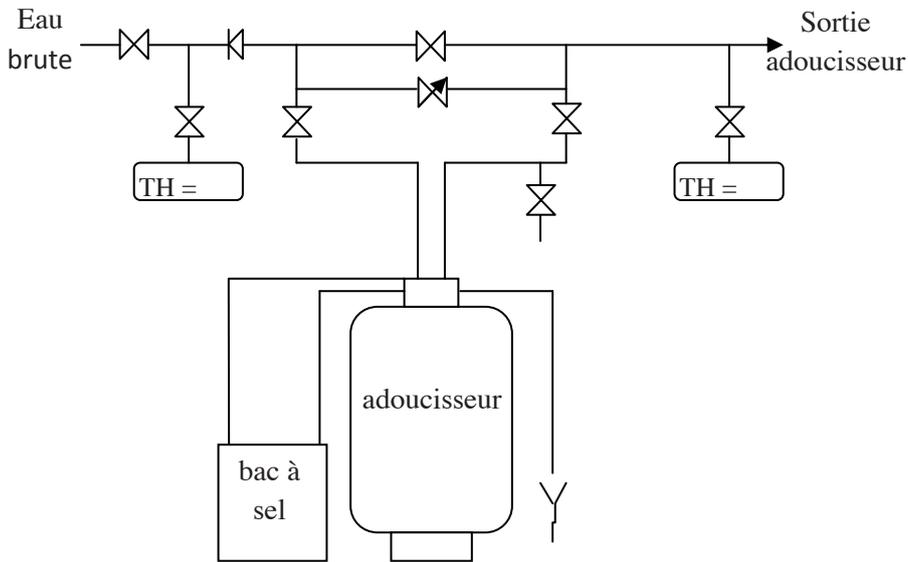
a) Identifier les vannes sur le schéma suivant et indiquer la valeur de Th dans les deux phases représentées - production et régénération :



- 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	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		



## Troisième partie : Circuit solaire

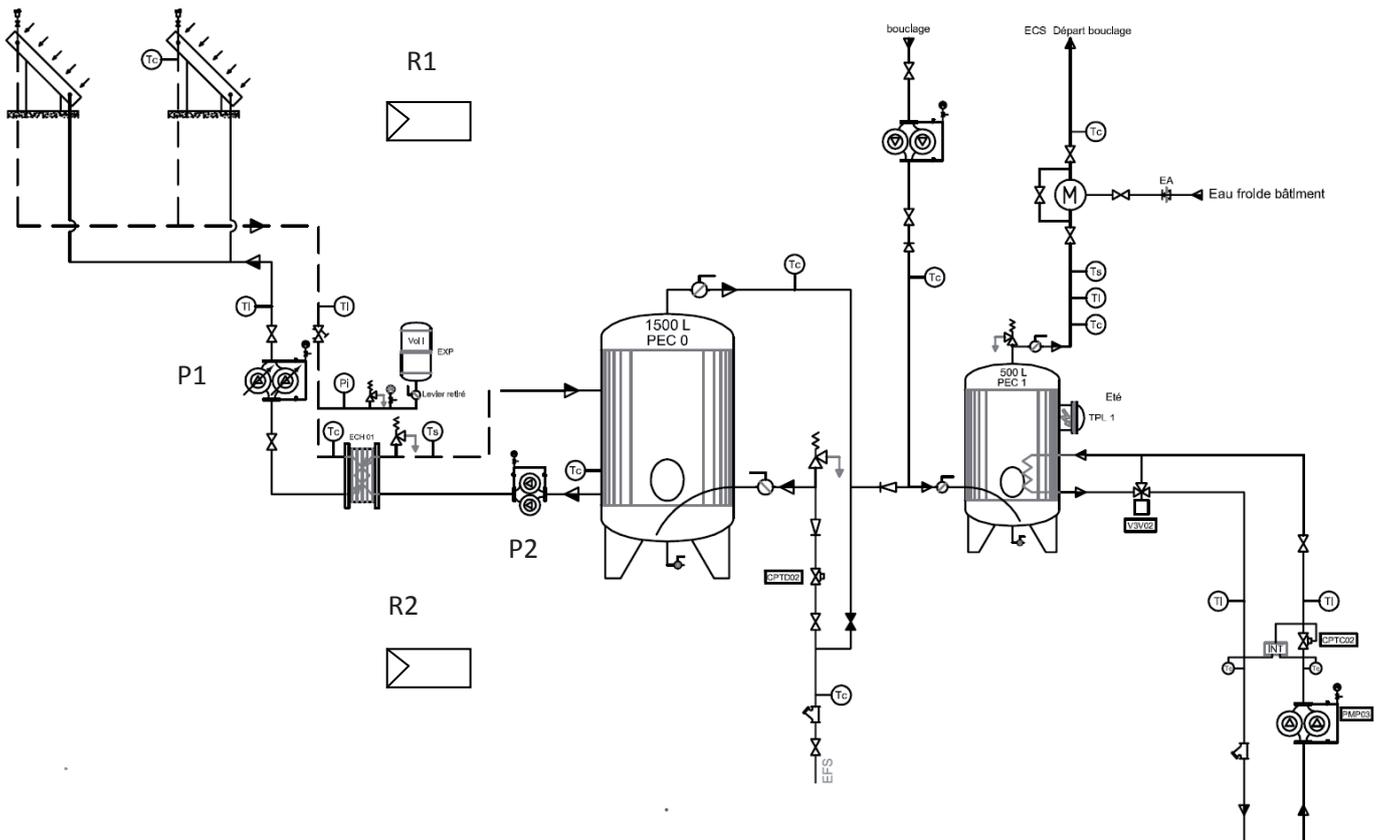
1) Dans ce cas, justifier pourquoi on a préféré installer un échangeur externe plutôt qu'un serpentin dans le ballon.

.....

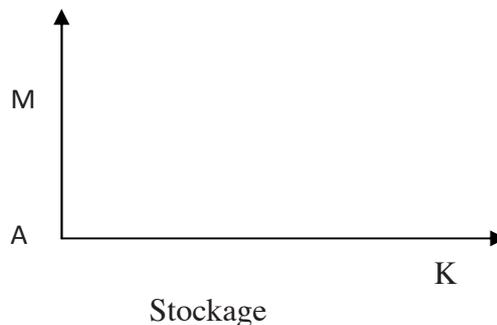
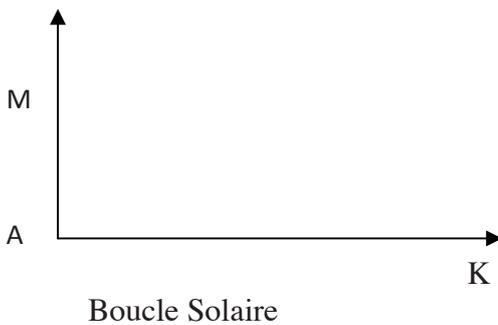
.....

.....

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.

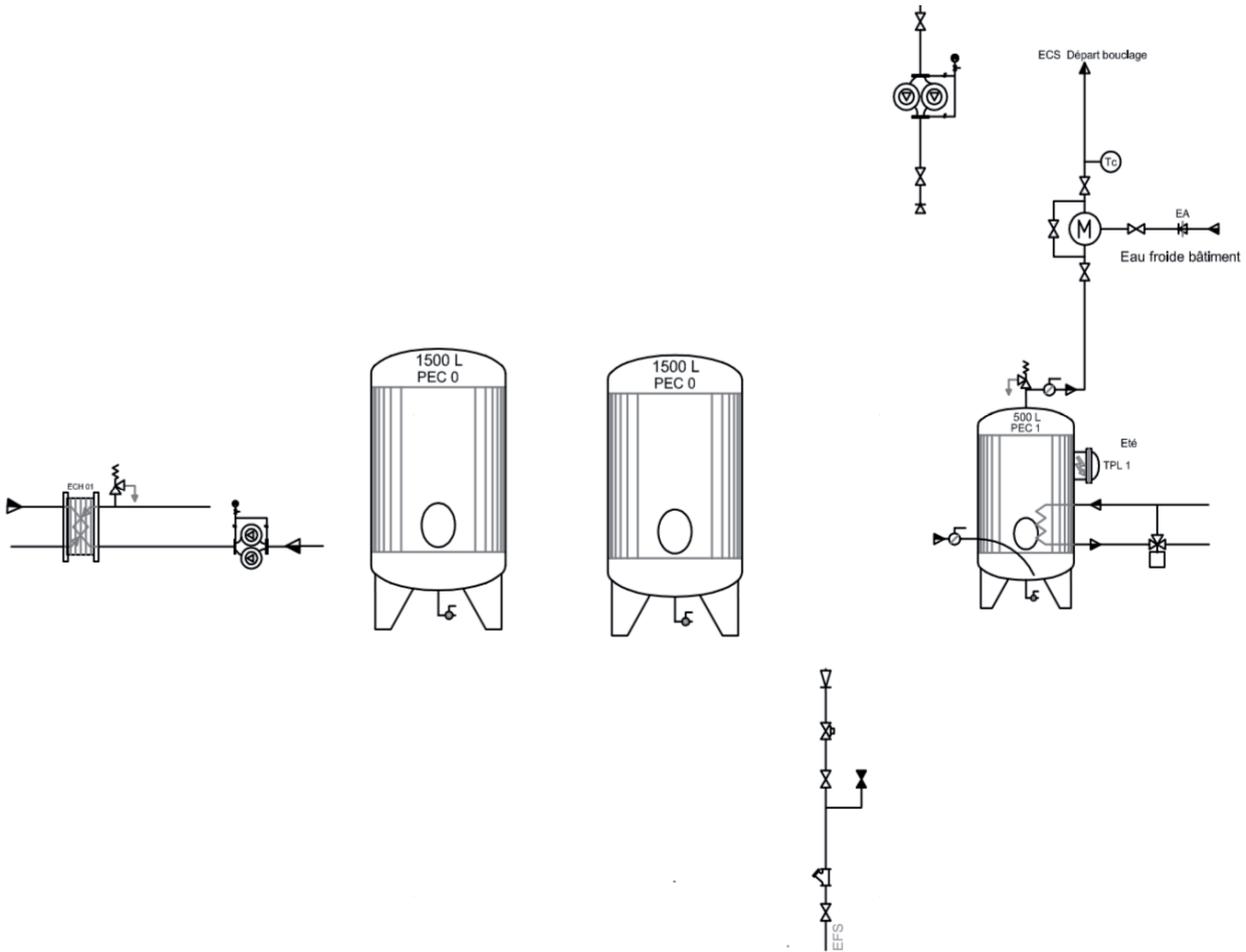


3) Représenter les diagrammes fonctionnels de mise en service des circulateurs P1 et P2 conformément aux indications données dans la documentation du constructeur.



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  $\beta$  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.

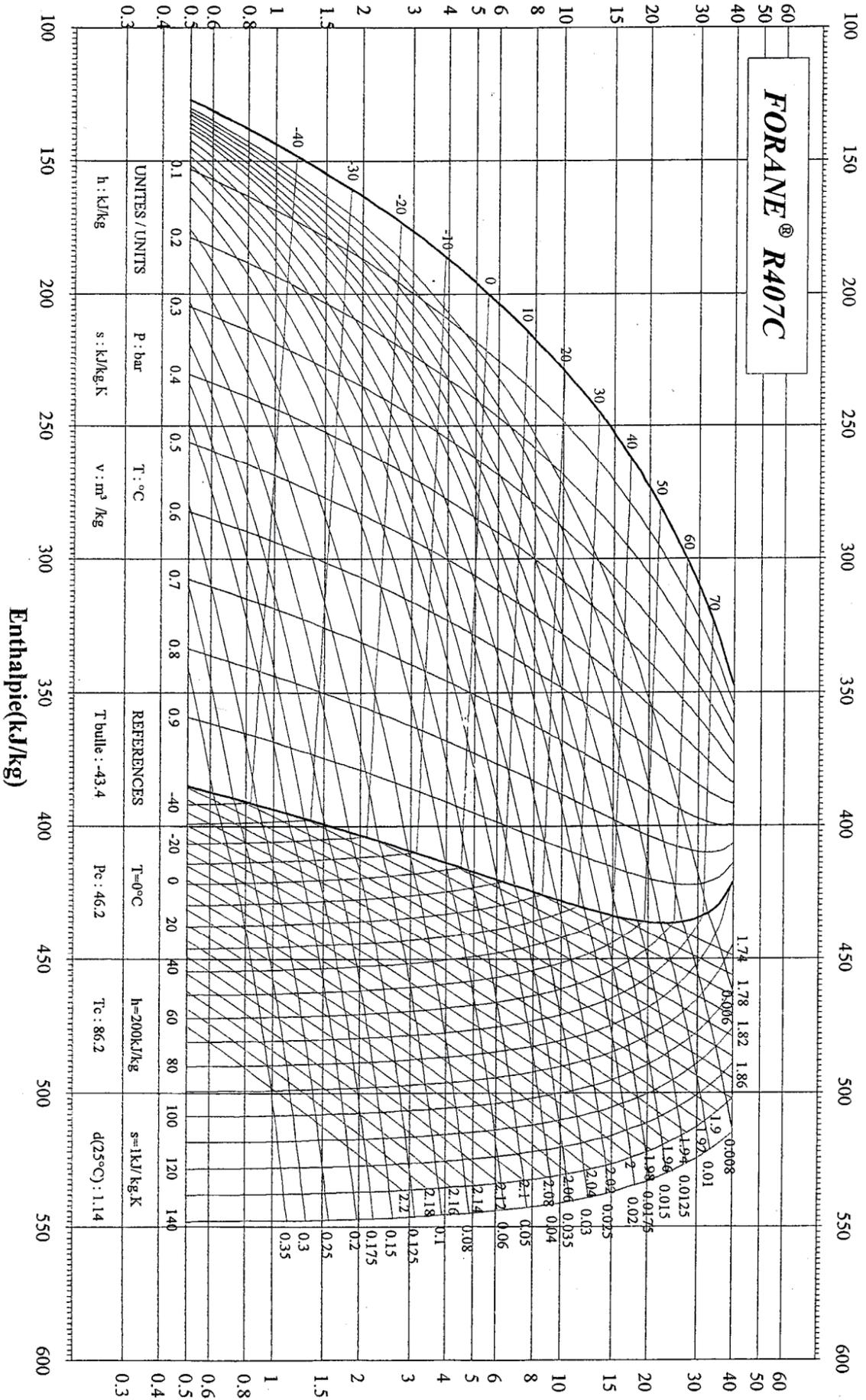
.....

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		

**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 [m<sup>3</sup>/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 [m<sup>3</sup>/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.  
.....  
.....

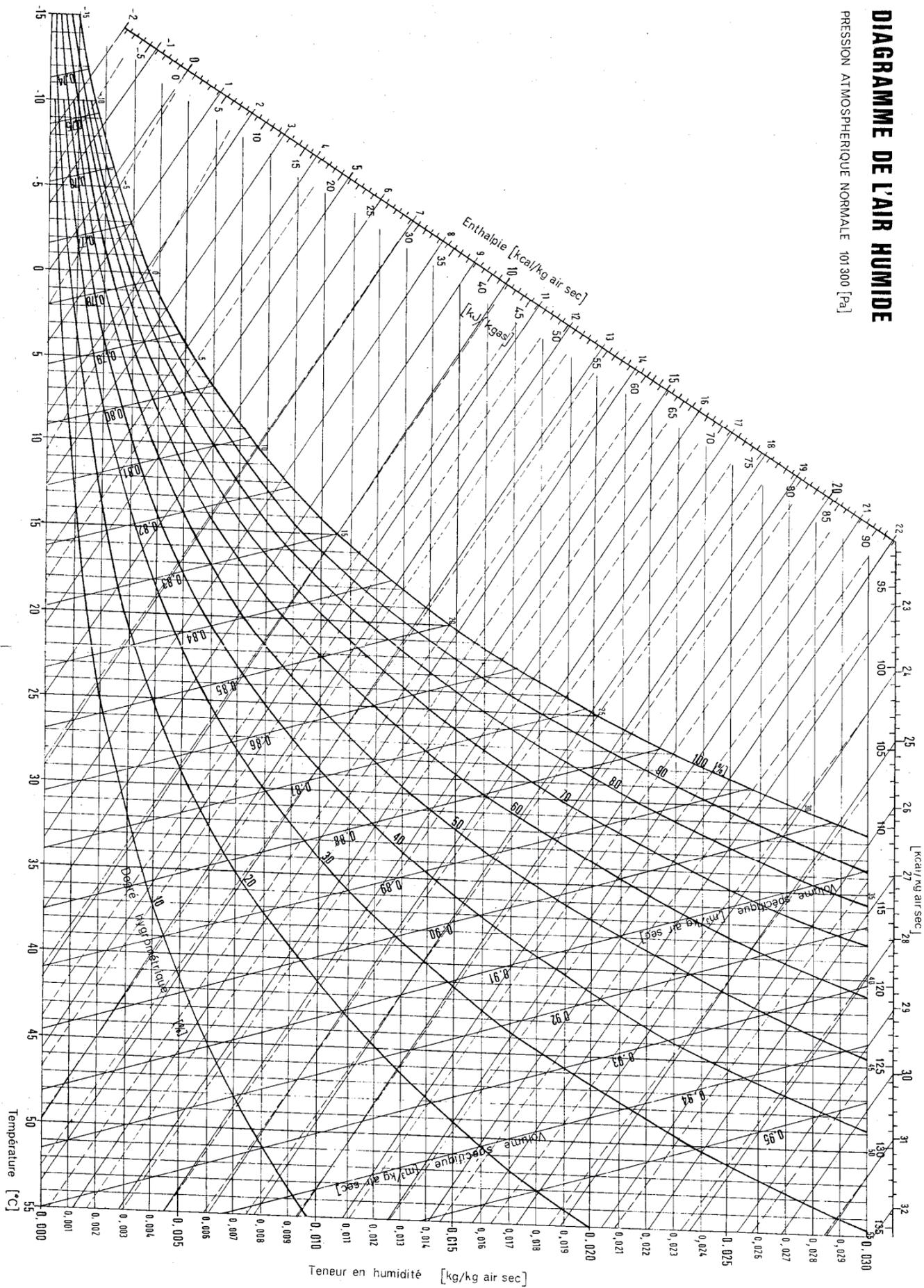
5) Quel est l'avantage de faire une récupération par « roue hygroscopique » par rapport à une récupération par « échangeur à plaques » ?  
.....  
.....

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		



