

Première partie

11) hydraulique

111) choix du diamètre

données : eau 17/10 45 kW Cp à 13.5 °C = 4,190 [kJ.kg⁻¹.K⁻¹]
 ρ à 13,5 °C : 999.1 [kg . m⁻³]

$$qm = 45 / (7 * 4.19) = 1.53 \text{ [kg s}^{-1}\text{]} \quad qv = 1.54 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

$$\text{Diamètre théorique pour } 0,9 \text{ [m s}^{-1}\text{]} \quad D = (1.54 \cdot 10^{-3} * 4 / (\pi * 0.9))^{0.5} \quad D = 46.6 \text{ mm}$$

Acier : 60.3 x 3.2 Di = 53.9 mm v = 0.673 [m s⁻¹]
 PVC : 63 x 4.7 Di = 53.6 mm v = 0.681 [m s⁻¹]

112) pertes de charge

données : les résultats des calculs précédents et : v à 13.5 °C = 1.2 10⁻⁶ [m² s⁻¹]

Nombre de Reynolds

Acier :
 $Re = 0.673 * 53.9 \cdot 10^{-3} / 1.2 \cdot 10^{-6}$
 = 30229

PVC :
 $Re = 0.681 * 53.6 \cdot 10^{-3} / 1.2 \cdot 10^{-6}$
 = 30418

Coefficient de perte de charge :

Acier :

$$\Lambda = \{2 * \log[0.045 / (3.71 * 53.9)] + (3 - 0.1 * \log(0.045 / 53.9)) * \log 30229 / 30229\}^{-2}$$

$$= 0.0253$$

$$j = (0.0253 / 53.9 \cdot 10^{-3}) * (999 * 0.673^2 / 2)$$

$$= 106 \text{ Pa m}^{-1}$$

PVC

$$\Lambda = \{2 * \log[0.007 / (3.71 * 53.6)] + (3 - 0.1 * \log(0.007 / 53.6)) * \log 30418 / 30418\}^{-2}$$

$$= 0.0234$$

$$j = (0.0234 / 53.6 \cdot 10^{-3}) * (999 * 0.681^2 / 2)$$

$$= 101 \text{ Pa m}^{-1}$$

Comparaison : les résultats de pertes de charge linéiques sont semblables malgré la très grosse différence de rugosité car on est en régime turbulent lisse

113 température de surface

Calcul du flux linéique échangé par la conduite, puis calcul de la température de surface

Acier

$$Kl \text{ acier} = \pi / (1 / (2600 * 0.0539) + 1 / (15 * 0.0603) + 1 / (2 * 52) * \ln(60.3 / 53.9))$$

$$= 2.821 \text{ [W m}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{]}$$

he * Se * (Ta - Ts) = Klacier * l * (Ta - Te), on calcule pour 1 m de conduite...

$$Ts = Ta - Klacier (Ta - Te) / (he * \pi * De)$$

$$= 25 - 2.821 * 15 / (15 * \pi * 60.3 \cdot 10^{-3})$$

$$Ts = 10,1 \text{ °C}$$

PVC

$$Kl \text{ PVC} = \pi / (1/(2600*0.0536) + 1/(15*0.063) + 1/(2*0.16)*\ln(63/53.6))$$

$$= 2 \text{ [W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{]}$$

$he*Se*(Ta - Ts) = KIPVC * l * (Ta - Te)$, on calcule pour 1 m de conduite...

$$Ts = Ta - KIPVC (Ta - Te) / (he * \pi * De)$$

$$= 25 - 2 * 15 / (15 * \pi * 63 * 10^{-3})$$

$$Ts = 14.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

114) risque de condensation :

La température de rosée de l'air est de 14 °C

Il y a donc risque de condensation sur un tube acier mal isolé, mais pas sur un tube PVC

12) maintien de température

121) Puissance pour maintien des conduites à 10 °C

Kl des conduites isolées :

Conduite 63*3.7 :

$$Kl \text{ 63} = \pi / (1/(2600*0.0536) + 1/(15*0.103) + 1/(2*0.16)*\ln(63/53.6) + 1/2*0.045*\ln(103/63))$$

$$= 0.474 \text{ [W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{]}$$

$$Kl \text{ 75} = \pi / (1/(2600*0.064) + 1/(15*0.115) + 1/(2*0.16)*\ln(75/64) + 1/2*0.045*\ln(115/75))$$

$$= 0.539 \text{ [W m}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{]}$$

$$\text{Pertes thermiques : } (56*0.474*15 + 18.5*0.539*15) * 2 = 1095 \text{ W}$$

122) débit minimum

$$P = qm * Cp * \Delta T = 547 \text{ W} \Rightarrow qm = 547 / (4194 * 0.5) = 0.26 \text{ [kg s}^{-1} \text{]}$$

$$\text{Soit } qm = 939 \text{ [kg h}^{-1} \text{]}$$

13) acoustique :

131 niveau de pression acoustique en limite de propriété

On donne L_p à 10 m en champ libre, directivité 2

$$L_{p10} = LW + 10 \log (2 / (4*\pi*100)) = LW - 28 \quad \text{donc } LW = L_{p10} + 28$$

$$\text{Distance source, point d'écoute : } (83^2 + 8^2)^{0.5} = 83.4 \text{ m}$$

$$L_p \text{ 83.4} = LW + 10 \log (2/(4*\pi*83.4^2)) = LW - 46.4$$

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

Fréquence	63	125	250	500	1000	2000	4000
Lp 1 groupe à 10 m	59	54	51	60	63	60	53
LW 1 groupe	87	82	79	88	91	88	81
LW 4 groupes	93	88	85	94	97	94	87
Lp 4 groupe à 83,4 m	46,6	41,6	38,6	47,6	50,6	47,6	40,6
Pondération A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	-1
Lp pondéré	20,4	25,5	30	44,4	50,6	48,8	39,6

Lp(A) = 53.6 dB(A)

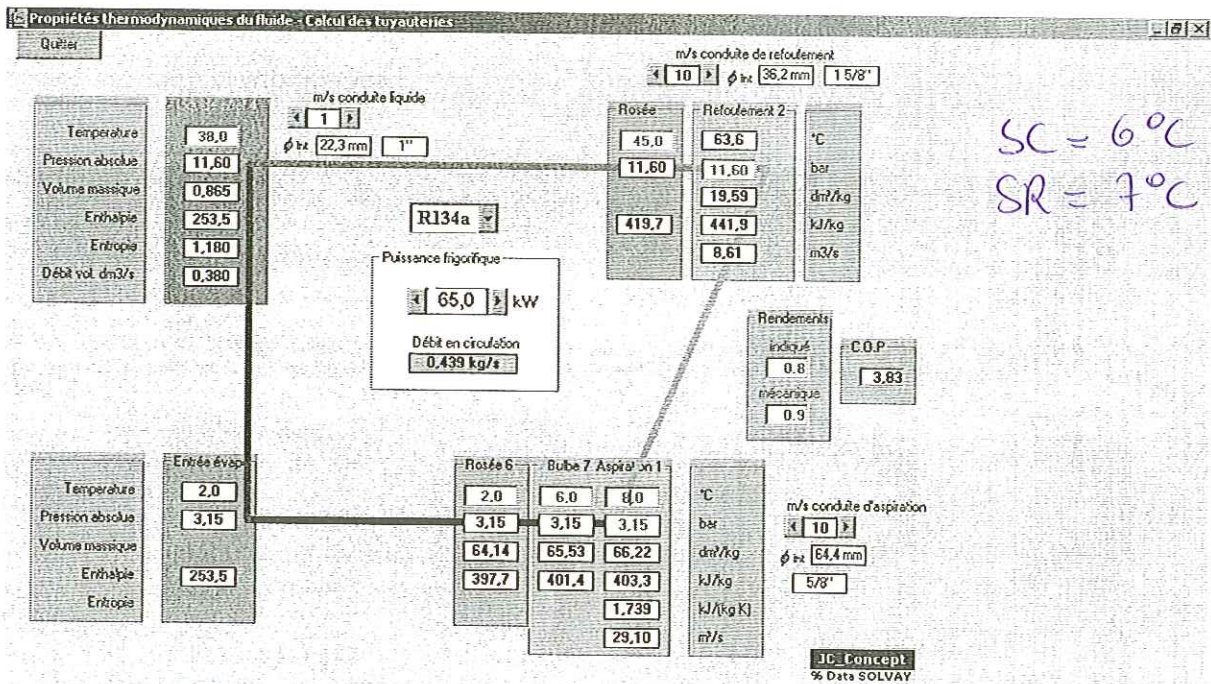
132 avec écran :

$$d = 3.16 + 80,50 - 83,39 = 0.27$$

Lp 4 groupe à 83,4 m	46,6	41,6	38,6	47,6	50,6	47,6	40,6
Effet de l'écran (d=0.3)	8	9	10	13	16	19	21
Lp des 4 groupes avec écran	38,6	32,6	28,6	34,6	34,6	28,6	19,6
Pondération A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	-1
Lp pondéré	12,4	16,5	20	31,4	34,6	29,8	18,6

Lp(A) = 37,4 dB(A)

Partie 2



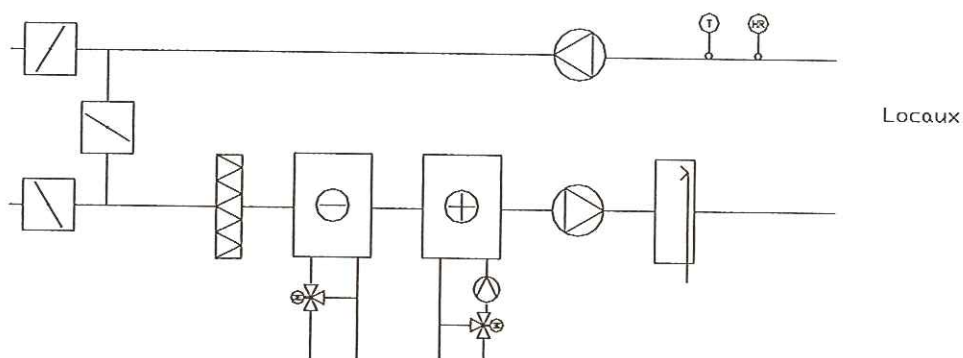
$$P = q_{me} \cdot c_e \cdot \Delta T$$

$$q_{me} = \frac{65}{4,185 \times (12-7)} = 3,1 \text{ kg/s} \rightarrow q_v = \frac{3,1}{1000} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 11,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

Partie 3

3.1. Schéma de principe de l'installation

3.1.1 ; 3.1.2.



3.1.3. Le thermostat antigel est juste après le mélange si la BF n'est pas glycolée, sinon il se situe après la B.C.

3.2. Diagramme de l'air humide

3.2.1. Conditions d'hiver :

Mélanger

Points	Point 1	Point 2	Mélange
T° Seche °C	-5,00	19,00	14,23
Hygrometrie en %	90	50	59
Humidite g/kgas	2,33	6,83	5,93
Enthalpie kJ/kgas	0,78	36,43	29,30
Volume m3/kgas	0,7621	0,8363	0,8214
T° Humide °C	-5,48	13,00	10,06
T° de rosée °C	-6,37	8,36	6,32
Pression Atm Pa	101325	101325	101325

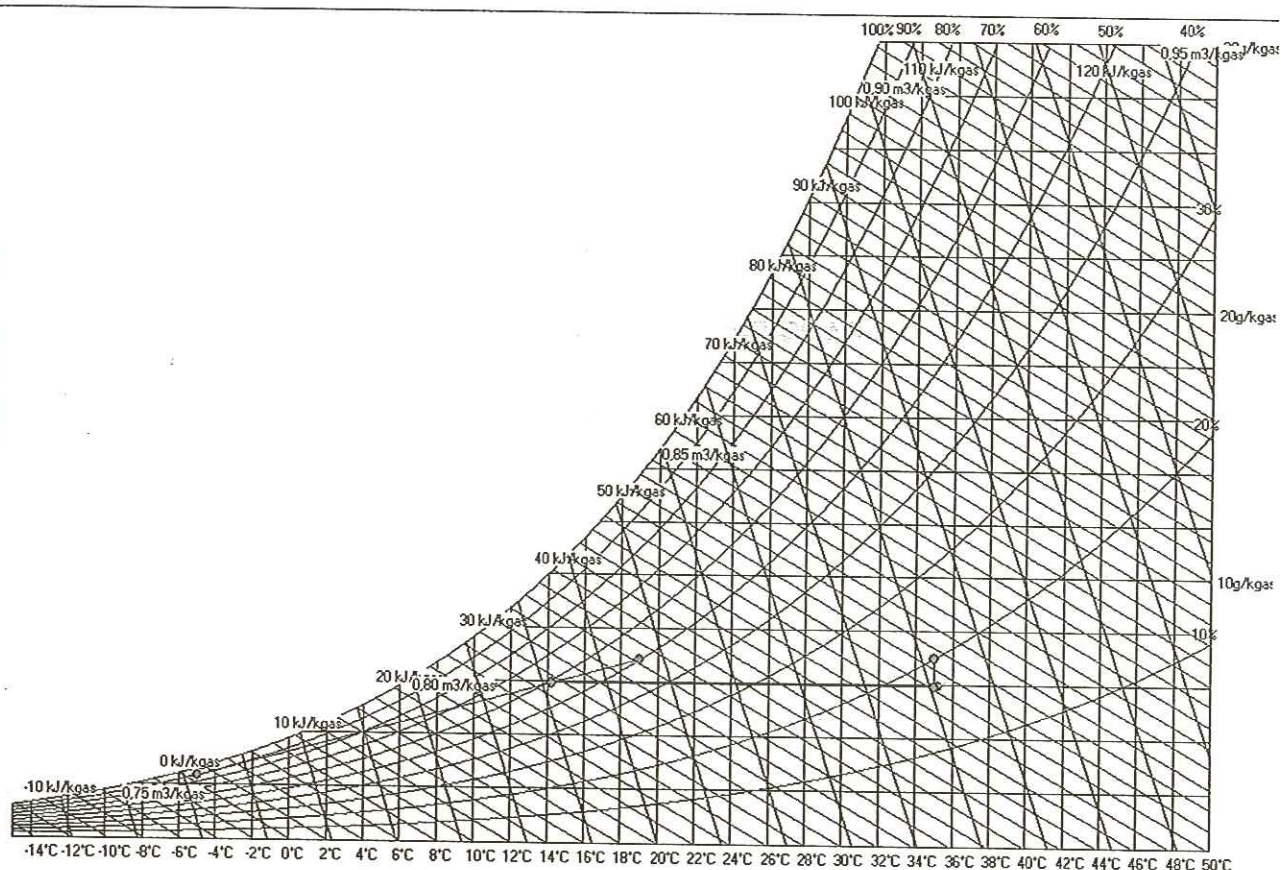
Chauffer

Points	Entrée	Sortie
T° Seche °C	14,23	35,23
Hygrometrie en %	59	17
Humidite g/kgas	5,94	5,94
Enthalpie kJ/kgas	29,33	50,68
Volume m3/kgas	0,8215	0,8815
T° Humide °C	10,07	18,22
T° de rosée °C	6,35	6,35
Pression Atm Pa	101325	101325

humidifier

Points Entrée Sortie

T° Seche °C	35,00	35,00
Hygrometrie en %	17	20
Humidite g/kgas	5,92	7,00
Enthalpie kJ/kgas	50,41	53,17
Volume m3/kgas	0,8808	0,8823
T° Humide °C	18,13	18,98
T° de rosée °C	6,31	8,72
Pression Atm Pa	101325	101325



3.2.2. condition été :

Mélanger

Points Point 1 Point 2

T° Seche °C	25,00	35,00	27,01
Hygrometrie en %	50	40	48
Humidite g/kgas	9,89	14,12	10,74
Enthalpie kJ/kgas	50,33	71,44	54,55
Volume m3/kgas	0,8576	0,8923	0,8645
T° Humide °C	17,93	23,98	19,26
T° de rosée °C	13,86	19,36	15,11
Pression Atm Pa	101325	101325	101325

Refroidir

Points Entrée Sortie Surface

T° Seche °C	27,01	12,51	9,50
Hygrometrie en %	48	88	100

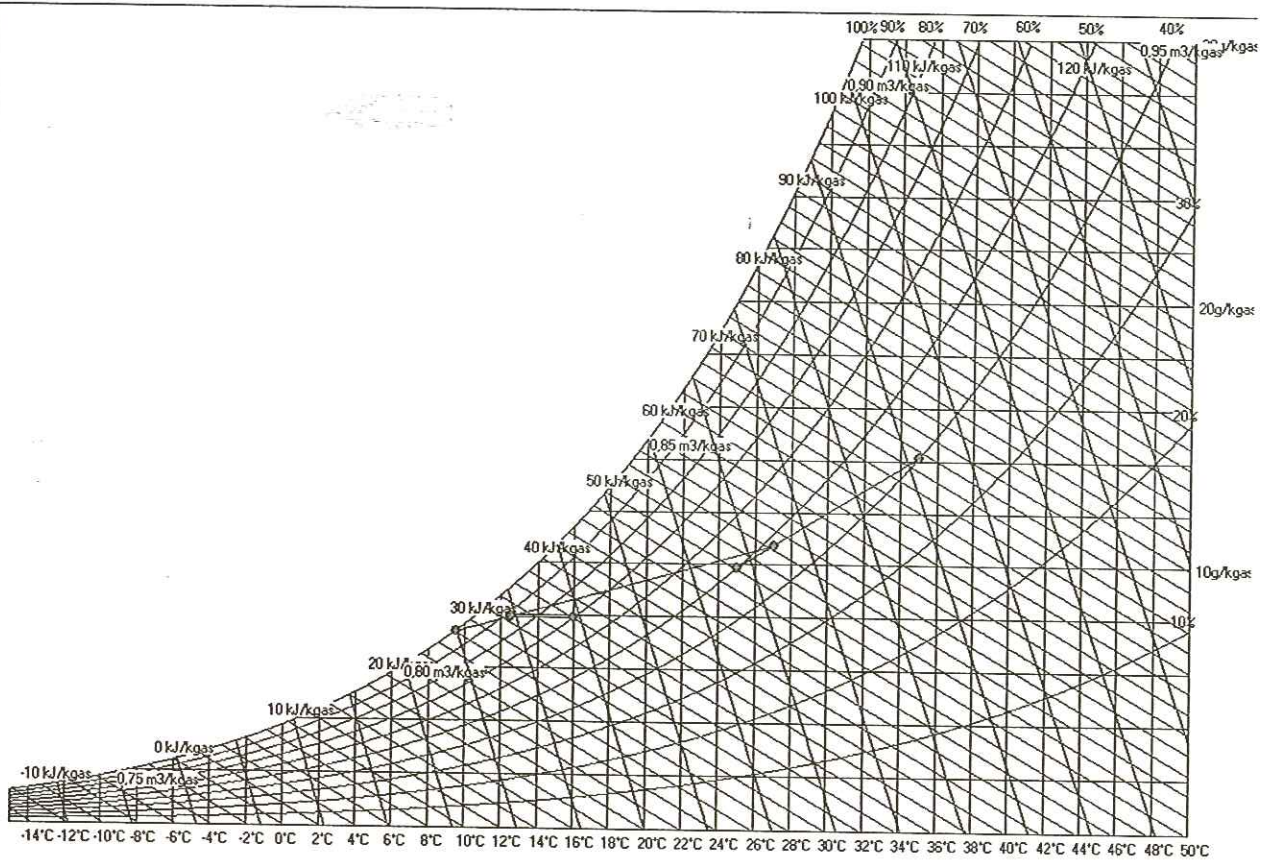
BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

Humidite g/kgas	10,70	7,95	7,38
Enthalpie kJ/kgas	54,47	32,66	28,15
Volume m ³ /kgas	0,8645	0,8192	0,8098
T° Humide °C	19,23	11,42	9,49
T° de rosée °C	15,06	10,60	9,50
Pression Atm Pa	101325	101325	101325

Réchauffer

Points Entrée Sortie

T° Seche °C	12,50	15,99
Hygrometrie en %	88	70
Humidite g/kgas	7,94	7,94
Enthalpie kJ/kgas	32,61	36,17
Volume m ³ /kgas	0,8191	0,8291
T° Humide °C	11,40	12,85
T° de rosée °C	10,57	10,57
Pression Atm Pa	101325	101325



32) Tableau des points pour les évolutions

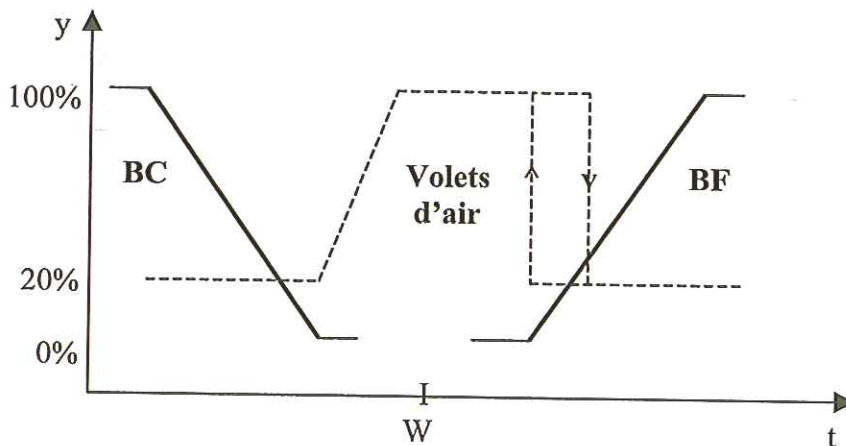
Point	T °C	φ %	h kJ.kgas ⁻¹	r kge.kgas ⁻¹	v m ³ .kgas ⁻¹	qmas kgas. s ⁻¹
A : air ambiant recyclé	19	50	36.5	6.85	0.836	
E : air neuf	-5	90	0.54	2.24	0.762	
M : air de mélange	14.3	58.6	29.3	5.92	0.822	
Sortie chauffage	35	16.9	50.4	5.92		
S : air de soufflage	35	20	53.5	7.02		

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

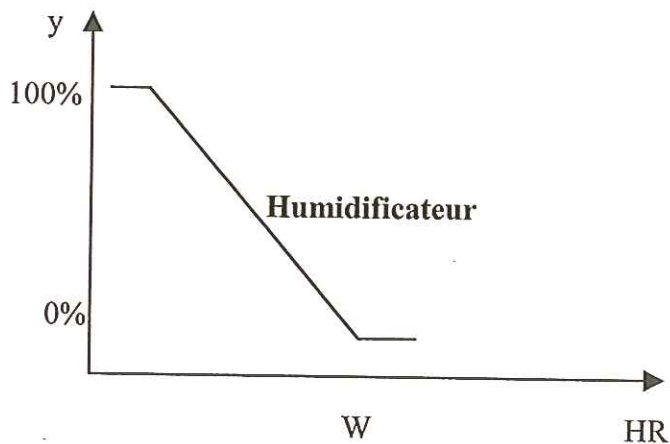
Point	T °C	ϕ %	h kJ.kgas ⁻¹	r kge.kgas ⁻¹	v m ³ .kgas ⁻¹	qmas kgas. s ⁻¹
A : air ambiant recyclé	25	50	50.4	9.92		
E : air neuf	35	40	71.6	14.21		
M : air de mélange	27	48.2	54.64	10.78		
FPT	9.5	100	28.2	7.4		
Sortie BF	12.3	88.9	32.42	7.94		
S : air de soufflage	16	70	36.2	7.94		

BF batterie = 0.16 pour TES = 9.5 °C

3.3.1.



3.1.2.



3.3.3. Sécurité hors gel

3.3.4.

Détection et traitement des événements (alarmes, antigel, défauts, changements d'états et dépassement de seuils, fin de cours).

Comptage des temps de fonctionnement (maintenance des ventilateurs et humidificateurs, calculs des consommations)

Archivage journalier des mesures et des états des commandes.

Logique de fonctionnement suivant les horaires.

Optimisation des relances et des démarrages.

Partie 4

Analyse : 146 mg/l de calcium et 9.8 mg/l de magnésium

$$\text{TH Ca} = 146/4 = 36.5 \text{ °f}$$

$$\text{TH Mg} = 9.8/2.4 = 4.1$$

$$\begin{aligned} \text{TH} &= [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] \\ &= 40.6 \text{ °f} \end{aligned}$$

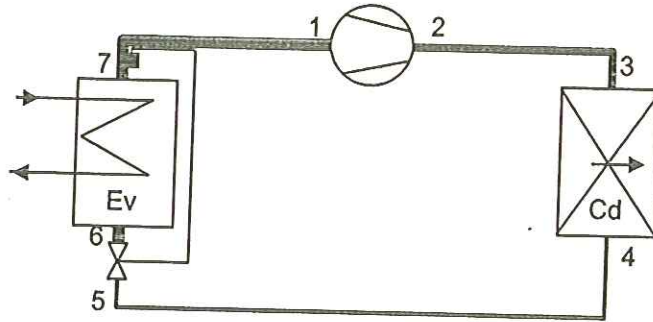
taux de bipassage $B \cdot 45 + (1-B) \cdot 0 = 5$ taux de bipassage = 0.111
en une journée : 0.555 m³ ds le bipass, 4.445 m³ par le traitement à TH 0

Examen ou concours : Série :
 Spécialité/option :
 Repère de l'épreuve :
 Épreuve/sous-épreuve :
 (Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

Document réponse N°1

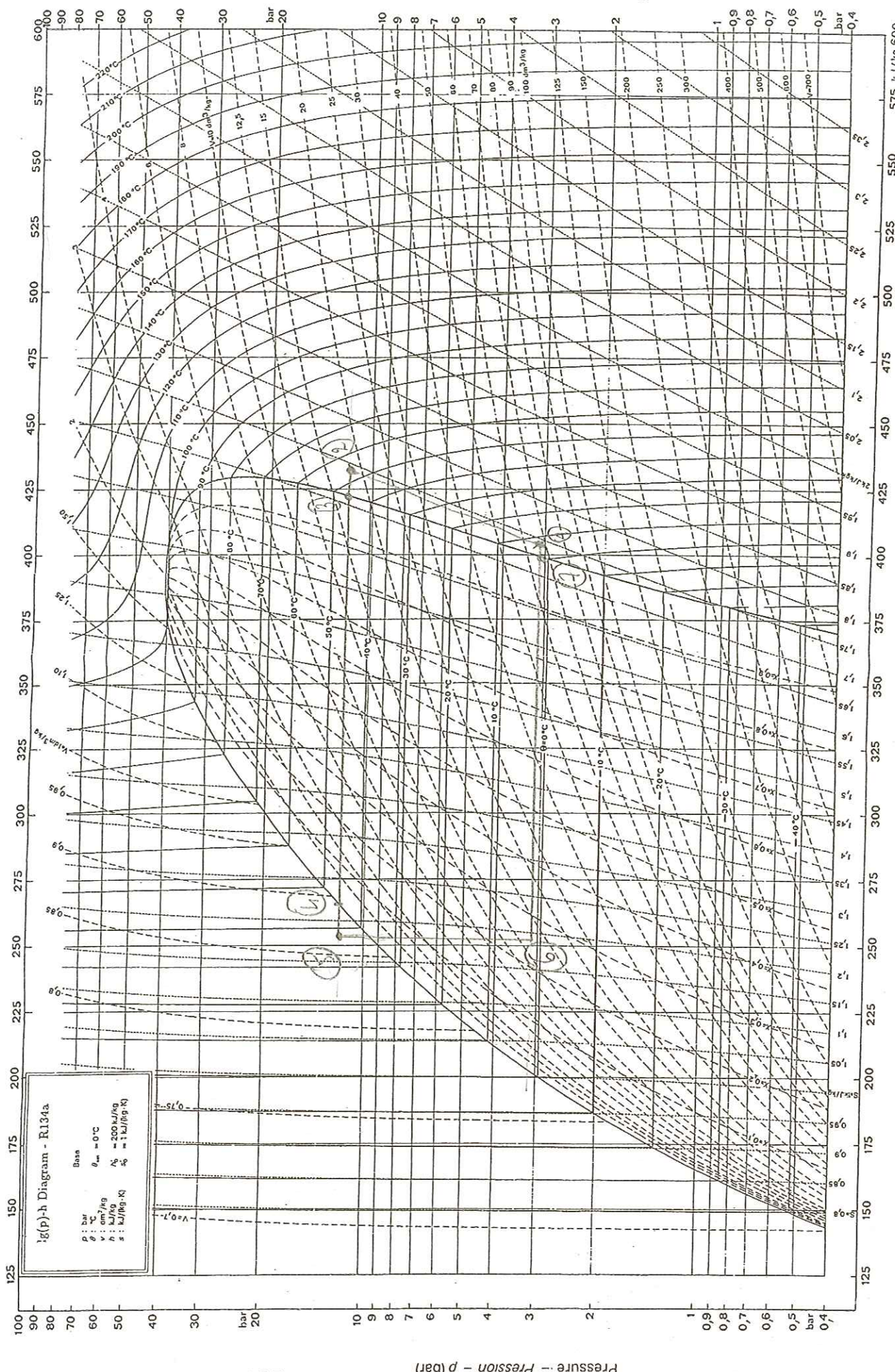
Conec



Points	Pression [bars]	Température [°C]	Enthalpie [kJ/kg]	Volume massique [m³/kg]
1	3,2	8	404	0,069
2	12	55	435	0,018
3	12	45	420	0,017
4	12	45	260	0,00089
5	12	39	253	0,00085
6	3,2	2	253	
7	3,2	2	400	

① → $P_f = \dot{q}_m \cdot \Delta h$
 $\dot{q}_m = \frac{P_f}{\Delta h} = \frac{65}{404 - 253} = 0,44 \text{ [kg/s]}$

Brevet de Technicien Supérieur Fluides Énergies Environnements Toutes Académies		Options : A.B.C.D.	
Session 2002	Durée : 4 heures		Coef : 4
Code : FEE2FLU	SCIENCES et TECHNIQUES : E2 Fluides - Énergies - Environnements : U2.1		Page : 11 / 13



DOCUMENT RÉPONSE N° 2

Pressure - Pression - p (bar)

SC = 6°C
SR = 7°C

Enthalpy - Enthalpie - h (kJ/kg)

- Tetrafluoroethane - $(\text{CF}_3 - \text{CH}_2\text{F}) - \text{R134a}$

Covach