

BTS FLUIDES – ÉNERGIES – ENVIRONNEMENTS

FLUIDIQUE – ÉNERGÉTIQUE – ENVIRONNEMENTS **CORRIGÉ**

SESSION 2013 **Partie 1 : Étude hydraulique**

PARTIE 1 A : Etude du système.

L'ensemble des réservoirs au nombre de cinq, récupère les eaux pluviales des différents points de collecte.

Le niveau dans les différents réservoirs est identique. (phénomène des vases communicants)

L'alimentation en eau vers la station de lavage est assurée par une pompe immergée placée au fond du réservoir 5.

En cas de montée de l'eau (fortes précipitations et faible consommation) le trop plein évacue l'eau vers l'égout.

En cas de baisse du niveau d'eau, le régulateur et la sonde de niveau d'eau autorisent l'alimentation en eau industrielle des réservoirs à travers un compteur C et un disconnecteur, grâce à la vanne 2 voies.

PARTIE 1 B : Etude des pertes de charge.

1) $qv = 12 \text{ m}^3/\text{h}$ et $S = (\pi \times 0,065^2)/4$ soit $0,0033 \text{ m}^2$.

alors $v = 12 / (3600 \times 0,0033) = 1,005 \text{ m/s}$.

2) $Re = (1,005 \times 0,065) / 0,8 \cdot 10^{-6}$ soit 81618 et $\epsilon/Di = 0,05/65$ soit 0,00077

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21 - corrigé		Session 2013
Fluidique – Énergétique - Environnements	Code : FEE2FLU	Page : 1/25

Le régime d'écoulement est donc turbulent lisse et le facteur de résistance

$$\lambda = 0,018 \text{ (voir abaque de Moody)}$$

$$3) \quad \Delta x = jxL$$

$$\text{A l'aspiration } \Delta x_{\text{asp}} = (0,018 / 65 \cdot 10^{-3}) \times (1,005^2 / 2 \cdot 10) \times 5 = 0,07 \text{ mce.}$$

$$\text{Au refoulement } \Delta x_{\text{ref}} = (0,018 / 65 \cdot 10^{-3}) \times (1,005^2 / 2 \cdot 10) \times 75 = 1,05 \text{ mce.}$$

$$\Delta x_{\text{totales}} = 0,07 + 1,05 = 1,12 \text{ mce.}$$

$$4) \quad \Delta y = \sum \zeta \times \rho_{\text{dyn}}$$

$$\Delta y_{\text{asp}} = (1,005^2 / 2 \times 10) \times 50 = 2,52 \text{ mce.}$$

$$\Delta y_{\text{ref}} = (1,005^2 / 2 \times 10) \times 25 = 1,26 \text{ mce.}$$

$$5) \quad \text{Pertes de charge totales : } \Delta X$$

$$\Delta X_{\text{asp}} = 0,07 + 2,52 = 2,59 \text{ mce.}$$

$$\Delta X_{\text{ref}} = 1,05 + 1,26 = 2,31 \text{ mce.}$$

PARTIE 1 C : Etude du phénomène de cavitation.

$$1) \quad p_{\text{vs}} = 0,0425 \text{ bar soit } 4250 / 980 \times 10 = 0,434 \text{ mce.}$$

2) Bernoulli entre A et B ou entre la surface libre de l'eau dans la cuve (A') et B.

$$p_{A'} = 101325 \text{ Pa.}$$

$$v_{A'} = 0 \text{ m/s.}$$

$$p_B = (101325 / 9800) - 0,80 - (1,0052 / 2 \times 10) - 2,60 = 6,89 \text{ mce.}$$

$$3) \quad \text{NPSH}_{\text{dispo}} = p_B - p_{\text{vs}} \text{ soit } 6,89 - 0,43 = 6,46 \text{ mce.}$$

4) Y a-t-il cavitation ?

Le $\text{NPSH}_{\text{requis}}$ de la pompe (2 mce) étant < au $\text{NPSH}_{\text{dispo}}$ (6,46 mce) , il n'y aura pas de risque de cavitation.

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21 - corrigé		Session 2013
Fluidique – Énergétique - Environnements	Code : FEE2FLU	Page : 2/25

PARTIE 1 D : Etude du travail et de la puissance de la pompe.

1) Calcul du travail de la pompe W

Bernoulli entre A' et D

$$P_d = 4 \text{ bar eff}$$

$$p_{A'} = 0 \text{ Pa.}$$

$$v_{A'} = 0 \text{ m/s.}$$

$$v_d = 1,005 \text{ m/s.}$$

pertes de charge totales = 2,30 + 2,60 soit 4,90 mce.

$$W = 4 \cdot 10^5 + (0,5 \times 980 \times 1,005^2) + (980 \times 10)(-1,70) + (980 \times 10 \times 4,90)$$

$$W = 431886 \text{ Pa.}$$

2) Puissance électrique de la pompe

$$qv = 12 \text{ m}^3/\text{h.}$$

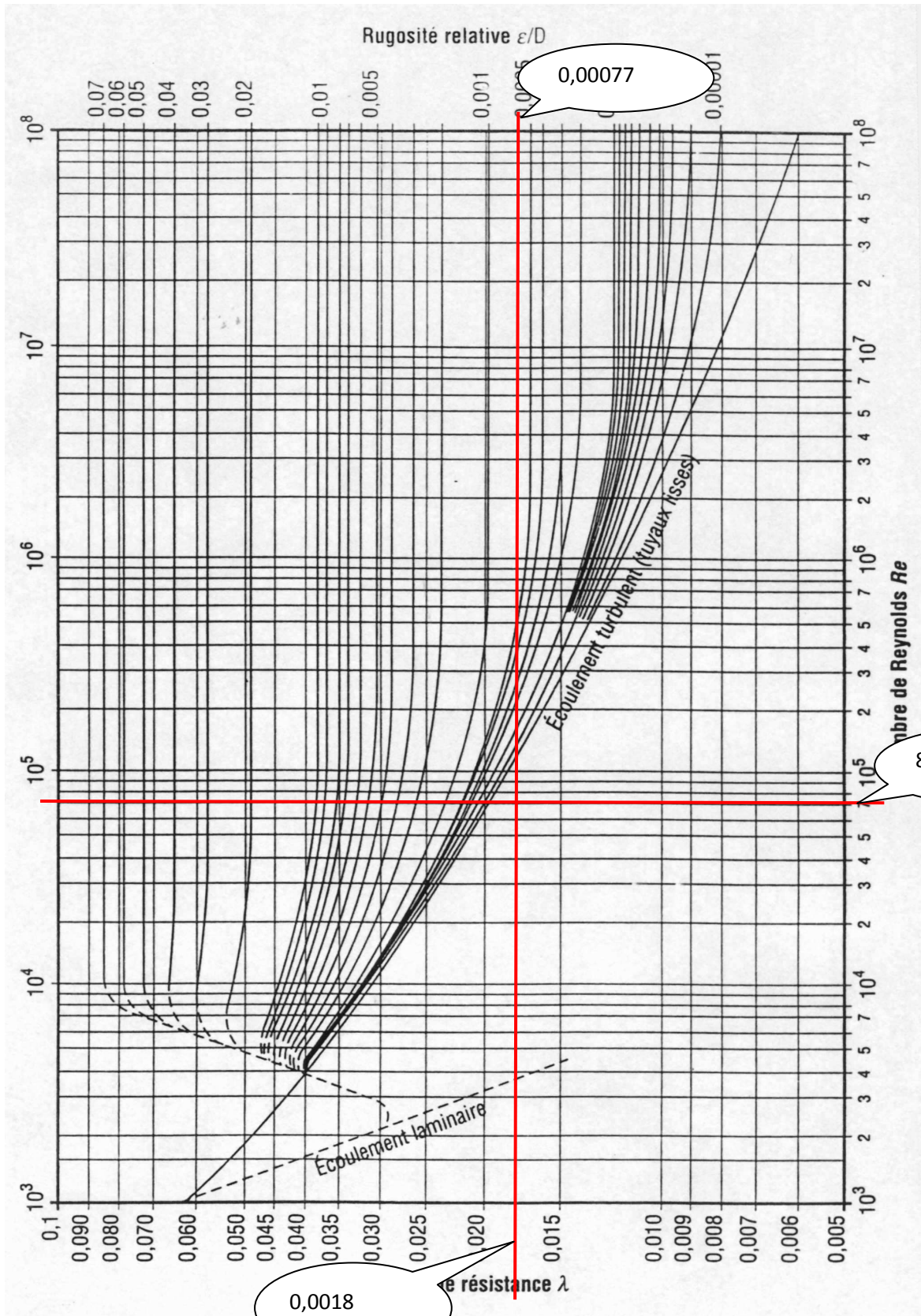
$$W = 431886 \text{ Pa.}$$

$$P_{\text{elec}} = (W \times qv) / \eta$$

$$P_{\text{elec}} = [431886 \times (12/3600)] / 0,55$$

$$P_{\text{elec}} = 2617,5 \text{ W}$$

Annexe 3



Partie 2 : traitement de l'air

Partie 1 :

Température de sortie du récupérateur (θ_{sortie})

$\varepsilon_{\theta} = 60$ [%] (efficacité en température)

On sait que $\varepsilon_{\theta} = (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{sortie}}) / (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{ambiance à } 20^{\circ}\text{C}})$ d'où $\theta_{\text{sortie}} = 8,4$ [°C]

	θ	θ_r	h	φ	r	V_m
	la température sèche	la température de rosée	l'enthalpie	l'humidité relative	l'humidité absolue	le volume massique
	[°C]	[°C]	[kJ/kg _{as}]	[%]	[kg _{H2O} /kg _{as}]	[m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9	-10,3	-5,1	90	0,00158	0,750
Sortie récupérateur	8,4	-10,3	13	24	0,00158	0,800
Sortie batterie	20	-10,3	24	11	0,00158	0,832
Ambiance	20	-10,3	24	11	0,00158	0,832

$$Q_{\text{volumique aux conditions d'ambiance}} = \text{Volume du local} \times \text{Taux de brassage}$$

$$= (1575/3600) \times 2 = 0,875 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{m_{\text{as}}} = Q_v / V_m = 0,875/0,832 \cong 1,052 \text{ [kg}_{\text{as}}\text{/s]}$$

$$P_{\text{récupérée}} = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta h = 1,052 \times [13 - (-5,1)] \cong 19 \text{ [kW]}$$

$$P_{\text{batterie}} = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta h = 1,052 \times (24 - 13) \cong 11,6 \text{ [kW]}$$

Partie 2 :

Température de sortie du récupérateur (θ_{sortie})

$\epsilon_{\theta} = 60$ [%] (efficacité en température)

On sait que $\epsilon_{\theta} = (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{sortie}}) / (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{ambiance à } 20^{\circ}\text{C}})$ d'où $\theta_{\text{sortie}} = 8,4$ [°C]

	θ	θ_r	h	ϕ	r	V_m
	la température sèche	la température de rosée	l'enthalpie	l'humidité relative	l'humidité absolue	le volume massique
	[°C]	[°C]	[kJ/kg _{as}]	[%]	[kg _{H2O} /kg _{as}]	[m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9	-10,3	-5,1	90	0,00158	0,750
Sortie récupérateur	8,4	-10,3	13	24	0,00158	0,800
Sortie batterie	20	-10,3	24	11	0,00158	0,832
Ambiance	20	9,5	39	50	0,0078	0,840

$Q_{\text{volumique aux conditions d'ambiance}} = \text{Volume du local} \times \text{Taux de brassage} = (1575/3600) \times 4 = 1,75$ [m³/s]

$Q_{m_{\text{as}}} = Q_v / V_m = 1,75/0,84 \cong 2,083$ [kg_{as}/s]

$P_{\text{récupérée}} = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta h = 2,083 \times [13 - (-5,1)] \cong 37,7$ [kW]

$P_{\text{batterie}} = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta h = 2,083 \times (24 - 13) \cong 22,9$ [kW]

$M = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta r = 2,083 \times (0,0078 - 0,00158) = 0,013$ [kg_{eau}/s]

Partie 3 :

Température de sortie du récupérateur (θ_{sortie})

$\epsilon_{\theta} = 60$ [%] (efficacité en température)

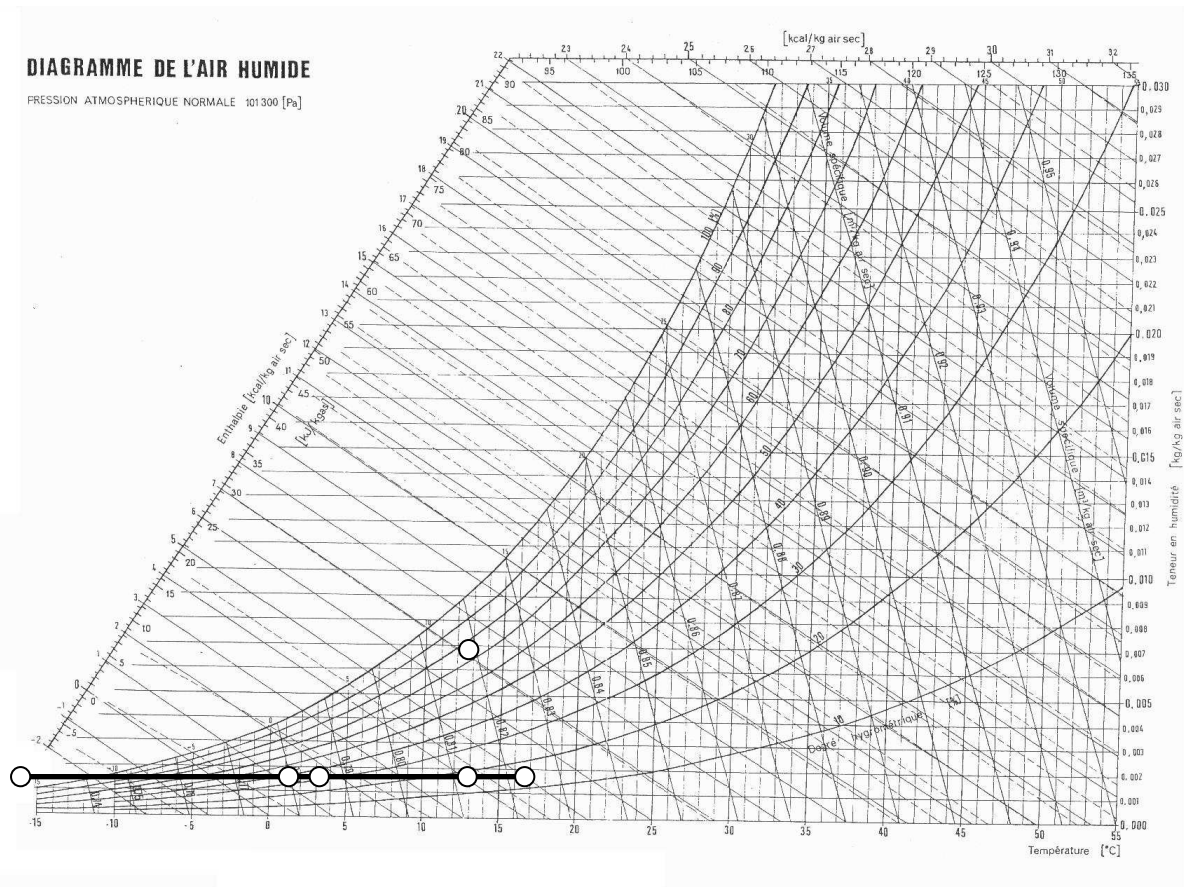
On sait que $\epsilon_{\theta} = (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{sortie}}) / (\theta_{\text{entrée}} - \theta_{\text{ambiance à } 24^{\circ}\text{C}})$ d'où $\theta_{\text{sortie}} = 10,8$ [°C]

	θ la température sèche [°C]	θ_r la température de rosée [°C]	h l'enthalpie [kJ/kg _{as}]	ϕ l'humidité relative [%]	r l'humidité absolue [kg _{H2O} /kg _{as}]	vm le volume massique [m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9	-10,3	-5,1	90	0,00158	0,750
Sortie récupérateur et soufflage	10,8	-10,3	14,8	20	0,00158	0,805
Ambiance	24	-10,3	28,5	8	0,00158	0,843

$Q_{\text{volumique aux conditions d'ambiance}} = \text{Volume du local} \times \text{Taux de brassage} = (1575/3600) \times 4 = 1,75$ [m³/s]

$Q_{m_{\text{as}}} = Q_v / V_m = 1,75/0,843 \cong 2,076$ [kg_{as}/s]

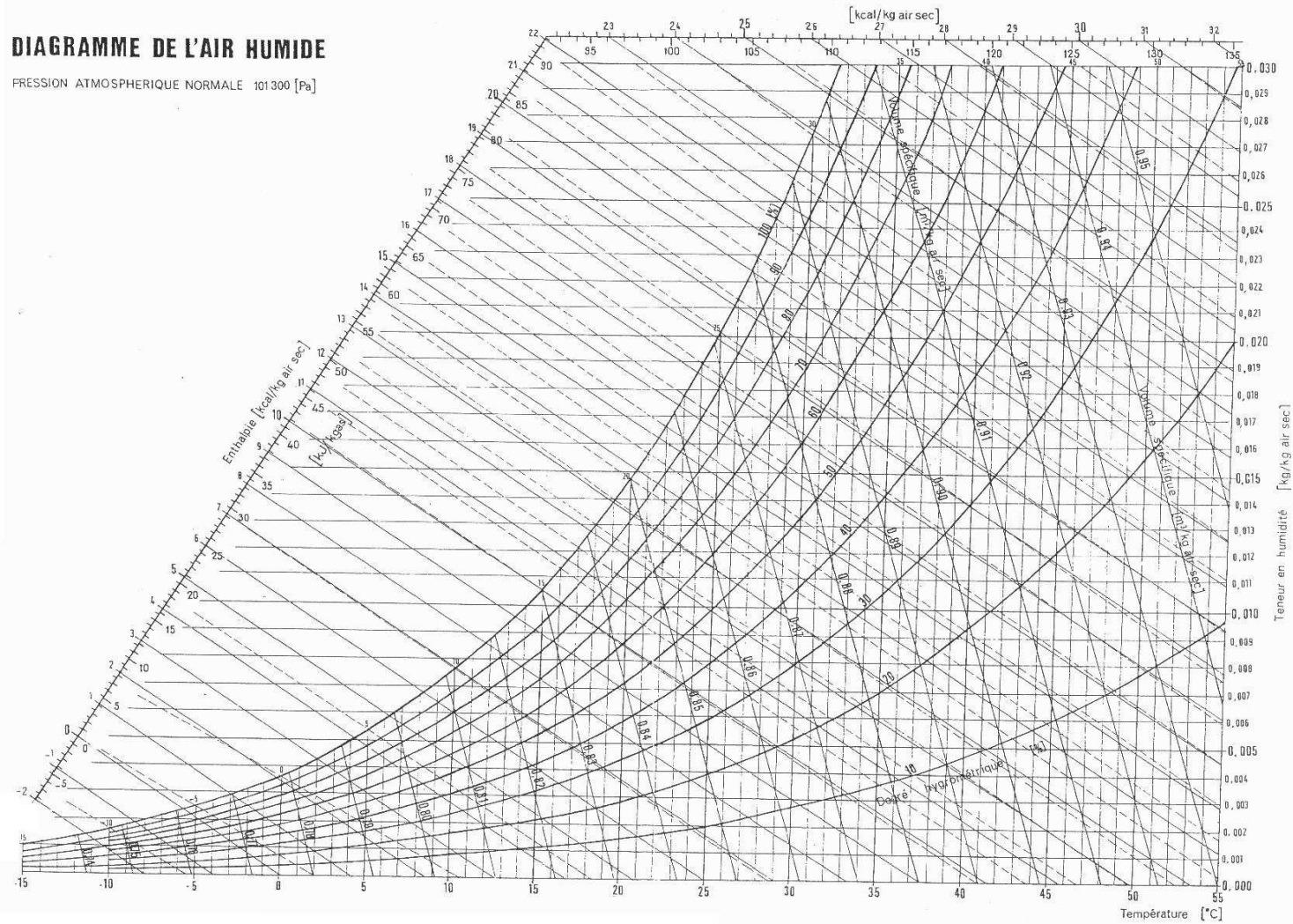
$P_{\text{récupérée}} = Q_{m_{\text{as}}} \times \Delta h = 2,076 \times [14,8 - (-5,1)] \cong 41,3$ [kW]



Annexe 5 document réponse DR2.1

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]

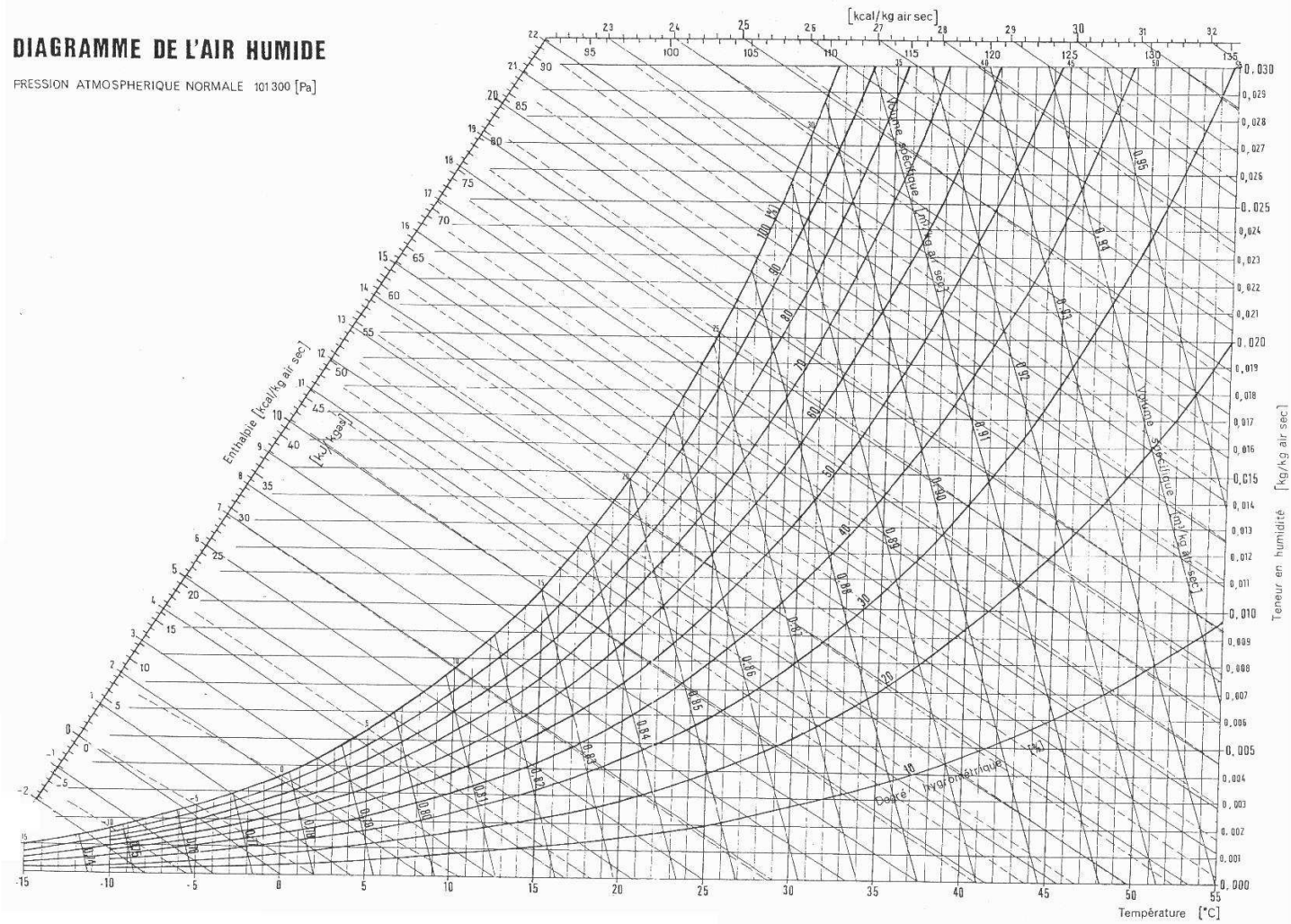


Annexe 6 document réponse DR2.2

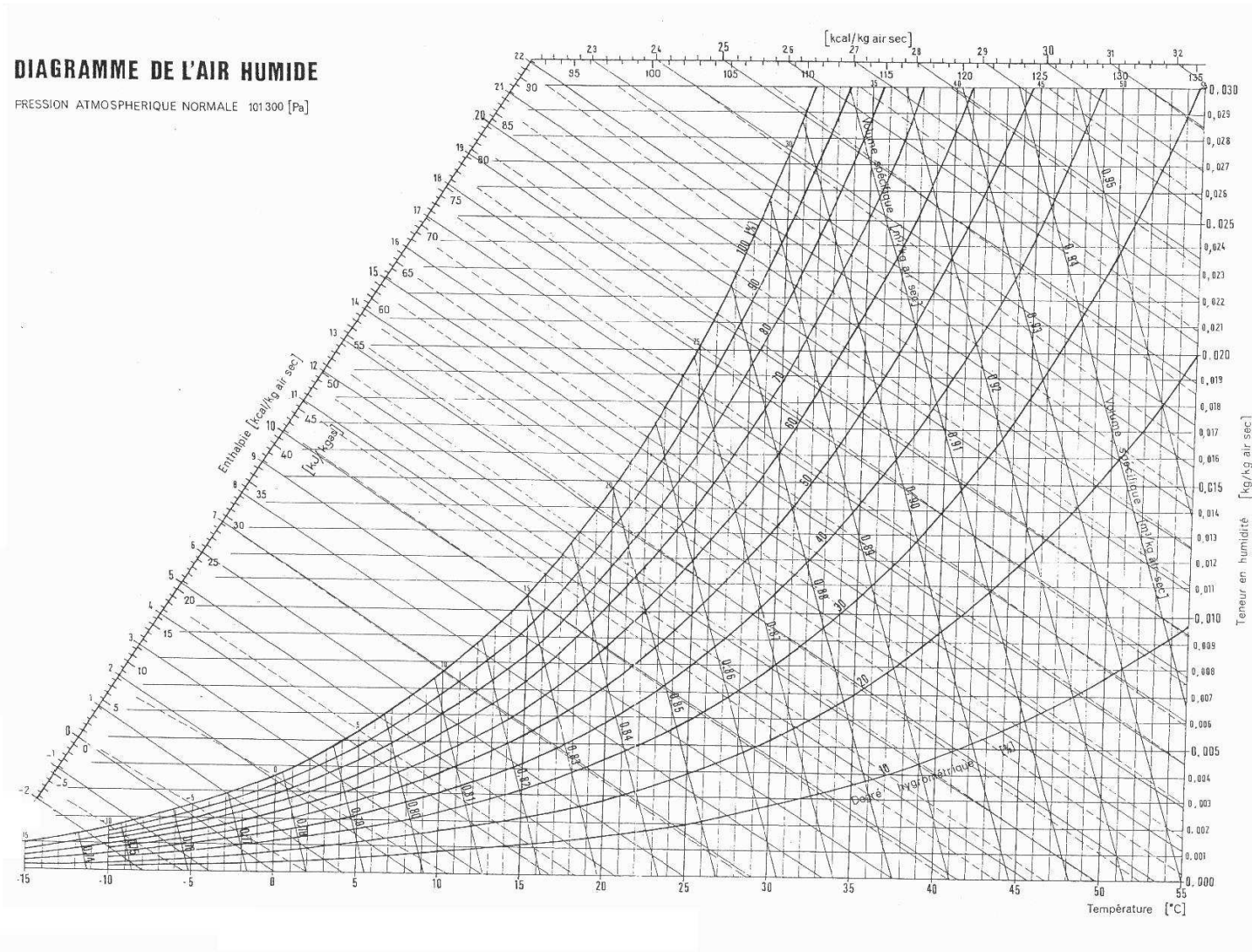
BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS – U.21 - corrigé	Session 2013
Fluidique – Énergétique - Environnements	Code : FEE2FLU
	Page : 9/25

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101 300 [Pa]



Annexe 7 document réponse DR2.3



Annexe 8 document réponse DR2.4

Tableau n°1 : Etude du « **CAS ①** » : période d'INOCCUPATION en mode VENTILATION

	θ	θ_r	h	φ	r	vm
	la température sèche	la température de rosée	l'enthalpie	l'humidité relative	l'humidité absolue	le volume massique
	[°C]	[°C]	[kJ/kg _{as}]	[%]	[kg _{H2O} /kg _{as}]	[m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9			90	0,00158	
Sortie récupérateur	8,4					
Sortie batterie						
Ambiance	20				0,00158	0,832

Tableau n°2 : Etude du « **CAS ②** » : période d'OCCUPATION en mode SUR-VENTILATION

	θ	θ_r	h	φ	r	vm
	la température sèche	la température de rosée	l'enthalpie	l'humidité relative	l'humidité absolue	le volume massique
	[°C]	[°C]	[kJ/kg _{as}]	[%]	[kg _{H2O} /kg _{as}]	[m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9			90	0,00158	
Sortie récupérateur						
Sortie batterie	20					
Ambiance	20					0,840

Tableau n°3 : Etude du « **CAS ③** » : période d'INOCCUPATION en mode SUR-VENTILATION

	θ	θ_r	h	φ	r	vm
	la température sèche	la température de rosée	l'enthalpie	l'humidité relative	l'humidité absolue	le volume massique
	[°C]	[°C]	[kJ/kg _{as}]	[%]	[kg _{H2O} /kg _{as}]	[m ³ /kg _{as}]
Extérieur	-9			90	0,00158	
Sortie récupérateur						
Ambiance	24				0,00158	0,843

$$\text{COPc} = P_c / P_{\text{elec}} = 11,2 / 3,29 = \mathbf{3,404}$$

6. Déterminer à l'aide des courbes constructeur la valeur du $\text{COP}_{\text{chaud}}$ et comparer avec la valeur calculée précédemment (voir annexe 11, DR3.3) /... points

☞ Voir annexe 11 **COPc constructeur = 3,3**

☞ Le COP est sensiblement le même, ceci est normal car les courbes constructeurs tiennent compte des régimes de température d'entrée et sortie d'eau sur les échangeurs qui évoluent tout au long de l'année.

7. Déterminer le coefficient de performance global du système prenant en compte les consommations de la Pac, celles de l'appoint, des pompes et de l'ensemble des pertes de charges thermiques du ballon (voir annexe 12, DR3.4). /... points

☞ Voir annexe 12

☞ **COP global = 2,84** avec besoins = 1375 [m3/an] et panneaux de 50m².

8. Déterminer également le % d'appoint (voir annexe12, DR3.4).

A quoi cela correspond-il ? /... points

☞ Voir annexe 12

☞ **Lecture 1,25 %**

☞ 1,25 % de l'énergie annuelle est amenée par une autre source d'énergie (chaudière gaz dans notre étude).

Annexe 9 document réponse DR3.1

Schéma frigorifique à compléter

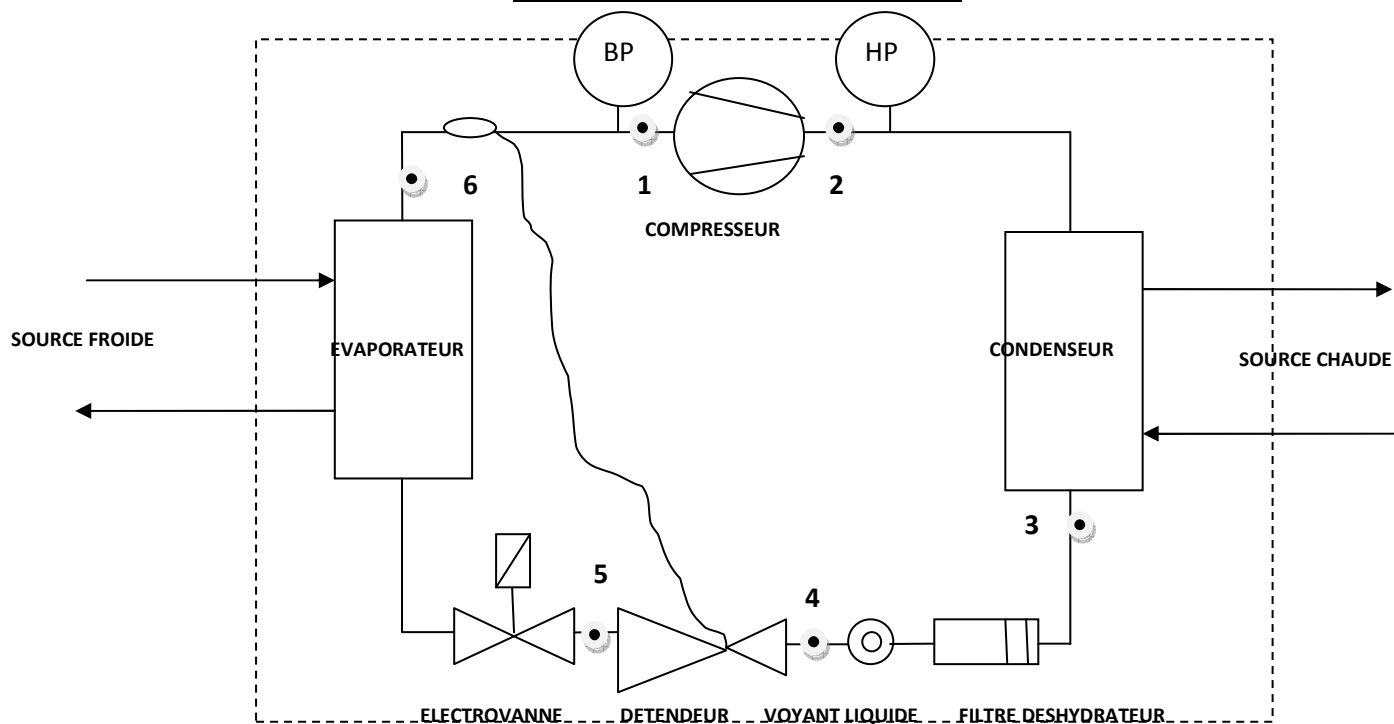
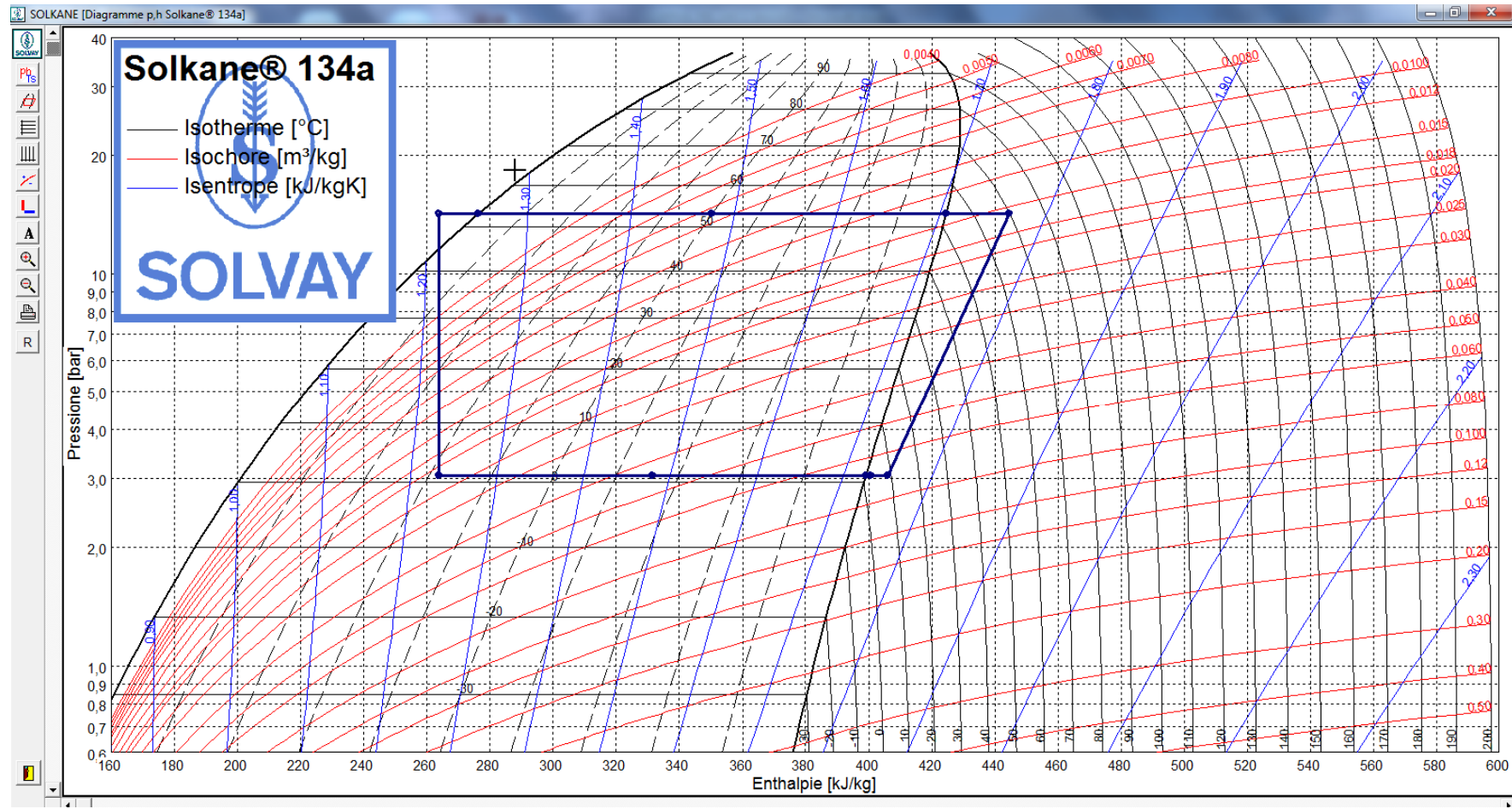


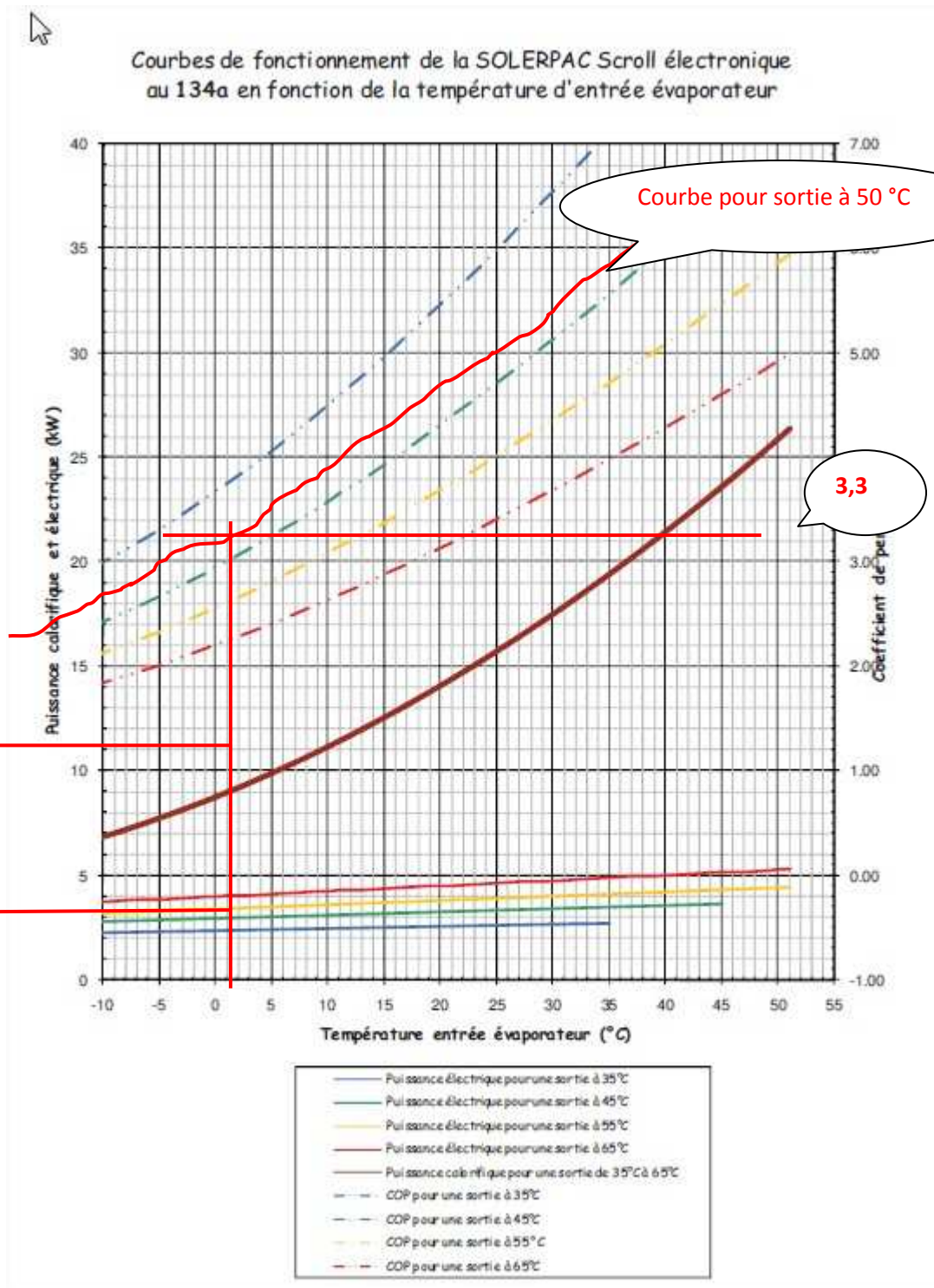
Tableau de coordonnées des points remarquables du cycle frigorifique

Points	θ [°C]	p_{lue} [bar]	h_{lue} [kJ/kg]	S_{lue} [kJ/kg.K]	v [dm ³ /kg]	x
(1)	9	3.1	403	1.75	0.0070	
(2)	70	15	442	1.77	0.016	
(3)	51	15	246	1.24		
(4)	48	15	265	1.225		
(5)	1	3.1	265	1.24	* 0.0216	0.32
(6)	3	3.1	398	1.725	0.068	

Annexe 10 document réponse DR3.2 (diagramme R134a)

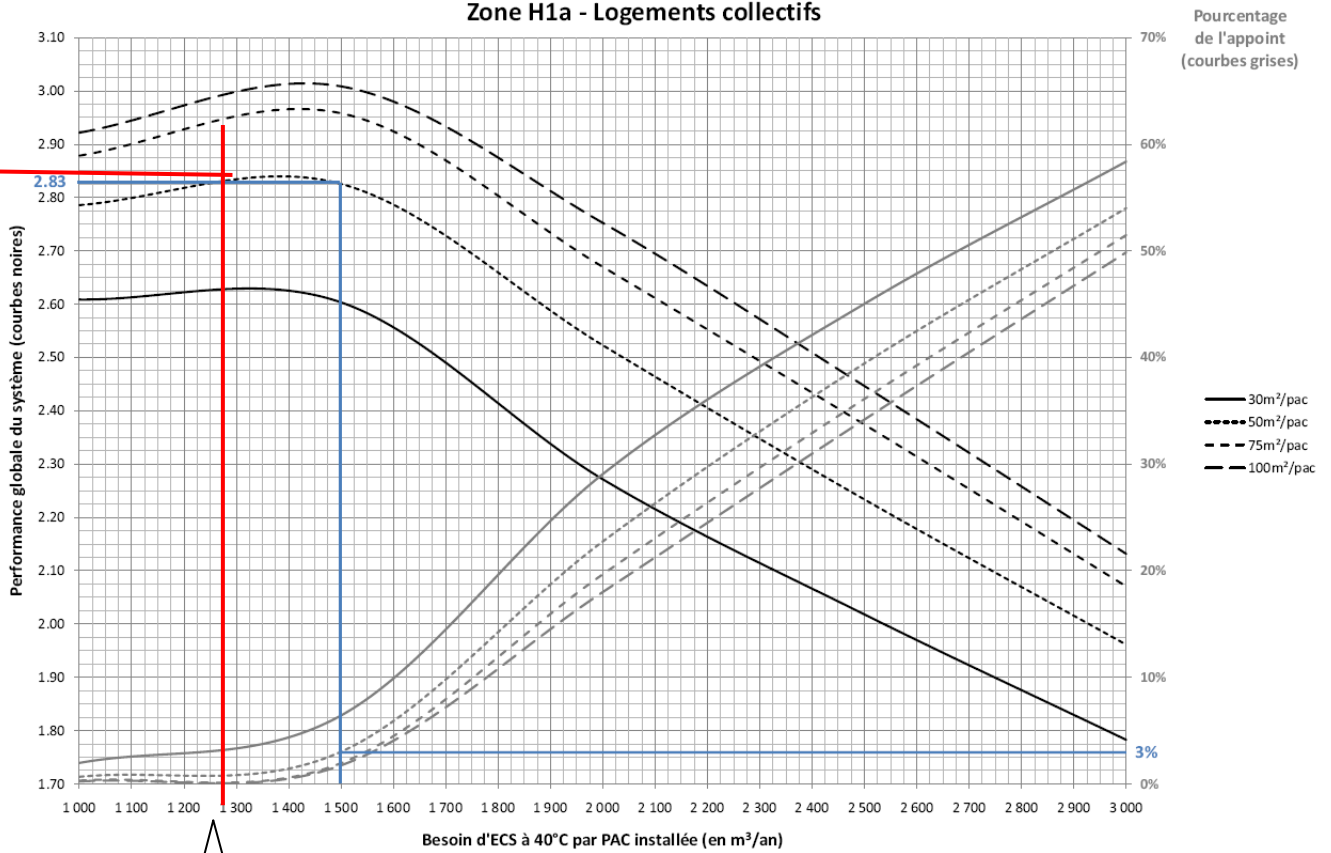


Annexe 11 document réponse DR3.3



Annexe 12 document réponse DR3.4

Zone H1a - Logements collectifs



1375

1) Calcul de la constante d'absorption du local (R I) : **DR 4.1**

Calcul de la constante RI		Calculs Acoustiques						Observations
1. <u>Matériaux</u>	2. <u>Caract.</u>	125	250	500	1000	2000	4000	
Portes en Verre	α	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	5 portes vitrées :
	S	8.568	8.568	8.568	8.568	8.568	8.568	$S = (2.04 \times 0.7) \times 3 + (2.04 \times 1.20) + (2.04 \times 0.9)$
	S. α	0.68544	0.3427	0.257	0.257	0.1713	0.1713	S= 8.568 [m ²]
Cloison en Verre	α	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	
	S	14.139	14.139	14.139	14.139	14.139	14.139	$S = (2.7 \times 4.57) + (0.6 \times 3) = 14.139$ [m ²]
	S. α	1.13	0.5656	0.4242	0.4242	0.283	0.283	
Faux plafond isolant (Laine de roche)	α	0.29	0.52	0.69	0.89	0.96	0.97	
	S	19.4225	19.4225	19.4225	19.4225	19.4225	19.4225	$S = 4.25 \times 4.57 = 19.4225$ [m ²]
	S. α	5.6325	10.1	13.4	17.286	18.6456	18.84	
Plafond et retombée du faux plafond (Placoplatre)	α	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	
	S	3.825	3.825	3.825	3.825	3.825	3.825	$S = (4.25 \times 0.3) + (4.25 \times 0.6) = 3.825$ [m ²]
	S. α	0.0765	0.1148	0.153	0.191	0.1148	0.1148	
Cloisons restantes (Placoplatre)	α	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	S brute = $(4.25 \times 3) + (0.6 \times 3) + (4.57 \times 2.7) + (4.25 \times 2.7) = 38.364$ [m ²]
	S	31.4328	31.4328	31.4328	31.4328	31.4328	31.4328	S nette = S brute – S portes en verre
	S. α	0.629	0.943	1.257	1.572	0.943	0.943	Snette = $38.364 - 8.568 = 29.796$ [m ²]
Sol (Moquette)	α	0.01	0.03	0.05	0.11	0.32	0.66	
	S	21.97	21.97	21.97	21.97	21.97	21.97	$S = (4.57 + 0.60) \times 4.25 = 21.9725$ [m ²]
	S. α	0.2197	0.6591	1.0985	2.4167	7.03	14.5	
Ensemble bureau et chaises (Bois)	α	0.18	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	
	S	2	2	2	2	2	2	S= 2.00 [m ²] (Donné dans l'énoncé)
	S. α	0.36	0.24	0.2	0.18	0.16	0.14	
Personne assise	α							
	S							
	S. α	0.15	0.23	0.56	0.78	0.88	0.89	

$4m \cdot V$	0	0	0	$0.003 \times 60 = 0.18$	$0.007 \times 60 = 0.42$	$0.03 \times 60 = 1.8$	$V_{\text{local}} = (4.25 \times 2.7 \times 4.57) + (4.25 \times 0.6 \times 3) = 60.09 \text{ [m}^3\text{]}$
$S = \sum S_i$	101.36	101.36	101.36	101.36	101.36	101.36	$\sum S_i = 8.568 + 14.139 + 19.4225 + 3.825 + 31.4328 + 21.97 + 2 = 101.36 \text{ [m}^2\text{]}$
$A = \sum S\alpha + 4m \cdot V$	8.883	13.195	17.35	23.29	28.65	37.68	Exemple pour 125 [Hz] : $A = 0.68544 + 1.13 + 5.6325 + 0.0765 + 0.629 + 0.2197 + 0.36 + 0.15$
$S - A$	92.477	88.165	84.01	78.07	72.71	63.68	
$S \cdot A$	900.38	1337.44	1758.6	2360.67	2903.96	3819.24	
$RI = (S \cdot A) / (S - A)$	9.736	15.17	20.93	30.23	39.94	59.97	

2) Choix des matériels et caractéristiques acoustiques : DR 4.2 Données constructeurs

2.1) Calcul des débits : Bouches : $Q_v = 2 \text{ [Vol/h]}$, donc $Q_v = 2 \times 60 = 120 \text{ [m}^3\text{/h]}$

Débit de la cassette : $Q_v = 11 \text{ [Vol/h]}$, donc $Q_v = 11 \times 60 = 660 \text{ [m}^3\text{/h]}$

2.2) Bouche de soufflage Anémotherm « ULA » :

		qv	ΔP_{st}	ΔP_{tot}	F (Hz)					LpA	NR	NC		
		(l/s)	(m ³ /h)	(Pa)	(Pa)	125	250	500	1000	2000	4000	[dB(A)]		
ULA-160(R1/RW)	max	13	47	61	62	34	32	27	22	18	13	25	19	17
		15	54	83	83	39	37	32	27	23	18	30	24	22
		17	61	114	114	44	42	37	32	28	23	35	29	28
		20	72	153	154	49	47	42	37	33	28	40	34	33
CHOIX	min	35	126	39	40	34	32	27	22	18	13	25	19	17
		41	148	52	54	39	37	32	27	23	18	30	24	22
		47	169	70	73	44	42	37	32	28	23	35	29	28
		54	194	93	97	49	47	42	37	33	28	40	34	33

2.3) Bouche de reprise Anémotherm « ULA » :

		qv	ΔP_{st}	ΔP_{tot}	F (Hz)					LpA	NR	NC		
		(l/s)	(m ³ /h)	(Pa)	(Pa)	125	250	500	1000	2000	4000	[dB(A)]		
ULA-160	max	22	79	73	73	31	29	26	24	21	13	25	20	18
		26	94	100	99	36	34	31	29	26	18	30	25	23
		30	108	135	134	41	39	36	34	31	23	35	30	29
CHOIX	min	35	126	185	183	46	44	41	39	36	28	40	35	34
		50	180	25	21	31	29	26	24	21	13	25	20	18
		62	223	38	32	36	34	31	29	26	18	30	25	23
		77	277	58	50	41	39	36	34	31	23	35	30	29
		96	346	90	76	46	44	41	39	36	28	40	35	34

2.4) Cassette plafonnière GEA « Geko » :

Type	Niveau de puissance	Vitesse de rotation	Débits d'air m ³ /h	Niveau de puissance sonore (dB)										Niveau de pression sonore *)					
				Fréquence médiane d'octave (Hz)										non pondéré	pondéré	non pondéré	pondéré selon		
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB	dB(A)	dB	dB(A)	NR	NC		
Simple	0	1	250	27	43	33	31	30	23	<20	<20	44	34	35	25	21	20		
		2	310	27	41	37	33	31	23	<20	<20	44	35	35	26	22	20		
		3	460	33	48	46	42	38	30	<20	<20	51	44	42	35	30	28		
	1	1	330	27	42	39	33	26	<20	<20	<20	44	35	35	26	20	18		
		2	480	35	48	48	42	35	29	<20	<20	52	43	43	34	29	27		
		3	660	43	56	55	50	45	40	30	21	60	52	51	43	38	36		
2	1	480	37	47	47	44	38	31	<20	<20	51	44	42	35	31	29			
	2	710	44	57	56	53	49	44	34	<20	61	54	52	45	40	39			
	3	850	47	62	59	57	53	49	41	28	65	58	56	49	44	43			

3) Calcul du niveau de pression acoustique dû à la bouche de soufflage :

Fréquence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau de pression acoustique résiduel dû au ventilateur au niveau de la bouche de soufflage : L _{VS} [dB]	73	70	42	11	2	6
Niveau de pression acoustique dû à la bouche de soufflage : L _{BS} [dB]	34	32	27	22	18	13
Niveau de pression global à la bouche de soufflage : L _{S global} [dB]	73	70	42.13	22.33	18.1	13.8

Valeur de r_(s) : (Distance entre la bouche de soufflage et le point « P »)

Après relevé des mesures sur le plan : $r_{(s)} = \sqrt{1.5^2 + 1.6^2} = 2.193$ [m]

Directivité de la bouche de soufflage : q _s	2	2.1	2.4	2.7	3	3.5
Constante d'absorption : RI	9.736	15.17	20.93	30.23	39.94	59.97
$L_{p(s)} = L_s + 10 \log \left(\frac{q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{RI} \right)$ [dB]	69.47	64.75	35.76	14.81	9.85	4.76

4) Calcul du niveau de pression acoustique dû à la bouche de reprise :

Fréquence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau de pression acoustique résiduel dû au ventilateur au niveau de la bouche de reprise : L_{VR} [dB]	74	70	48	47	51	52
Niveau de pression acoustique dû à la bouche de reprise : L_{BR} [dB]	46	44	41	39	36	28
Niveau de pression global à la bouche de reprise : $L_{R\ global}$ [dB]	74	70.01	48.79	47.64	51.13	52.01

Valeur de $r_{(R)}$: (Distance entre la bouche de reprise et le point « P »)

Après relevé des mesures sur le plan : (Diagonale horizontale) $r_{(R1)} = \sqrt{2.2^2 + 3.5^2} = 4.134$ [m]

$$r_{(R)} = \sqrt{4.134^2 + 1.5^2} = 4.397$$
 [m]

Directivité de la bouche de soufflage : q_R	4	4	4	4	4	4
Constante d'absorption : RI	9.736	15.17	20.93	30.23	39.94	59.97
$L_{p(R)} = L_s + 10 \log \left(\frac{q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{RI} \right)$ [dB]	70.31	64.48	41.96	39.36	41.79	41.21

5) Calcul du niveau de pression acoustique dû à la cassette plafonnrière :

Fréquence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau de pression acoustique dû à la cassette plafonnrière (Question 2.4) : L_{K7} [dB]	43	55	50	45	40	30
Directivité de la bouche de soufflage : q_{K7}	2	2	2	2	2	2
Constante d'absorption : RI	9.736	15.17	20.93	30.23	39.94	59.97
$L_{p(K7)} = L_s + 10 \log \left(\frac{q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{RI} \right)$ [dB]	39.44	49.68	43.44	37.1	31.14	19.85

Valeur de $r_{(K7)}$: (Distance entre la bouche de la cassette plafonnrière et le point « P »)

Après relevé des mesures sur le plan : $r_{(K7)} = \sqrt{1.75^2 + 1.5^2} = 2.304$ [m]

6) Calcul du niveau de pression acoustique total perçu au point « P » en [dBA], et comparaison par rapport à l'ISO 35 désiré :

Fréquence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
$Lp_{TOTAL} = Lp_{K7} + Lp_S + Lp_R$ [dB]	72.92	67.69	50.06	41.39	42.15	41.24
Pondération A	-15.5	-8.5	-3	0	1	1
Lp_{TOTAL} [dBA]	57.42	59.19	47.06	41.39	43.15	42.24

ISO 35 [dBA]	36.7	36.1	35.9	35	33.2	30.7
--------------	------	------	------	----	------	------

Différence par octave	20.72	23.09	11.16	6.39	9.95	11.54
-----------------------	-------	-------	-------	------	------	-------

7) Conclusion :

Le niveau ISO 35 en [dBA] est dépassé pour chaque bande d'octave...

Pour obtenir ce niveau normalisé, il va falloir dans un premier temps, installer des silencieux dans les gaines de soufflage et de reprise pour atténuer le niveau élevé des ventilateurs.