

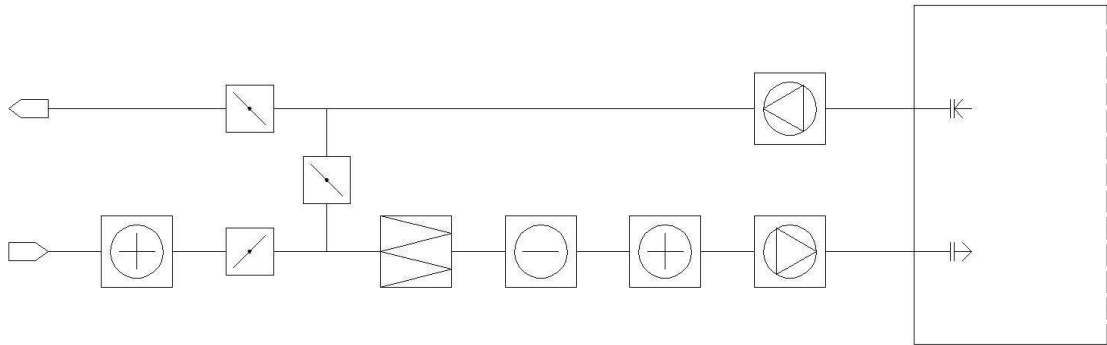
BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

CORRECTION FLUIDIQUE. ÉNERGÉTIQUE. ENVIRONNEMENTS

Session 2014

PARTIE 1 : Climatisation de la salle de concert.

1- Schéma de principe de la CTA :



2- Détermination du point de soufflage.

Calcul du coefficient de la droite $j = \frac{H}{M} = 9000 \text{ kJ/kg}$.

On trace la droite de soufflage et on détermine le point de soufflage à partir de $t_i = 5^\circ\text{C}$ et du point intérieur.

On calcule le débit-masse de soufflage : $q_{mS} = \frac{H}{h_I - h_S} = 3,5 \text{ kg/s}$

Point	t °C	HR %	h KJ/KgAS	r kgVE/kgAS
I	20,0	55,0	53,1	0,0110
S	10,0	69,3	46,0	0,0102

3- Les différentes évolutions en été sont les suivantes : Mélange + refroidissement humide.

Détermination du point de mélange : Taux d'air neuf $\tau_{AN} = \frac{q_{man}}{q_{mS}} = 0,37$

$$h_M = \tau_{AN} h_E + (1 - \tau_{AN}) h_I = 54,7 \text{ kJ/kg}$$

$$r_M = \tau_{AN} r_E + (1 - \tau_{AN}) r_I = 0,0106 \text{ kg/kg}$$

La droite de refroidissement passe par les points M et S. L'intersection avec la courbe de saturation donne le point FPT (fin de processus théorique).

Point	□□□C	HR %	h KJ/KgAS	r kgVE/kgAS
E	□□□□	33,0	57,5	0,0099
I	□□□□	55,0	53,1	0,0110
S	□□□□	69,3	46,0	0,0102
M	□□□□	45,4	54,7	0,0106
FPT	□□□□	100,0	38,9	0,0099

Calcul de la puissance de la batterie froide : $P_{BF} = q_{mS}(h_M - h_S) = 30,7 \text{ kW}$.

4- Bilan hydrique sur l'ensemble du système entre l'air neuf et l'air rejeté en hiver :

$$q_{man}(r_I - r_E) = M . \text{ On obtient } r_I = r_E + \frac{M}{q_{man}} = 0,0037 \text{ kg/kg.}$$

5- Bilan enthalpique et hydrique sur le local en hiver :

$$h_S = h_I - \frac{H}{q_{mS}} = 37,9 \text{ kJ/kg et } r_S = r_I - \frac{M}{q_{mS}} = 0,0029 \text{ kg/kg}$$

6- Les différentes évolutions en hiver sont les suivantes : Préchauffage +Mélange + chauffage.

La droite de préchauffage est l'isohydre qui passe par le point extérieur.

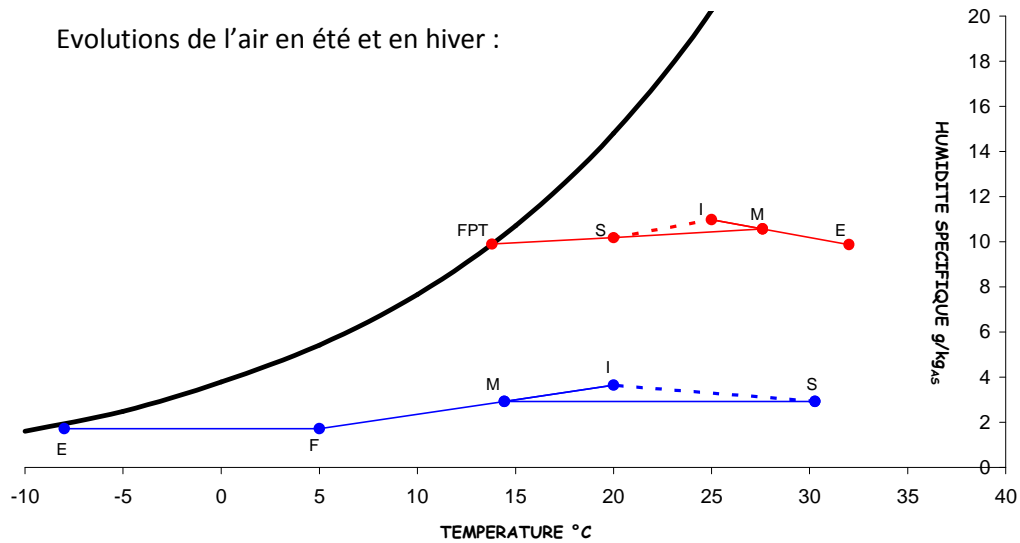
La droite de mélange passe par le point sortie batterie préchauffage et le point intérieur. Le taux d'air neuf est identique à celui utilisé en été.

Le chauffage se fait entre le point mélange et le point de chauffage à r constant.

Point	□ °C	HR %	h KJ/Kg AS	r kgVE/kgAS
E	-8.0	90.0	-3.8	0.0017
I	20.0	25.1	29.4	0.0036
S	30.3	10.9	37.9	0.0029
M	14.4	28.7	21.9	0.0029
F	5.0	31.9	9.4	0.0017

Puissance batterie chaude de préchauffage : $P_{BPC} = q_{man}(h_F - h_E) = 17,1 \text{ kW}$.

Puissance batterie chaude : $P_{BC} = q_{mS}(h_S - h_M) = 56 \text{ kW}$.



PARTIE 2 : étude d'un réseau hydraulique.

Étude hydraulique de l'alimentation de la batterie froide de la CTA.

1- Bilan sur la batterie froide :

$$q_V = \frac{P_{BF}}{\rho c_p \Delta \theta} = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}.$$

2- Calcul du diamètre théorique pour une vitesse maximale de 1 m/s :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4q_V}{\pi V_{lim}}} = 43,3 \text{ mm}.$$

On choisit le diamètre commercial : 60,3*3,2 de diamètre intérieur $D_i=53,9 \text{ mm}$.

3- Montage décharge inversé.

Autorité de la vanne 3 voies : 0,5, donc $J_{V3V}=J_{CD}=750+2700=3450 \text{ Pa}$.

4- Pertes de charge totales entre A et B sans tenir compte de la vanne d'équilibrage :

$$J_{AB}=J_{AC}+J_{CD}+J_{DB}+J_{V3V}=11070 \text{ Pa}$$

Équilibrage du réseau global.

1- On a $J_{AB}(CTA)=J_{AB}(\text{ventilo-convecteurs})$

Avec $J_{AB}(CTA)=J_{AB}+J_{VE1}$ et $J_{AB}(\text{ventilo-convecteurs})=$

$$Z_{VC}q_{VC}^2$$

On obtient $J_{VE1} = Z_{VC}q_{VC}^2 - J_{AB} = 4000 \cdot 2^2 - 11000 = 5000 \text{ Pa}$.

$$2- J_{AB}(CTA) = J_{AB} + J_{VE1} = 16000 \text{ Pa}$$

$$Z_{AB} = \frac{16000}{5,3^2} = 570 \text{ Pa}/(\text{m}^3/\text{h})^2$$

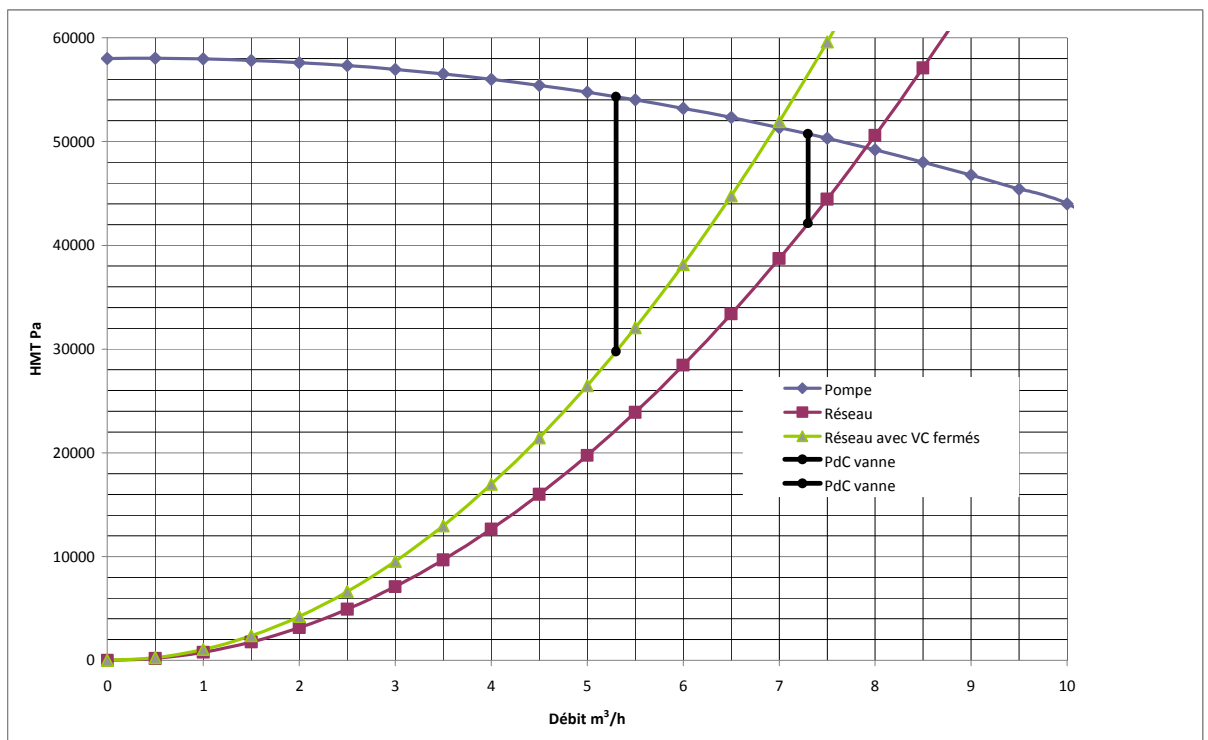
Points de fonctionnement.

1. Pertes de charge totales du réseau :

$$J_T = J_{BA} + J_{AB} = Z_{GF}q_{VT}^2 + J_{AB} = 490 \cdot (2 + 5,3)^2 + 16000 = 42112 \text{ Pa}$$

$$\text{Calcul de la résistance globale : } Z_G = \frac{J_T}{q_{VT}^2} = \frac{42112}{7,3^2} = 790 \text{ Pa}/(\text{m}^3/\text{h})^2$$

Tracé de la courbe du réseau :



Point de fonctionnement : $q_v = 7,9 \text{ m}^3/\text{h}$ et $H_{MT} = 49400 \text{ Pa}$.

1- Débit souhaité $q_v = 7,3 \text{ m}^3/\text{h}$; on obtient graphiquement $J_v = 8600 \text{ Pa}$.

2- Nouvelle résistance hydraulique : $Z'_G = Z_{GF} + Z_{AB} = 490 + 570 = 1060 \text{ Pa}/(\text{m}^3/\text{h})^2$

Tracé de la nouvelle courbe du réseau : voir schéma.

Débit souhaité $q_v = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$; on obtient graphiquement $J_v = 24500 \text{ Pa}$.

PARTIE 3 : étude aéraulique du réseau de soufflage de la salle de concert.

1) Détermination des pertes de charge

1-1) Vitesse dans la gaine

$$v = \frac{4q_v}{\pi D^2} = 6.1 \text{ m/s}$$

1-2) Pertes de charges linéaires

$$j = 0.045 \text{ mmCe/m} = 0.45 \text{ Pa/m}$$

$$J \text{ linéaires} = j * l = 0.45 * 22 = 10 \text{ Pa}$$

1-3) Pertes de charges singulières

$$\square \text{ coudes} = 3 * 0.3 = 0.9 \text{ et } \square \text{ CCF} = 3 * 0.2 = 0.6$$

$$J_s \text{ PAS} = 30 \text{ Pa}$$

$$P_{dyn} = \frac{1}{2} \rho v^2 = 22.2 \text{ Pa}$$

$$J \text{ sing} = (\square \text{ coudes} + \square \text{ CCF}) * P_{dyn} + J_s \text{ PAS} = 1.5 * 22.2 + 30 = 63 \text{ Pa}$$

1-4) Pertes de charge totale

$$J_{statiques \text{ totales}} = J_{air \text{ neuf}} + J_{CTA} + (J_{lin} + J_{sing}) + J_{distribution} = 30 + 400 + (10+63.3) + 40 = 543 \text{ Pa}$$

2) Détermination du ventilateur

Pression dynamique au ventilateur

$$P \text{ dyn} = 55 \text{ Pa et donc } J \text{ totale} = J \text{ statiques} + P \text{ dyn} = 543 + 55 = 598 \text{ Pa} \approx \mathbf{600 \text{ Pa}}$$

2.1) Caractéristiques moto-ventilateur

$$\text{Vitesse de rotation (abaque)} = 1700 \text{ tr/min}$$

$$\text{Puissance ventilateur} = 2.5 \text{ kW donc Puissance moteur} = 1.25 * P \text{ ventilateur} = 3.1 \text{ kW}$$

2.2) Poulie ventilateur

$$D_v = D_m * N_m / N_v = 100 * 1450 / 1700 = 85 \text{ mm}$$

2.3) Longueur de courroie

$$L = 2 * e + \square / 2 * (D_v + D_m) = 2 * 0.8 + 3.14 / 2 * (0.1 + 0.085) = 1.89 \text{ m}$$

On peut prendre une courroie de 2m et jouer sur l'entraxe.

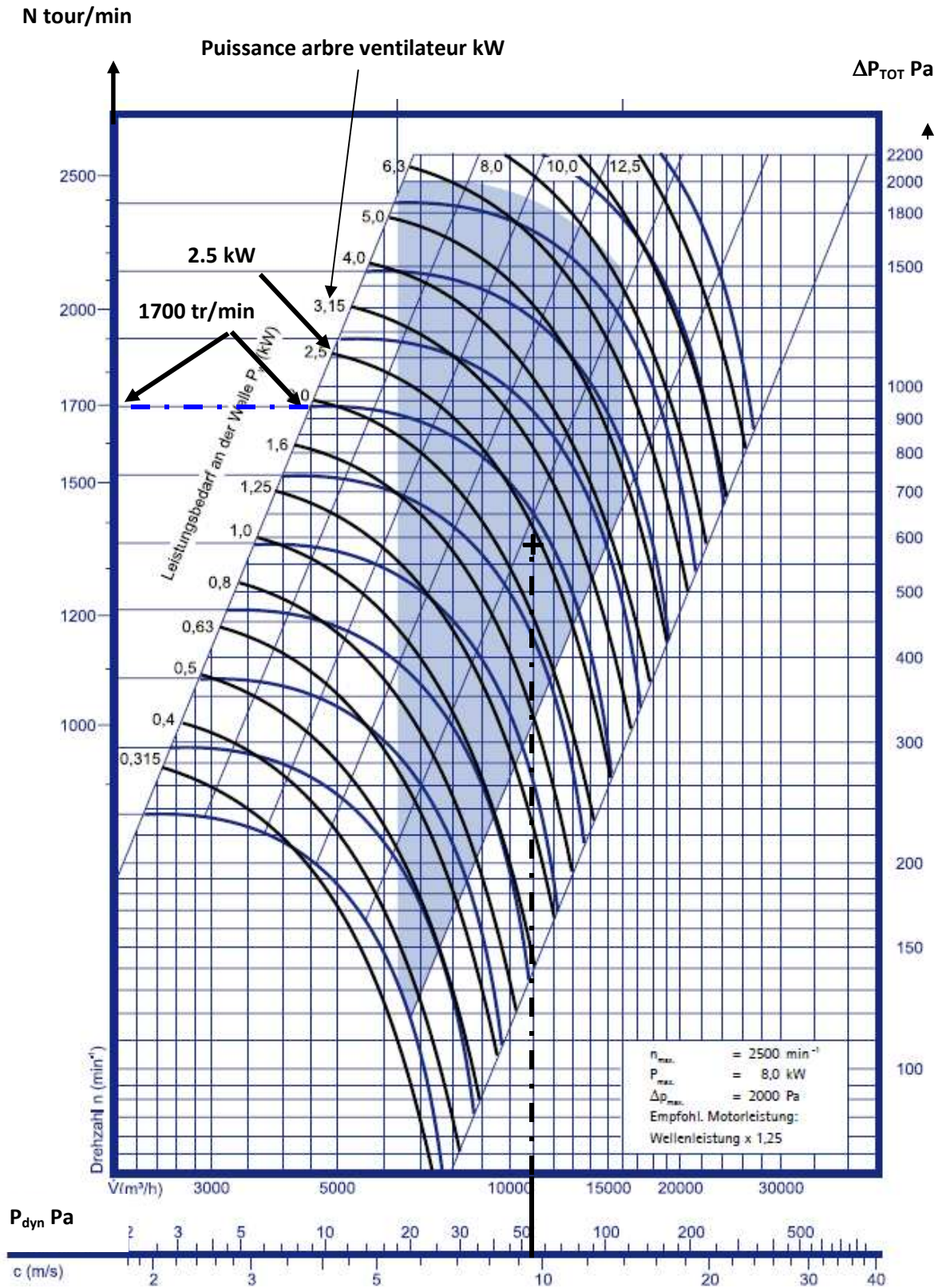
DOCUMENT RÉPONSE DR5 :

Tronçon	Qv m³/h	D mm	j Pa/m	L m	J lin Pa
CTA – Entrée salles	11000	800	0.045	22	10

Accidents	v m/s	Pdyn Pa	□	nombre	J sing m
Coudes	6.1	22.2	0.3	3	20
CCF	6.1	22.2	0.2	3	13
PAS				1	30

Tronçon	J Total Pa
Air neuf	30
CTA	400
CTA-Entrée salle	73
Entrée salle -soufflage	40
Total statique	543

COURBES VENTILATEUR



PARTIE 4 : étude du groupe frigorifique

- 1- Le R 407c n'est pas un corps pur (glissement)
- 2- Cycle (voir page suivante)

DOCUMENT RÉPONSE DR6 :

Tableau de points du cycle frigorifique

Localisation	Repère	Température °C	h kJ/kg	Pression Bar abs
Entrée compresseur	1	4	420	4
Sortie Compresseur	2	80	468	20
Sortie condenseur	3	42	273	20
Sortie détenteur	4	-7	273	4

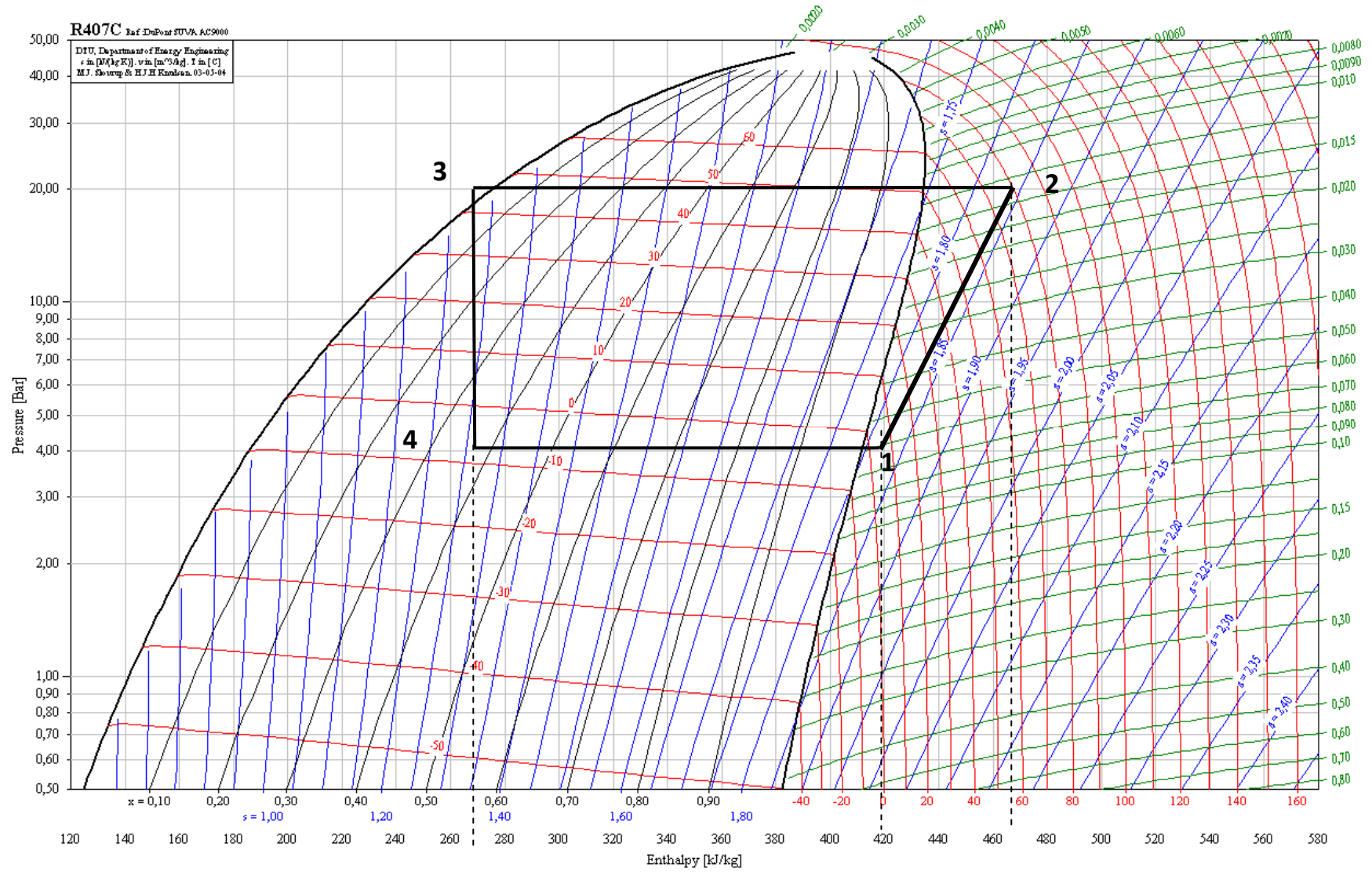
3- **COP froid théorique** = $P_{\text{froid}} / P_{\text{compresseur}} = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = (420 - 273) / (468 - 420) = 147/48 = 3.06$

4- **Débit masse** : $q_{m_{R407c}} = P_{\text{froid}} / (h_1 - h_4) = 44 / (420 - 273) = 44/147 = 0.3 \text{ kg/s}$

5- **P condenseur** = $q_{m_{R407c}} * (h_2 - h_3) = 0.3 * (468 - 273) = 58.5 \text{ kW}$

6- **P compresseur réel** = $\sqrt{3} * U * I * \cos \phi = 1.732 * 400 * 30 * 0.85 = 17.7 \text{ kW}$

COP froid réel = $P_{\text{froid}} / P_{\text{réel}} = 44/17.7 = 2.48$



PARTIE 5 : Acoustique : étude de la transmission du bruit entre 2 salles

Volume de la salle E3: $V=3.2 \times 2.8 \times 2.5=22,4 \text{ m}^3$ et surface de la paroi séparatrice entre la salle E3 : $S=2.8 \times 2.5=7 \text{ m}^2$.

FORMULE UTILISEE	f_m Hz	125	250	500	1000	2000	GLOBAL
	Lp diffus salle de répétition dB	80	80	80	80	80	87,0
	T_R s	0,25	0,2	0,2	0,2	0,15	
$A_{eq} = \frac{0,161 \cdot V}{T_R}$	Aeq m ²	14,43	18,03	18,03	18,03	24,04	
	R vitre dB	32	36	39	40	41	
$D_b = R + 10 \log \left(\frac{A_{eq}}{S} \right) - C$	Db dB	35,1	40,1	43,1	44,1	46,4	
$D_b = L_{p1} - L_{p2}$	Lp en E3 dû à la salle de répétition dB	44,9	39,9	36,9	35,9	33,6	
	Lp en E3 dû à la VMC dB	43,7	35,2	29,2	25	21,9	
$L_p = 10 \log \left(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} \right)$	Lp en E3 résultant dB	47,3	41,2	37,6	36,2	33,9	
	Pondération P(A)	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	
	Lp en E3 résultant dBA	31,2	32,6	34,4	36,2	35,1	41,2