

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
TECHNICIEN DU FROID ET DU CONDITIONNEMENT DE L'AIR

Session : **2023**

E.1- ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Sous-épreuve E11

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

Analyse scientifique et technique d'une installation

Durée : 4h

Coef. : 3

**DOSSIER TECHNIQUE
ET RESSOURCES**

Ce dossier comprend 13 pages numérotées de DTR 1/13 à DTR 13/13.

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 1/13

EXTRAIT DU CCTP

Les chambres froides positives et les laboratoires seront maintenus en permanence en température (**+ 6 °C pour les chambres froides et 12 °C pour la pâtisserie et la préparation froide**) par un système frigorifique comprenant principalement :

- Un groupe frigorifique DUO de condensation.
- Quatre évaporateurs cubiques et deux évaporateurs double-flux.
- Un réseau frigorifique.

Le raccordement et le câblage devront permettre d'utiliser les deux groupes.
La régulation devra être commune aux deux groupes.

Groupe frigorifique de condensation

La production frigorifique sera assurée par un groupe frigorifique de condensation moyenne température au R134a type **DUO**, avec les caractéristiques et options suivantes :

- Puissance frigorifique par compresseur : environ **12,83 kW**
(température évaporation : - 10 °C ; température Ambiante 32 °C)
- Châssis en tôle acier galvanisé résistant aux intempéries
- Compresseur semi-hermétique BITZER
- Contrôleur électronique
- Châssis monobloc anti-vibration avec isolant phonique
- Vannes de raccordement sur aspiration et liquide
- Pressostats HP-BP pour la régulation et la protection des équipements
- Régulation de la vitesse des ventilateurs

Le groupe sera placé sur la terrasse technique.

Évaporateurs

- Les chambres froides « Fruits et légumes », « décongélation » et « BOF » seront équipées chacune d'un évaporateur au R134a du type cubique **FRIGA BOHN SD**, avec un espacement d'ailette de 6,35 mm pour faciliter le nettoyage et le dégivrage.

La sélection apparait dans le tableau ci-dessous :

Local	Modèle
Chambre froide jour	MR 250 L
Fruits et légumes	MR 190 L
Viande	MR 250 L
BOF	MR 310 L

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 2/13

Chaque évaporateur aura les équipements suivants :

- Une vanne d'arrêt sur chacune des conduites (liquide et aspiration).
- Un détendeur au R134a.
- Une électrovanne sur la ligne liquide.
- Une résistance de dégivrage.
- Une vanne de réglage de la pression d'évaporation type KVP.

Le plan **FROID-01** montre l'implantation des évaporateurs dans les salles.

- Les locaux « pâtisserie », « préparation froide » et « déchets » seront équipés d'évaporateurs au R134a du type double-flux bas niveau sonore **FRIGA BOHN TA** avec un espacement d'ailette de 6,35mm pour faciliter le nettoyage et le dégivrage naturel.

La sélection apparaît dans le tableau ci-dessous :

Local	Modèle
Pâtisserie	TA 3L 8P
Préparation froide	TA 2R 8P

Chaque évaporateur aura les équipements suivants :

- Une vanne d'arrêt sur chacune des conduites (liquide et aspiration).
- Un détendeur au R134a.
- Une électrovanne sur la ligne liquide.
- Une vanne de réglage de la pression d'évaporation type KVP.

Le plan **FROID-01** montre l'implantation des évaporateurs dans les salles.

Le pilotage de chaque évaporateur sera assuré par un régulateur, associé à des sondes de température, qui assurera les fonctions suivantes :

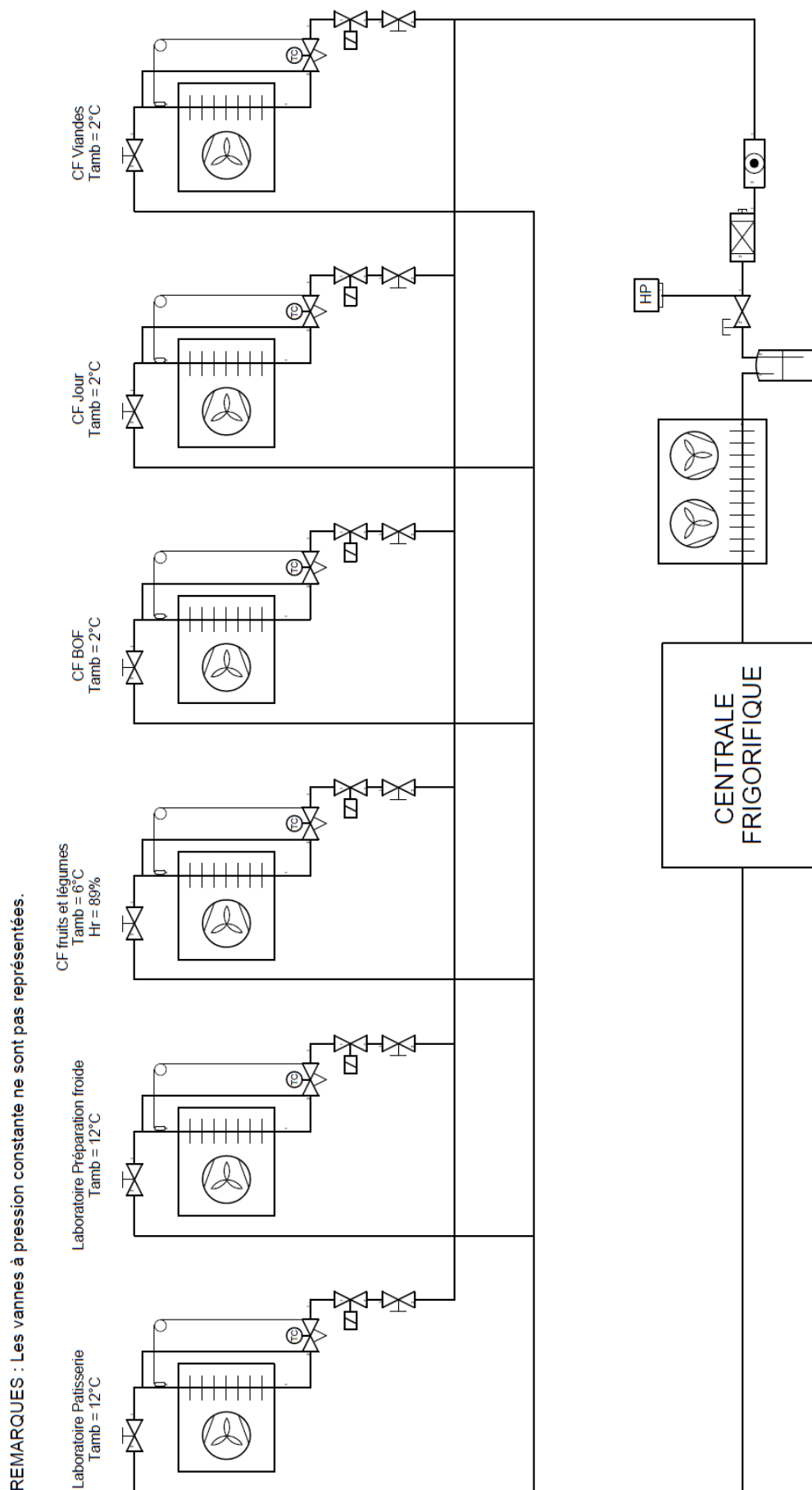
- Régulation de la température par action sur les électrovannes.
- Contrôle du fonctionnement des ventilateurs.
- Gestion des cycles de dégivrage.

Le régulateur et les équipements électriques nécessaires (disjoncteurs, relais, etc.) seront regroupés dans un boîtier de régulation, avec l'afficheur en façade. Ce boîtier sera placé dans la circulation et sera alimenté en puissance par le titulaire du lot électricité.

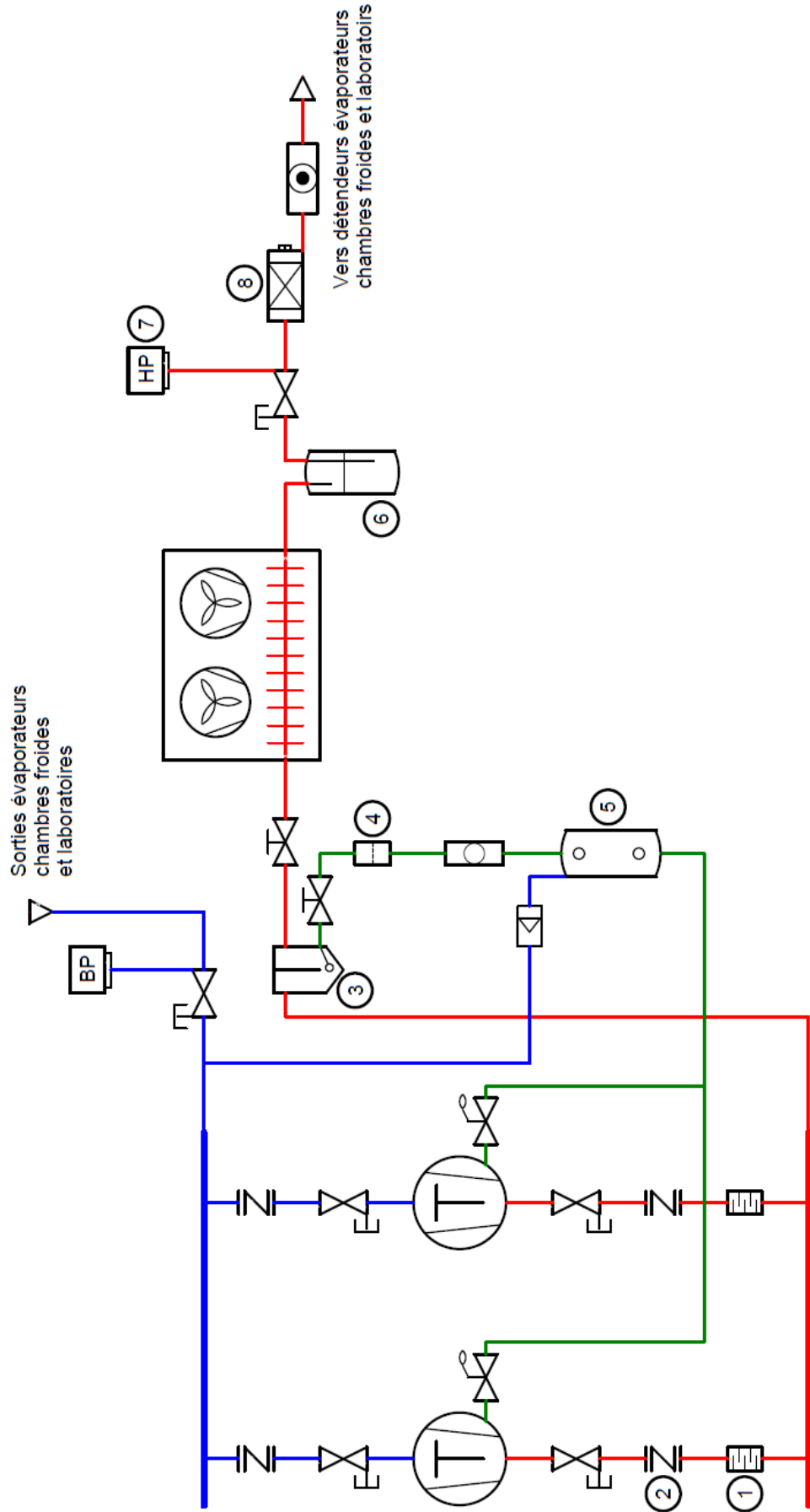
Les condensats seront rejetés dans des conduites EU laissées en attente à proximité par le titulaire du lot.

Dans le cas où une hygrométrie mini n'est pas spécifiée, le $\Delta\theta_{total}$ à l'évaporateur sera de 10K.

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 3/13

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 5/13

SCHÉMA DE LA CENTRALE FRIGORIFIQUE

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 6/13

La production de Froid est assurée par un groupe de condensation DUO.

La puissance frigorifique nominale est basée sur les conditions suivantes :

Évaporation : - 10 °C ; Condenseur : 45 °C.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU GROUPE FRIGORIFIQUE DUO

Puissance frigorifique unitaire	kW	12,83
Puissance absorbée unitaire	kW	4,86
Puissance frigorifique totale	kW	25,7
Puissance absorbée totale	kW	9,71
Compresseur	Type	Semi-hermétique
	Nombre	2
	Référence	4TES-8Y-40P
	Modèle	15T
	Volume balayé horaire m ³ /h	41,33
	Vitesse tr/min	1450
Circuit réfrigérant	Type de fluide	R134a
Alimentation électrique	Phase	3
	Fréquence Hz	50
	Tension V	400
	Intensité absorbée unitaire A	9,23
	Intensité absorbée totale A	18,45
	Tension V commande	24

CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU GROUPE FRIGORIFIQUE DUO

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Pression d'aspiration (manomètre) BP	1 Bar
Température d'aspiration	15 °C
Température de refoulement	77 °C
Pression de refoulement (manomètre) HP	10,6 Bar
Température entrée détendeur	40 °C
Température d'évaporation	- 10 °C
Température de condensation	45 °C

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 7/13

FORMULAIRE

Taux de compression T_x

$$T_x = HP / BP$$

Rendement volumétrique η_v

$$\eta_v = 1 - (0,05 \times T_x)$$

Débit volume aspiré Q_{Va} en m³/h

$$Q_{Va} = Q_{Vb} \times / \eta_v$$

Débit massique Q_m en Kg/s

$$Q_m = Q_{Va} / V_m$$

Puissance frigorifique Φ_0 en Kw

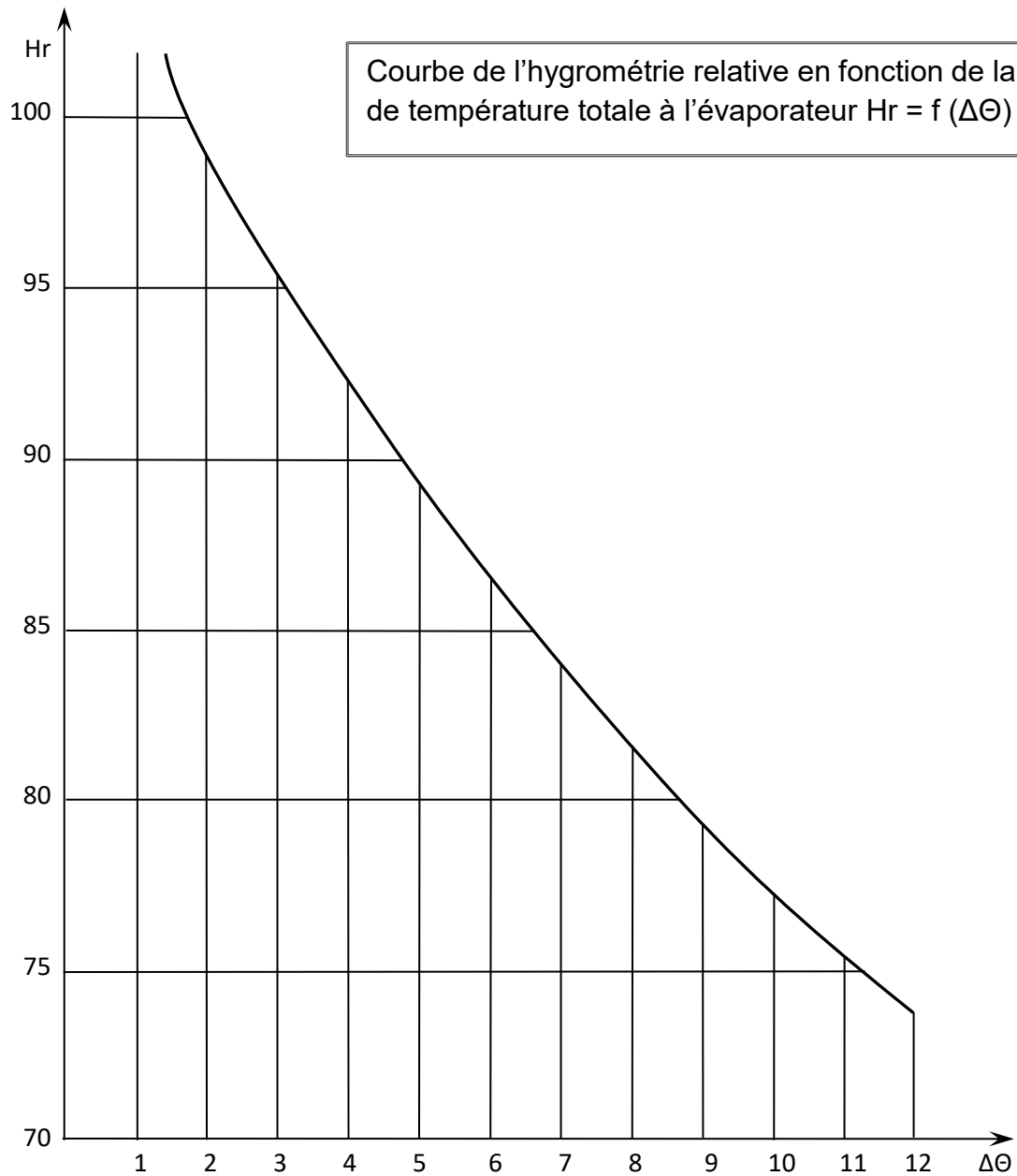
$$\Phi_0 = Q_m \times (\Delta h)$$

Δh = différence d'enthalpie en kJ/kg

V_m = volume massique en m³/kg

Q_{Vb} = débit volume balayé en m³/h

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 8/13

HYGROMÉTRIE RELATIVE EN FONCTION DU $\Delta\Theta$ 

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 9/13

Table Thermodynamique R 134a

	Liquide	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur
Temperature	Pression	Densité	Densité	Enthalpie	Enthalpie	Entropie	Entropie
(°C)	(bar abs)	(Kg/M ³)	(Kg/M ³)	(KJ/Kg)	(KJ/Kg)	(KJ/Kg-K)	(KJ/Kg-K)
-16	1,5728	1345,9	7,9673	178,83	389,02	0,92054	1,7379
-15	1,6394	1342,8	8,287	180,14	389,63	0,92559	1,7371
-14	1,7082	1339,7	8,6168	181,44	390,24	0,93062	1,7363
-13	1,7792	1336,6	8,9568	182,75	390,85	0,93564	1,7355
-12	1,8524	1333,4	9,3074	184,07	391,46	0,94066	1,7348
-11	1,928	1330,3	9,6688	185,38	392,06	0,94566	1,7341
-10	2,006	1327,1	10,041	186,7	392,66	0,95065	1,7334
-9	2,0864	1323,9	10,425	188,02	393,27	0,95563	1,7327
-8	2,1693	1320,8	10,82	189,34	393,87	0,9606	1,732
-7	2,2548	1317,6	11,227	190,66	394,47	0,96556	1,7313
-6	2,3428	1314,3	11,646	191,99	395,06	0,97051	1,7307
-5	2,4334	1311,1	12,077	193,32	395,66	0,97544	1,73
-4	2,5268	1307,9	12,521	194,65	396,25	0,98037	1,7294
-3	2,6228	1304,6	12,978	195,98	396,84	0,98529	1,7288
-2	2,7217	1301,4	13,448	197,32	397,43	0,99021	1,7282
-1	2,8234	1298,1	13,931	198,66	398,02	0,99511	1,7276
0	2,928	1294,8	14,428	200	398,6	1	1,7271
1	3,0356	1291,5	14,939	201,34	399,19	1,0049	1,7265
2	3,1462	1288,1	15,465	202,69	399,77	1,0098	1,726
3	3,2598	1284,8	16,005	204,04	400,34	1,0146	1,7255
4	3,3766	1281,4	16,56	205,4	400,92	1,0195	1,725
5	3,4966	1278,1	17,131	206,75	401,49	1,0243	1,7245
6	3,6198	1274,7	17,717	208,11	402,06	1,0292	1,724
7	3,7463	1271,3	18,319	209,47	402,63	1,034	1,7235
8	3,8761	1267,9	18,938	210,84	403,2	1,0388	1,723
9	4,0094	1264,4	19,573	212,21	403,76	1,0437	1,7226
10	4,1461	1261	20,226	213,58	404,32	1,0485	1,7221
11	4,2863	1257,5	20,896	214,95	404,88	1,0533	1,7217
12	4,4301	1254	21,584	216,33	405,43	1,0581	1,7212
13	4,5776	1250,5	22,29	217,71	405,98	1,0629	1,7208
14	4,7288	1246,9	23,015	219,09	406,53	1,0677	1,7204
15	4,8837	1243,4	23,758	220,48	407,07	1,0724	1,72
16	5,0425	1239,8	24,522	221,87	407,61	1,0772	1,7196
17	5,2052	1236,2	25,305	223,26	408,15	1,082	1,7192
18	5,3718	1232,6	26,109	224,66	408,69	1,0867	1,7188
19	5,5424	1229	26,934	226,06	409,22	1,0915	1,7184
20	5,7171	1225,3	27,78	227,47	409,75	1,0962	1,718
21	5,8959	1221,7	28,648	228,88	410,27	1,101	1,7177
22	6,0789	1218	29,539	230,29	410,79	1,1057	1,7173
23	6,2662	1214,2	30,452	231,7	411,31	1,1105	1,7169
24	6,4578	1210,5	31,389	233,12	411,82	1,1152	1,7166
25	6,6538	1206,7	32,35	234,55	412,33	1,1199	1,7162

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 10/13

Disjoncteurs-moteurs de 0,06 à 15 kW / 400 V, raccordement par vis-étriers

GV2ME avec commande par boutons-poussoirs

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3									Plage de réglage des déclencheurs thermiques ⁽²⁾	Courant de déclenchement magnétique Id ± 20 %	Référence
400/415 V			500 V			690 V					
P	Icu	Ics ⁽¹⁾	P	Icu	Ics ⁽¹⁾	P	Icu	Ics ⁽¹⁾			
kW	kA	%	kW	kA	%	kW	kA	%	A	A	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1...0,16	1,5	GV2ME01
0,06	★	★	-	-	-	-	-	-	0,16...0,25	2,4	GV2ME02
0,09	★	★	-	-	-	-	-	-	0,25...0,40	5	GV2ME03
0,12	★	★	-	-	-	0,37	★	★	0,40...0,63	8	GV2ME04
0,18	★	★	-	-	-	-	-	-			
0,25	★	★	-	-	-	0,55	★	★	0,63...1	13	GV2ME05
0,37	★	★	0,37	★	★	-	-	-	1...16	22,5	GV2ME06
0,55	★	★	0,55	★	★	0,75	★	★			
-	-	-	0,75	★	★	1,1	★	★			
0,75	★	★	1,1	★	★	1,5	3	75	1,6...2,5	33,5	GV2ME07
1,1	★	★	1,5	★	★	2,2	3	75	2,5...4	51	GV2ME08
1,5	★	★	2,2	★	★	3	3	75			
2,2	★	★	3	50	100	4	3	75	4...6,3	78	GV2ME10
3	★	★	4	10	100	5,5	3	75	6...10	138	GV2ME14
4	★	★	5,5	10	100	7,5	3	75			
5,5	15	50	7,5	6	75	9	3	75	9...14	170	GV2ME16
-	-	-	-	-	-	11	3	75			
7,5	15	50	9	6	75	15	3	75	13...18	223	GV2ME20
9	15	40	11	4	75	18,5	3	75	17...23	327	GV2ME21
11	15	40	15	4	75	-	-	-	20...25	327	GV2ME22 ⁽³⁾
15	10	50	18,5	4	75	22	3	75	24...32	416	GV2ME32

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 11/13

Contacteurs tripolaires

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 ($\theta \leq 60^\circ\text{C}$)

Courant assigné d'emploi en AC-3 440 V jusqu'à



Référence de base à compléter par le repère de la tension ⁽²⁾

Masse ⁽³⁾

220 V 380 V 415 V 440 V 500 V 660 V 1000 V
230 V 400 V 690 V

Fixation ⁽¹⁾

kW kW kW kW kW kW kW A kg

Raccordement par vis-étriers

2,2	4	4	4	5,5	5,5	–	9	1	1	LC1D09●●	0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	–	12	1	1	LC1D12●●	0,325
4	7,5	9	9	10	10	–	18	1	1	LC1D18●●	0,330
5,5	11	11	11	15	15	–	25	1	1	LC1D25●●	0,370
7,5	15	15	15	18,5	18,5	–	32	1	1	LC1D32●●	0,375
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	–	38	1	1	LC1D38●●	0,380

Raccordement puissance par connecteurs EverLink® à vis BTR ⁽⁴⁾ et contrôle par bornes à ressort

11	18,5	22	22	22	30	–	40	1	1	LC1D40A●●	0,850
15	22	25	30	30	33	–	50	1	1	LC1D50A●●	0,855
18,5	30	37	37	37	37	–	65	1	1	LC1D65A●●	0,860
22	37	37	37	37	37	–	66	1	1	LC1D80A●●	0,860

Raccordement par vis-étriers ou connecteurs

22	37	45	45	55	45	45	80	1	1	LC1D80●●	1,590
25	45	45	45	55	45	45	95	1	1	LC1D95●●	1,610
30	55	59	59	75	80	65	115	1	1	LC1D115●●	2,500
40	75	80	80	90	100	75	150	1	1	LC1D150●●	2,500

Courant alternatif

Volts 24 42 48 110 115 220 230 240 380 400 415 440 500

LC1D09...D150 (bobines D115 et D150 antiparasitées d'origine, par diode d'écrêtage bidirectionnel)

50/60 Hz B7 D7 E7 F7 FE7 M7 P7 U7 Q7 V7 N7 R7 S7

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 12/13

ÉVAPORATEUR LABORATOIRE PATISSERIE

TA ... L 8P - 750 tr/min

6,35 mm

		TA ... L 8P	1	-	3	4	5	6	7
Puissance R404A (1)	DT1 = 10 K - SC 1	kW	2,88	-	5,40	5,86	6,79	-	11,84
	DT1 = 8 K - SC 2	kW	1,93	-	3,66	3,96	4,55	-	8,00
Puissance CO ₂ (7)	DT1 = 8 K - SC 2	kW	2,12	-	3,88	4,32	4,92	-	8,17
Puissance W (8)	DT1 = 10 K (a)	kW	3,34	-	-	6,77	-	8,51	13,66
	DT1 = 8 K (b)	kW	2,20	-	-	4,50	-	7,27	9,06
Pression acoustique	Lp 4 m (2)	dB(A)	22	-	25	25	27	27	28
Surface		m ²	11,2	-	18,0	22,5	20,2	33,7	45,0
Volume circuits		dm ³	2,8	-	4,5	5,6	5,0	8,4	11,2
		Nb	1	-	2	2	3	3	4
Ventilateur Ø 350 mm 230 V/1/50-60 Hz	Débit air	m ³ /h	1010	-	2080	2020	3210	2890	4040
	Projection d'air (3)	m	2 x 5	-	2 x 5	2 x 5	2 x 6	2 x 5	2 x 5
	230 V/1/50 Hz	W max	1 x 90	-	2 x 90	2 x 90	3 x 90	3 x 90	4 x 90
		A max	1 x 0,4	-	2 x 0,4	2 x 0,4	3 x 0,4	3 x 0,4	4 x 0,4
Dégivrage électrique	230 V/1/50 Hz	W total	800	-	1200	1600	1800	3000	3200
		A total	3,5	-	5,2	7,0	7,8	13,0	14,0
E1K (4)	400 V/3/50 Hz	W total	-	-	-	-	-	3000	3200
		A total	-	-	-	-	-	6,5	6,9
Poids net		kg	21	-	30	32	35	44	58

		TA ... 8P	1	2	3	4	5	6	7
Dimensions	A	mm	872	1372	1372	1372	1872	1872	2372
	H	mm	17,5	17,5	17,5	17,5	35	35	35
	X	mm	560	1060	1060	1060	1560	1560	2060
Raccordements R404A	Entrée	Ø (5)	D 5/8"	D 5/8"	D 5/8"	D 5/8"	D 5/8"	D 5/8"	D 5/8"
	Sortie	Ø ODF (6)	5/8"	5/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1"1/8"	1"1/8"

(1) Conditions standard (Eurovent) :

SC1 / +10°C (temp. entrée air) / 0 °C (temp. évaporation) / DT1 = 10K

SC2 / 0°C (temp. entrée air) / -8°C (temp. évaporation) / DT1 = 8K

(2) Niveau de pression acoustique moyen en dB(A) calculé à 4 m, au niveau des hélices, en champ libre sur plan réfléchissant, donnée à titre indicatif.

(3) Vitesse d'air résiduelle : 0,25 m/s.

(4) Option dégivrage électrique.

(5) Distributeur : mâle à braser

(6) ODF : femelle pour recevoir le tube de même diamètre.

(7) Pression de service : 60 bars - Diamètres de raccordements à définir à la commande.

(8) Eau glycolée :

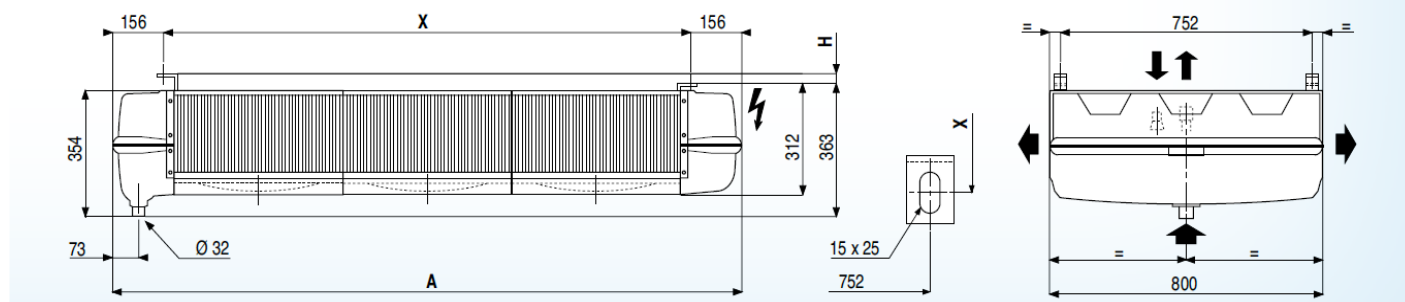
(a) EG Pourcent. glycol = 30% - Temp. entrée fluide = -2°C - Temp. sortie fluide = +2°C

Temp. sèche entrée = +10°C - Humidité relative = 85%

(b) EG Pourcent. glycol = 30% - Temp. entrée fluide = -8°C - Temp. sortie fluide = -4°C

Temp. sèche entrée = +2°C - Humidité relative = 85%

Autres conditions : nous consulter.



Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	2306-TFC ST 11 1	Session 2023	DTR
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coef : 3	Page 13/13