

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

Session : **2016**

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

Ce dossier comprend 7 pages numérotées de DT 1/7 à DT 7/7.

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l’Air	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 1/7

Le thème technique étudié est composé d'une pompe à chaleur (PAC) réversible de type air-eau. Cette installation permet le chauffage ou le rafraîchissement d'un atelier de fabrication.

L'atelier dispose d'une chambre froide négative (CFN) pour le stockage de produits surgelés.

La tension du réseau électrique : 400V triphasé + Neutre.

Descriptif général des installations

PAC : voir schémas fluidiques n°1 et 2 et schéma aéraulique n°3 (DRess p 2 à 4/18).

L'installation est construite sur la base d'une centrale frigorifique à 3 compresseurs Scroll. Un condenseur / évaporateur situé à l'extérieur permet l'échange des calories entre le circuit frigorifique et le milieu extérieur.

Un échangeur tubulaire (condenseur à eau) et un échangeur à plaques (évaporateur) permettent les transferts de calories entre le circuit frigorifique et les réseaux hydrauliques.

- Un réseau à eau glycolée pour le rafraîchissement.
 - Régime d'eau glycolée 7/12°C
 - Air entrée ventilo-convecteur été : 27°C
 - Efficacité batterie froide : $\epsilon = 74,3 \%$
- Un réseau à eau claire pour le chauffage.
 - Régime d'eau chaude 45/37°C
 - Air entrée ventilo-convecteur hiver : 10°C

Trois ventilo-convecteurs de type 4 tubes (une batterie chaude et une batterie froide) assurent la diffusion de l'air traité par un réseau de gaines rigides qui permet une bonne répartition de la température dans les locaux.

Une armoire électrique incorporée à la machine contient toutes les protections et organes de commande nécessaires au fonctionnement et à la sécurité du système. En façade de cette armoire, une interface homme machine de type « Magelis » permet la visualisation et le paramétrage des données.

CFN : voir schéma fluidique n°4 (DRess p 5/18).

Equipée d'un groupe frigorifique avec compresseur semi-hermétique au R404A et d'un évaporateur.

Un coffret électrique sécurisé protège et commande l'installation.

Un régulateur "Danfoss ID974" gère le fonctionnement de la chambre froide et le déroulement des dégivrages.

Un afficheur "Danfoss EM300" indique le taux d'hygrométrie dans la chambre froide.

Les eaux de condensat sont collectées dans un bac avec un serpentin du refoulement des gaz chauds pour les évaporer.

Baccalauréat Professionnel	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air			
E1 – Épreuve scientifique et technique	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 2/7
Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation			

Descriptif matériel de la pompe à chaleur (PAC)

Production.

Centrale Profroid CCR3H ZB38 ZC au R404A puissance frigorifique 30,30 Kw R404A.

- 3 compresseurs ZB38-KCE-SCROLL équipés chacun d'une résistance de carter type ceinture, d'un pressostat HP de sécurité prérégulé et d'un régulateur électronique de niveau d'huile « Traxoil »
- 1 réservoir liquide 24 litres avec soupape de sécurité 28 bars.
- 1 filtre déshydrateur démontable.
- 1 filtre d'aspiration démontable.
- 1 réservoir d'huile de 4 litres avec clapet de dégazage.
- 1 séparateur d'huile à flotteur monobloc.
- 1 bouteille anti-coup de liquide.
- 1 manomètre HP.
- 1 manomètre BP.

Condenseur / évaporateur extérieur LU-VE Contardo avec nappes de condensation et d'évaporation distinctes équipé de 4 moto-ventilateurs.

- Utilisation en fonction condenseur en mode de marche froid.
- Utilisation en fonction évaporateur en mode de marche chaud en association avec un détendeur électrique AKV Danfoss piloté par un régulateur EKC414A.

Condenseur multitubulaire CIAT FKN168 12A N 1C1

- Permet l'échange entre les gaz chauds de refoulement des compresseurs et le circuit hydraulique de chauffage.

Évaporateur / échangeur à plaques CIAT EXL 7A 30S SL.

- Permet l'échange avec le circuit hydraulique froid après détente du fluide frigorigène assuré par 3 détendeurs. Chaque détendeur est piloté par 1 vanne électromécanique.

Vannes électromécaniques de transfert des condenseurs.

- Vanne NO (passante hors alimentation) : permet le passage des gaz de refoulement vers le condenseur extérieur.
- Vanne NF (fermée hors alimentation) : permet le passage des gaz de refoulement vers le condenseur multitubulaire .

- Hydraulique.

Réseau chauffage.

- Pompe de circulation Salmson MB SXM 40-80 DN40.
- Vase d'expansion 18 litres avec soupape de sécurité à 3 bars.

Réseau froid.

- Pompe de circulation Salmson MB SXM 32-80 DN32.
- Vase d'expansion 18 litres avec soupape de sécurité à 3 bars.

Évacuation des condensats.

- Pompe de relevage SANICONDENS Clim mini SCM 1.

Baccalauréat Professionnel	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air			
E1 – Épreuve scientifique et technique	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 3/7
Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation			

- Diffusion.

- ventilateur-convecteur 1 CARRIER 42DWD16 4T avec kit vannes 3 voies et sa commande murale.

- ventilateur-convecteur 2 DAIKIN FWD12AF avec kit vannes 3 voies et sa commande murale.

- ventilateur-convecteur 3 CIAT UTA 370/66 STD 4T G avec kit vannes 3 voies et sa commande murale.

Dimensionnement réalisé en utilisant la vitesse maximale des ventilateurs (R1 pour CIAT, GV pour Carrier et Daikin).

Descriptif de la chambre froide négative (CFN)

Le dégivrage est contrôlé par le régulateur électronique ID974 alimenté en 12V.

Un afficheur "Danfoss EM300" indique le taux d'hygrométrie dans la chambre froide.

Une sonde placée dans la batterie détecte le seuil de fin de dégivrage et permet le redémarrage de la production de froid après un temps d'égouttage de l'évaporateur.

En fin de dégivrage, les ventilateurs de l'évaporateur ne doivent démarrer que lorsque la batterie a atteint une température négative (-5°C) ceci afin d'éviter toute projection d'eau dans la chambre froide.

Tous les paramètres de réglage concernant le dégivrage sont accessibles sur le régulateur ID974.

Les compresseurs sont protégés électriquement par un disjoncteur moteur type GV2 calibré en fonction de l'intensité absorbée.

Un pressostat combiné HP-BP de sécurité protège l'installation de tout dépassement de pression.

Un pressostat BP de régulation assure l'arrêt de l'installation.

Deux pressostats HP commandent la mise en route des ventilateurs du condenseur.

Le compresseur de la chambre froide négative est équipé d'un limiteur de surchauffe type "KRIWAN".

Sécurité des personnes :

- Toutes les parties mobiles de l'installation (ventilateurs) sont protégées par des grilles adaptées.

- Un bouton coup de poing d'arrêt d'urgence placé en façade du coffret électrique met immédiatement l'installation à l'arrêt.

- Une poignée rotative en façade du coffret électrique permet de couper l'alimentation générale instantanément.

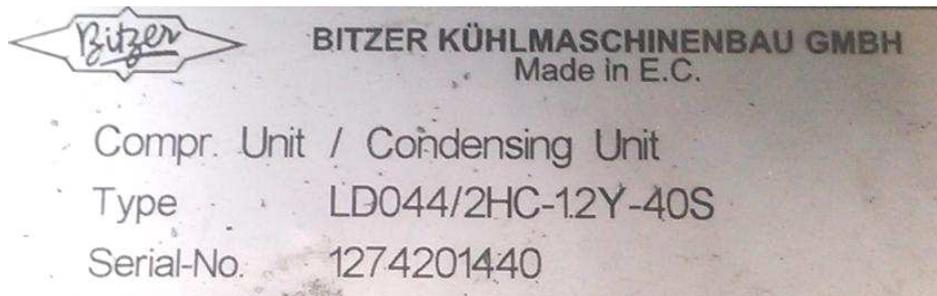
- Toute la commande des parties opératives est réalisée en très basse tension de sécurité (24VAC).

- Un disjoncteur différentiel 30Ma est placé en aval immédiat de l'alimentation de chaque coffret.

- La chambre froide négative est équipée d'une alarme « personnes enfermées » déclenchant un signal sonore et un voyant lumineux en façade de la chambre froide.

Baccalauréat Professionnel			
Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
E1 – Épreuve scientifique et technique	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 4/7
Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation			

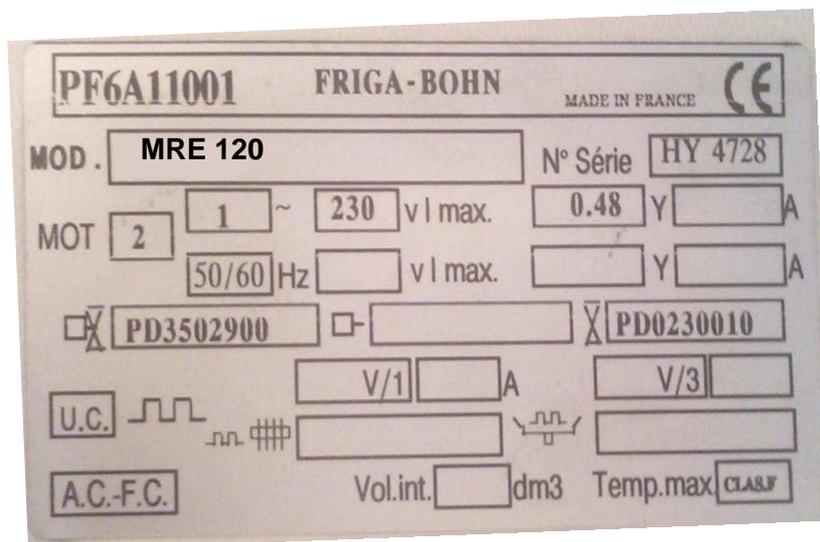
Plaque signalétique groupe Bitzer



Plaque signalétique compresseur Bitzer



Plaque signalétique évaporateur



Baccalauréat Professionnel	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air			
E1 – Épreuve scientifique et technique	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 5/7
Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation			

Relevé de fonctionnement

Type d'installation : Chambre froide	Fluide : R404A	Repérage : CFN
---	-----------------------	-----------------------

Paramètres (voir repérage schéma 4)	Repères	Valeurs en °C
Température ambiante local	T _a	20
ΔT air-fluide au condenseur	ΔT _c	15
Température air entrée évaporateur	T _{aee}	-18
ΔT air-fluide à l'évaporateur	ΔT _e	15
Température au point 1	T ₁	-15
Température au point 2	T ₂	55
Température au point 3	T ₃	30
Température au point 4	T ₄	23
Température au point 5	T ₅	-26
ΔT air au condenseur	ΔT _{ac}	6
ΔT air à l'évaporateur	ΔT _{ae}	7

$$\theta_o = \theta_{cf} - \Delta t_{\text{évap}} \qquad \theta_k = \theta_{\text{ext}} + \Delta t_{\text{cond}}$$

Sur le diagramme : θ_k et $\theta_o = \frac{\theta_{\text{bulle}} + \theta_{\text{rosée}}}{2}$

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 6/7

Relevé paramètres de l'air sur le ventilo-convecteur 3

	Été		Hiver	
	entrée	sortie	entrée	sortie
Température (°C)	27	NR*	10	27
Humidité relative (%)	50	NR*	80	NR*

* NR = Non renseigné

Débit d'air : 2143 kg/h

Efficacité batterie froide :

$$\varepsilon = \frac{h_{ae} - h_{as}}{h_{ae} - h_{ms}} = \frac{T_{ae} - T_{as}}{T_{ae} - T_{ms}}$$

"ae" : air entrée batterie

"as" : air sortie batterie

T_{ms} = Température moyenne de surface de la batterie

$$T_{ms} = (T_{ee} + T_{es}) / 2$$

"ee" : eau entrée batterie

"es" : eau sortie batterie

Évacuation des eaux de condensation du ventilo-convecteur :

Les mesures du technicien sur le site montrent que la hauteur équivalente pour l'évacuation des condensats vers la conduite des eaux usées est de 600 cm.

Débit : $q_{m \text{ condensats}} = q_{m \text{ air}} \times (r_{\text{entrée BF}} - r_{\text{sortie BF}})$

Baccalauréat Professionnel Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air	1606-TFC ST 11	Session 2016	DT
E1 – Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve U11 – Analyse scientifique et technique d'une installation	Durée : 4h	Coefficient : 3	Page 7/7