

Nom : Date :		TP N°8		
Bac Pro Technicien du Froid et du Conditionnement de l'Air				
<u>DOSSIER : découverte professionnelle</u>				
Thème : Sélection d'un évaporateur frigorifique				
TACHES : Cette séquence participe à développer les tâches professionnelles suivantes : • T1.1 : Prise en charge d'un dossier technique • T1.3 : Appréciation des coûts de réalisation et d'intervention d'une installation	PRE REQUIS : Les élèves sont déjà capables de : ➤ D'identifier les composants d'un circuit frigorifique			
Objectifs : À l'issue de la séquence, les élèves seront capables, de sélectionner un évaporateur et d'établir un bon de commande.				
COMPETENCES	On donne Conditions - Ressources	On demande Etre capable de		
C 1.1 : Collecter, identifier, lister, relever des données	CCTP PLAN du supermarché Document Guide	Analyser le CCTP Repérer dans le plan Compléter des documents		
C 1.3 : Concevoir, dimensionner, choisir une solution technologique	Document Guide Document constructeur	Suivre des méthodes Lire une documentation constructeur		
Critères de réussite : Avoir été capable :	NM	IM	M	PM
De sélectionner le modèle d'évaporateur adapté à la CF 2				
De compléter un bon de commande				
SAVOIRS ASSOCIES : • S 3.1 : Documents descriptifs et quantitatifs • S 5.2 : Dimensionnement, sélection et implantation • S 5.3 : Systèmes frigorifiques				

Contexte

Vous devez réaliser l'étude et la sélection de l'évaporateur frigorifique alimentant une chambre froide positive CF 2 d'une surface de vente « champion » située à Nîmes.
La production frigorifique est autonome. Le fluide frigorigène utilisé est le R 134A.

Vous disposez :

- Le plan de la surface de vente
- Un extrait du CCTP
- Des catalogues fournisseurs
- De documents guides

Vous devez :

1. Sélectionner le modèle d'évaporateur (page 8 à compléter) en vous aidant du document guide « sélection évaporateur»
2. Compléter un bon de commande (page 9 à compléter)

DOCUMENT GUIDE

Sélection évaporateur

Pour sélectionner un évaporateur chez un constructeur, il faut vérifier plusieurs points :

- Quel fluide frigorigène utilise t'on ?
- Quelle est la puissance frigorifique que cet échangeur doit absorber ?
- Quelles sont les températures nominales d'évaporation et du fluide à refroidir ?
- Que doit on refroidir ? De l'eau claire, de l'eau glycolée, du jus de fruit, de l'air ?
- Que doit on conserver dans la chambre ? Des fruits, du fromage, des produits emballés ?
- L'ambiance est elle agressive ?
- Quelles sont les dimensions de la chambre ?
- Il y a t'il des contraintes quant au bruit des ventilateurs ?
- Le personnel travaille t'il en permanence dans le local réfrigéré ?

Leur dimensionnement dépend de plusieurs facteurs en plus de ceux déjà évoqués :

1. Type de produit à refroidir ou à conserver
2. Ecartement des ailettes
3. Matériaux utilisés
4. Vitesse de passage de l'air et portance du jet
5. Type d'évaporateur et implantation
6. Pression disponible
7. Gêne acoustique

1. **Type de produit à refroidir** : écarts de températures recommandés ΔT_o ($\theta_{ea} - \theta_o$)

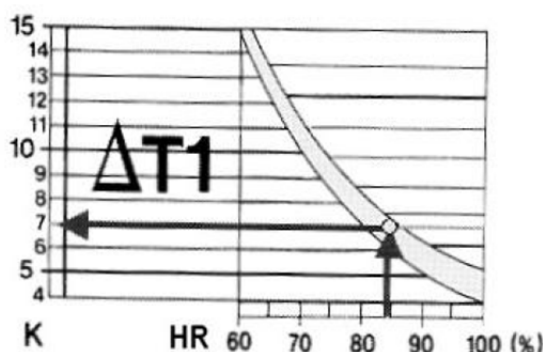
$\theta_{CHAMBRE}$	MODE DE CIRCULATION D'AIR	CATÉGORIE 1	CATÉGORIE 2	CATÉGORIE 3	CATÉGORIE 4
$\theta_{CH} > 0$	FORCÉ	3°C à 5°C	5°C à 7°C	7°C à 9°C	9°C à 12°C et +
	NATUREL	8°C à 10°C	10°C à 12°C	12°C à 15°C	15°C à 20°C
$\theta_{CH} \leq 0$	FORCÉ	Produits non emballés		Produits emballés	
		5°C à 6°C		7°C à 8°C	

CATÉGORIE 1 Très haute humidité relative : 95% $\geq$ Hr $\geq$ 90%	- certains fromages (dépend de la maturité), beurre non emballé - certains légumes (feuillus, asperges, céleri, poireau, ...) - certains fruits (kiwi, pomme, raisins, cerise, mûre...) - fruits et légumes dont le stockage est long (plusieurs mois) - poissons frais, coquillages, crustacés - champignons - certaines fleurs coupées (muguet, rose, tulipe, œillets) - certaines graines (de zones tropicales ou tempérées) - pâte à pain
CATÉGORIE 2 Haute Hr : 90% $\geq$ Hr $\geq$ 85%	- viande fraîche conditionnée ou en carcasse, gibier, abats - lapins - jambon frais - huîtres - la plupart des fruits et légumes (stockage court et moyen) - agrumes - œufs en caisse claire-voie - certains fromages (selon la maturité)

CATÉGORIE 3 Moyenne Hr : 85% ≥ Hr ≥ 80%	- denrées diverses pour la restauration - poissons sous glace - viande en quartier - volaille fraîche - œufs - oignons frais - certains fruits à peau épaisse (melons, coings) - certains fromages (selon la maturité) - certaines fleurs coupées (jonquille, orchidée, ...)
CATÉGORIE 4 Basse Hr : 80% ≥ Hr	- potiron, aliments séchés, fruits sec, oignon, ail... - graines pour longue conservation (café, maïs, houblon) - lait, crème et certains fromage (selon la maturité) - conserve, confiture, produits étanches à l'air - boissons en bouteille ou en fûts métalliques - tous les produits protégés par une enveloppe étanche à l'air - lainage

La relation entre l'hygrométrie et le ΔT_o peut également être étudiée avec le diagramme ci-dessous (source : « Luve Contardo »)

Exemple : pour maintenir 85% d'HR dans une chambre froide, il faut un ΔT_o (ou ΔT_1) de 7°C à l'évaporateur.



Remarque : plus le ΔT_o est grand, plus :
- Hr sera petit dans la chambre
- la couche de givre sera importante si le produit perd facilement son eau dans l'ambiance

Ecartement des ailettes (ou pas d'ailettes) : selon la nature des denrées, la température à maintenir dans le local et la fréquence des dégivrages

Application	Pas d'ailettes (mm)
Tunnel de refroidissement rapide	12 à 16
Tunnel de surgélation	
Installation avec dégivrage nocturne uniquement	
Chambre de stockage positive à fort apport d'humidité	8 à 10,5
Réfrigération et chambre négative de stockage à apport d'humidité important	6 à 8
Chambre négative à faible apport d'humidité et à faible ΔT_o (5°C à 6°C), refroidissement de bouteilles	3 à 6
Climatisation	2 à 5

Matériaux utilisés : selon l'agressivité de l'ambiance, matériaux les plus adaptés

Cas	Cas général	Ambiances agressives ou marines	Autres
Matériaux	Tube cuivre revêtu d'aluminium + ailettes alu	Tube et ailettes en acier inoxydable, ou tube lisse inox.	Voir documents constructeur
Remarques	Grand standard de fabrication	Selon le budget du client. Le plus souvent pour les industries agroalimentaires (fromagerie, viande/salaison)	

Vitesse de passe de l'air et portance du jet

- ♦ Vitesse : $> 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ au soufflage de l'évaporateur.
- ♦ Portance du jet : selon le volume de la chambre et place disponible, le jet d'air doit pouvoir atteindre toutes les zones de la chambre (ne pas laisser de zone morte), avec une vitesse d'air au niveau du mur opposé d'au moins $0.25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

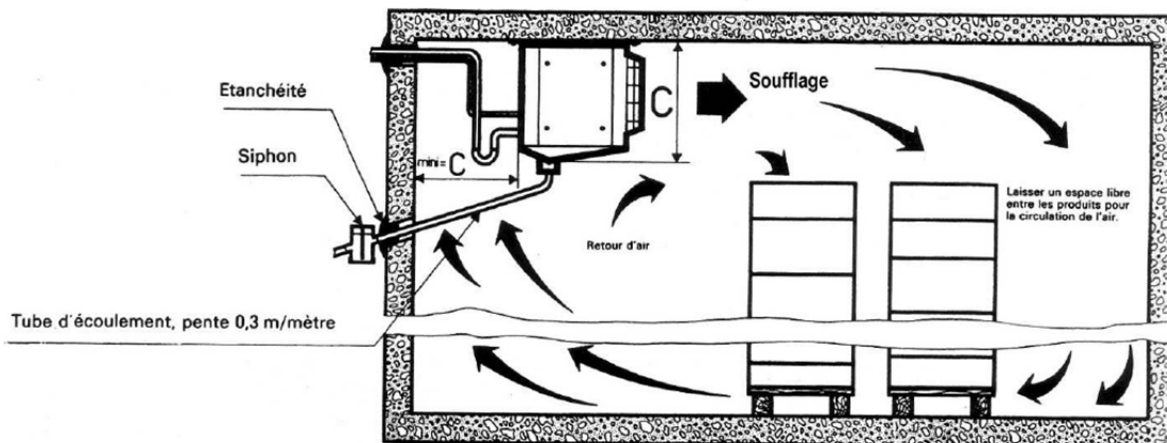
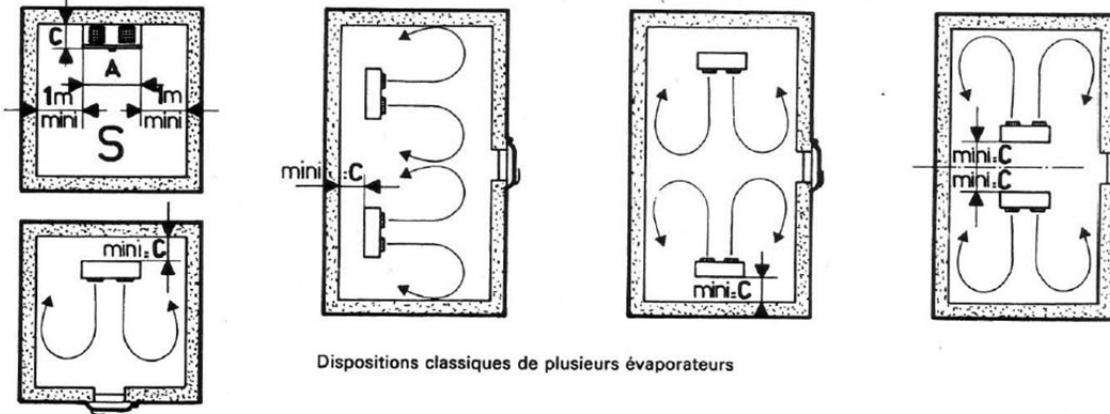
Type d'évaporateur et implantation

Types d'évaporateurs

- *Petit volume* : évaporateur plafonnier (simple ou double flux), mural
- *Moyen volume* : évaporateur plafonnier ou cubique
- *Grand volume* : évaporateur cubique ou à buse
- *Salles de travail, maintien température de quai de réception/expédition* : évaporateurs double flux

Implantation (cas de évaporateurs cubiques)

- ☑ Plusieurs dispositions sont possibles : voir schéma ;
- ☑ Eviter d'installer l'évaporateur au-dessus d'une porte : prise en glace plus rapide dû à l'humidité extérieure ;
- ☑ Faire en sorte que l'ensemble de la pièce soit irriguée par le flux d'air ;
- ☑ Ne pas souffler l'air directement sur les produits (gel et écart de θ dans la chambre), mais au-dessus.



Méthode de sélection en fonction du fabriquant

Coefficients de sélection

Conditions standard

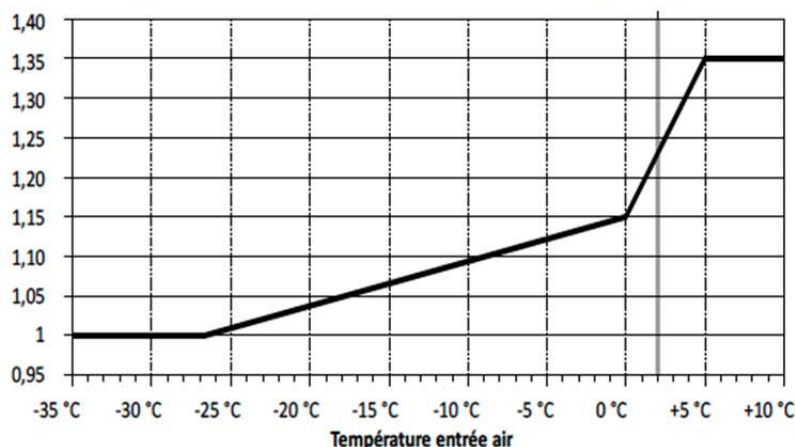
Conditions standard	tA1 Temp. entrée air	te Temp. évaporation	DT1 standard
SC 1	+10 °C	0 °C	10
SC 2	0 °C	- 8 °C	8
SC 3	-18 °C	-25 °C	7
SC 4	-25 °C	-31 °C	6
SC 5	-34 °C	-40 °C	6

Coefficient d'hygrométrie

Conditions standard	Humidité relative %	Puis. nominale / Puis. standard
SC 1	85	1,35
SC 2	85	1,15
SC 3	95	1,05
SC 4	95	1,01

Coefficient d'hygrométrie

+2 °C Exemple



Coefficient de correction de DT1

Pour des fluides à faible glide (inférieur à 1K), ou sans glide, il est admis que la puissance est directement proportionnelle à la différence entre la température d'entrée d'air et la température d'évaporation (DT1) c'est à dire : Puissance souhaitée = Puissance nominale x DT1 souhaité/DT1 standard.

Coefficient fluide frigorigène

Fluide frigorigène	R 404A/R 507	R 22	R 134a
SC 1	1	0,95	0,93
SC 2	1	0,95	0,91
SC 3	1	0,95	0,85
SC 4	1	0,95	-

Coefficient matériau de l'ailette

Ailette aluminium	Ailette aluminium protégé	Ailette cuivre
1	0,97	1,03

Exemple

Soit :

Puissance souhaitée

Q = 6000 W

Température entrée d'air

t_{A1} = +2 °C

Température d'évaporation

t_e = -8 °C

Fluide frigorigène

R 22

Batterie avec ailettes protégées

d'où : DT1 = tA1 - te = (+2) - (-8) = 10K

Pour sélectionner dans les conditions standard, il convient d'appliquer les coefficients de correction suivant :

- coefficient d'hygrométrie 1,15/1,23 = 0,935

- coefficient de correction de DT1 8/10 = 0,8

- coefficient fluide frigorigène 1/0,95 = 1,05

- coefficient matériau de l'ailette 1/0,97 = 1,03

Exprimée dans les conditions standard données, la puissance souhaitée de 6000 W devient :

6000 x 0,935 x 0,8 x 1,05 x 1,03 = 4854 W

On sélectionne donc un MUC 420 R.



DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR



EVAPORATEURS FRIGA BOHN

EVAPORATEURS CUBIQUES COMMERCIAUX



MUC (1,8 A 13,6 KW)

- ♦ Echangeur à très haute performance :
 - ailettes alu de type sinusoïdal
 - tubes cuivre à rainures internes
- ♦ Carrosserie en tôle acier prélaqué blanc
- ♦ Egouttoir à coins arrondis
- ♦ Ventilateur :
 - Ø 300 mm : classe B, 230V / 1 / 50-60Hz - 145 W - 0,85 A
 - Ø 400/450 mm : (option 230V / 1 / 50Hz) classe F, 230 - 400V / 3 / 50-60Hz - 360 W maxi - 1 A maxi
- ♦ Plage de fonctionnement : Temp. inter. +10°C à +2°C / -5°C avec Kit résistance



Code	Modèle	Puiss. frigo. W ¹⁾ R404A dt 8	Ventilo. m³/h - nb - Ø	Résist. kW ²⁾	Proj.air m	Dimension mm long - prof - haut	Poids Kg	Tarif H.T. €
Pas ailette : 4,23 mm								
0702403	MUC145R	1440	1246 - 1 - 300	Option	12	575-456-400	17	1 106.00
0702408	MUC200R	2310	1239 - 1 - 300	Option	12	575-456-400	19	1 272.00
0702413	MUC285R	3480	2336 - 2 - 300	Option	12	981-456-400	23	1 640.00
0702418	MUC320R	3890	2076 - 2 - 300	Option	12	981-456-400	28	1 816.00
0702423	MUC420R	4940	2562 - 2 - 300	Option	12	1235-456-400	33	2 184.00
0702428	MUC520R	5890	3252 - 3 - 300	Option	12	1355-456-400	44	2 698.00
0702433	MUC620R	7170	3696 - 3 - 300	Option	12	1655-456-400	45	3 079.00
070243330	MUC640R	8230	3264 - 3 - 300	Option	12	1998-456-400	58	3 293.00
070243360	MUC660R	9650	3486 - 3 - 300	Option	12	2348-456-400	70	3 738.00
070243390	MUC670R	10890	4168 - 4 - 300	Option	12	2348-456-400	72	4 235.00
070243810	MUC781R	12010	7895 - 2 - 450	Option	30	1657-550-590	73	4 171.00
Pas ailette : 6,35 mm								
070244400	MUC140L	1700	1217 - 1 - 300	Option	12	575-456-400	17	1 242.00
070244450	MUC195L	2070	1239 - 1 - 300	Option	12	575-456-400	19	1 429.00
070244500	MUC280L	3170	2267 - 2 - 300	Option	12	981-456-400	23	1 830.00
070244550	MUC315L	3460	2075 - 2 - 300	Option	12	981-456-400	28	2 038.00
070244600	MUC415L	4520	2561 - 2 - 300	Option	12	1235-456-400	33	2 453.00
070244650	MUC515L	5490	3250 - 3 - 300	Option	12	1355-456-400	44	3 024.00
070244700	MUC615L	6420	3694 - 3 - 300	Option	12	1655-456-400	45	3 456.00
070244710	MUC635L	6890	3435 - 3 - 300	Option	12	1998-456-400	58	3 538.00
070244720	MUC655L	7410	3624 - 3 - 300	Option	12	2348-456-400	70	3 786.00
070244730	MUC665L	9000	4436 - 4 - 300	Option	12	2348-456-400	72	4 480.00
070244750	MUC775L	10610	7093 - 2 - 400	Option	28	1657-550-495	65	4 126.00
070244755	MUC776L	10610	7893 - 2 - 450	Option	30	1657-560-590	73	4 604.00
2) Kit résistance électrique en option								
070245200	Kit KT5C0756C	Kit de 3 résistances pour MUC 145R / 140L - 0,42 Kw						327.00
070245220	Kit KT5C0757C	Kit de 3 résistances pour MUC 200R / 195L - 0,63 Kw						337.00
070245240	Kit KT5C0758C	Kit de 3 résistances pour MUC 285R / 280L - 0,78 Kw						371.00
070245260	Kit KT5C0759C	Kit de 3 résistances pour MUC 320R / 320R/315L - 0,96 Kw						398.00
070245280	Kit KT5C0760C	Kit de 3 résistances pour MUC 420R / 415L - 1,32 Kw						418.00
070245300	Kit KT5C0761C	Kit de 3 résistances pour MUC 520R / 515L - 1,56 Kw						418.00
070245320	Kit KT5C0762C	Kit de 3 résistances pour MUC 620R / 615L - 1,86 Kw						486.00
070245325	Kit KT5C25400	Kit de 3 résistances pour MUC 640R / 635 L - 2,55 Kw						548.00
070245330	Kit KT5C25500	Kit de 3 résistances pour MUC 660R / 670R / 655L / 665L - 3,15 Kw						612.00
070245340	Kit KT5C0763C	Kit de 3 résistances pour MUC 780R / 775L - 2,34 Kw (1 ou 2 kit pour MUC 781R/776L)						486.00
070245360	Kit KT5C0764C	Kit de 3 résistances pour MUC 960R / 955L - 1,74 Kw *						486.00

1) Puiss. frigo. : dt 8 pour temp. d'évaporation de -8°C au R404A

* Possibilité de mettre un 2^{ème} Kit de résistances soit = 3480 W

Employer un détendeur à égalisation externe

Sélection de l'évaporateur pour la chambre froide CF 2

METHODE CONSTRUCTEUR « FRIGA-BOHN»

Puissance évaporateur aux conditions de fonctionnement :

Coefficient d'hygrométrie:

Coefficient correction de DT1:

Coefficient de fluide frigorigène :

Coefficient de matériau d'ailettes:

Puissance évaporateur aux conditions constructeurs :

.....
.....
.....

Modèle du condenseur de marque FRIGA-BOHN en justifiant votre choix :

.....
.....
.....
.....

Sté FROID 30

D E V I S

N° de
commande :

Date de
commande :

Réf. Client :

Quantité	Article	Description	Remise %	H.T.	Prix unitaire	Total
----------	---------	-------------	----------	------	---------------	-------

TOTAL HT

T.V.A

Montant TTC