

# TABLE DES MATIERES

## CHAPITRE I : DEFINITION, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET TYPES DE CLIMATISATION..... 3

I.	NOTIONS GENERALES SUR LA CLIMATISATION .....	3
I.1	<i>Définitions</i> .....	3
I.1.1.	Base thermodynamique nécessaire en climatisation.....	3
I.1.2.	Propriétés de l'air.....	8
I.1.3.	Formule pour le calcul de la puissance .....	9
I.2	<i>Les différents types de climatiseurs et leur principe de fonctionnement</i> .....	10
I.2.1.	Systèmes à un seul conduit et à débit d'air constant .....	11
I.2.2.	Systèmes compacts (équipements monoblocs) .....	11
I.2.2.1.	Climatiseurs individuels .....	11
a)	Climatiseur type fenêtre (Windows) .....	11
b)	Les climatiseurs à éléments séparés (split system) .....	12
I.2.2.2.	Les climatisations centralisées.....	12
a)	La détente directe .....	12
a.1	Roof top.....	12
Avantages.....		14
Inconvénients.....		14
a.2	Système a volume de réfrigérant variable .....	15
b)	Unité avec caloporteur ou le refroidisseur de liquide .....	19
c)	Schéma de base.....	19

## CHAPITRE II. BILAN THERMIQUE ET LA CLIMATISATION CENTRALISEE EN EAU GLACEE..... 23

I.	METHODES CALCULS DES APPORTS THERMIQUES .....	23
I.1	<i>Bases des calculs</i> .....	23
ECART DE TEMPERATURE MAXIMALE .....		23
I.2	<i>Formule pour calcul des apports</i> .....	25
a)	Apports externes .....	26
b)	Apports internes.....	26
-	Apports dus aux personnes (Q4).....	26
I.3	<i>Calcul des apports (application numérique)</i> .....	27
I.3.1.	Chambre NE.....	27
a)	Calcul des apports internes .....	27
b)	Calcul des apports externes.....	27
b.1.	Base de calcul pour la puissance du ventilo- convecteur .....	27
I.3.2.	Chambre SO.....	28
a)	Calcul des apports internes .....	28
b)	Calcul des apports externes.....	28
I.3.3.	Chambre SE .....	29
a)	Calcul des apports internes .....	29
b)	Calcul des apports externes.....	29
I.3.4.	Chambre NO.....	29
a)	Calcul des apports internes .....	30
b)	Calcul des apports externes.....	30
I.3.5.	Chambres sous terrasse .....	30
I.4	<i>Calcul des débits d'eau et section des canalisations</i> .....	32
I.5	<i>Nature</i> .....	36
a)	Calorifugeage de canalisation.....	37
b)	Caractéristiques Techniques du STYROCLIM : .....	38
I.6	<i>Les accessoires du réseau hydraulique</i> .....	39
a)	Vanne : .....	39

b)	Manchon de dilatation .....	39
c)	Filtre .....	41
d)	Contrôleur de débit .....	42
e)	Vase d'expansion .....	42
f)	Ballon tampon .....	42
g)	Purgeur d'air .....	42
h)	Manomètre et thermomètre.....	43
i)	Vanne d'équilibrage de débit .....	44
j)	Pompe de circulation.....	45
k)	Production ou groupe d'eau glacée.....	50
l)	Compresseur .....	52
m)	Evaporateur .....	52
n)	Condenseur .....	53
o)	Electro vanne 4 voies.....	53
p)	Filtre déshydrateur .....	53
q)	Terminal .....	53
r)	Régulation .....	54
	Régulation de la production :.....	54
<b>CHAPITRE III : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE .....</b>		<b>55</b>
I.	GENERALITES : .....	55
I.1	<i>But</i> : .....	55
I.2	<i>Réseau aéraulique</i> .....	61
a)	Calcul de dimensions .....	62
b)	Tableau récapitulatif.....	63
I.3	<i>Accessoires de réseau aéraulique</i> .....	65
a)	Volet d'équilibrage .....	65
b)	Manchon anti vibratile .....	66
c)	Filtre .....	66
d)	Pressostat différentiel .....	67
e)	Caisson de ventilation .....	67
f)	Terminal .....	69
g)	Régulation et commande .....	70
<b>CHAPITRE IV : CONCEPTION DE CUISINE DE RESTAURATION .....</b>		<b>71</b>
I.	BUT.....	72
I.1	<i>Repas sain et hygiénique</i> .....	72
I.1.1.	Réception .....	73
I.1.2.	Stockage .....	74
a)	Stockage des produits secs.....	74
b)	Stockage réfrigéré .....	74
b.1.	Stockage à température positive.....	74
b.2.	Stockage à température négative .....	75
I.1.3.	Préparation.....	76
a)	Préparation légumes .....	76
b)	Préparation poisson .....	77
c)	Préparation viande .....	78
d)	Préparation froide .....	79
I.1.4.	Zone de cuisson.....	79
a)	Matériels .....	80
a.1	Les équipements principaux.....	81
a.2	Les matériels secondaires.....	84
a.3	Hotte d'extraction de cuisine .....	84

<b>CHAPITRE V : PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ETUDES ECONOMIQUE.....</b>	<b>87</b>
I. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	87
I.1 Définitions :.....	87
a) Environnement :.....	87
b) Impact :.....	87
c) Pollution atmosphérique :.....	87
I.2 Étude impact environnementaux.....	88
a) Pollution de l'air : .....	88
b) Pollutions sonores : .....	88
c) Rejets solides :.....	88
d) Rejets liquides :.....	88
e) Les impacts positifs :.....	88
I.3 Mesures prises : .....	89
II. ETUDE ECONOMIQUE .....	91
a) Détermination du cout d'installation .....	113
a.1 Prix de revient des matériels .....	113
a.2 Prix de revient du montage .....	114
a.3 Durée de montage.....	115

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : DIAGRAMME ENTHALPIQUE.....	4
FIGURE 2 : CYCLE FRIGORIFIQUE.....	6
FIGURE 3 : SCHEMA SIGNIFICATIF DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE.....	6
FIGURE 4 : CYCLE FRIGORIFIQUE SIMPLE ETAGE.....	7
FIGURE 5 : DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE.....	8
FIGURE 6 : TRANSFORMATION UTILISEE EN CLIMATISATION.....	9
FIGURE 7 : TYPE DE TRANSFORMATION PAR REFROIDISSEMENT D’AIR NEUF.....	10
FIGURE 8 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D’UN CLIMATISEUR TYPE FENETRE.....	11
FIGURE 9: MONTAGE D’UN SPLIT- SYSTEM.....	12
FIGURE 10 : FONCTIONNEMENT HIVER (ROOF-TOP).....	15
FIGURE 11 : SYSTEME DE CLIMATISATION A VOLUME DE REFRIGERANT VARIABLE.....	18
FIGURE 12 : PAC SUR BOUCLE D’EAU.....	22
FIGURE 13 : ABAQUE POUR DETERMINATION D’UNE CANALISATION.....	35
FIGURE 14 : COURBE DE FONCTIONNEMENT D’UNE POMPE.....	45
FIGURE 15: CHOIX DE LA POMPE.....	49
FIGURE 16: SCHEMA DE PRINCIPE DU MODULE HYDRAULIQUE.....	50
FIGURE 17: SCHEMA DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE D’UN GROUPE D’EAU GLACEE.....	51
FIGURE 18: SCHEMA D’UN ECHANGEUR A EAU.....	52
FIGURE 19 : VMC SIMPLE FLUX.....	59
FIGURE 20 : VMC DOUBLE FLUX.....	60
FIGURE 21: COURBE DE PERTE DES CHARGES DE LA GAINÉ.....	64
FIGURE 22: COURBE DE FONCTIONNEMENT D’UN VENTILATEUR.....	69
FIGURE 23: SCHEMA PRINCIPE DE MARCHE AVANT D’UNE CUISINE.....	72

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: RAYONNEMENTS SOLAIRES (PAROIS OPAQUES ET VITRES) .....	24
TABLEAU 2: CATALOGUE DES PAROIS .....	25
TABLEAU 3 : TOTAL PUISSANCE FRIGORIFIQUE PAR CHAMBRE (SOUS TERRASSE) .....	31
TABLEAU 4:TABLEAU RECAPITULATIF POUR LE BILAN DES PUISSANCES FRIGORIFIQUES .....	31
TABLEAU 5: DETERMINATION DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES SO .....	33
TABLEAU 6 : DETERMINATION DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES SE(1) .....	33
TABLEAU 7: DETERMINATION DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES NO(1) .....	33
TABLEAU 8: DETERMINATION DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES SE(2) .....	34
TABLEAU 9 : DETERMINATION DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES NE .....	34
TABLEAU 10: DETERMINATIONS DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES NO(2) .....	34
TABLEAU 11: CARACTERISTIQUE TECHNIQUE DU STYROCLIM .....	38
TABLEAU 12: EQUIVALENCE DES PERTES DE CHARGE DES ACCESSOIRES EN LONGUEURS DROITES DE TUYAUTERIES .....	48
TABLEAU 13 : VITESSES MAXIMALES RECOMMANDEES DANS LES RESEAUX BASSE PRESSION [M/S] .....	62
TABLEAU 14: DETERMINATIONS DES DEBITS ET SECTIONS POUR LES CHAMBRES SO [VMC] .....	63
TABLEAU 15:EXEMPLE DES POLLUANTS ET LA TAILLE DES PARTICULES .....	66
TABLEAU 16: RESUME DES PERTES DE CHARGE DU RESEAU .....	68

## LISTES DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS

- C** : Chaleur spécifique de l'eau [Kcal /Kg x °c]
- D** : Diamètre intérieur de la canalisation [m]
- DAC** : Débit d'Air Constant
- DAV** : Débit d'Air Variable
- DN** : Diamètre nominal de la canalisation [mm]
- ERP** : Etablissement Recevant Public
- f** : Facteur solaire
- g** : Accélération de la pesanteur [m/s<sup>2</sup>]
- J** : Perte de charge en fonction de la nature de la canalisation [m de charge de fluide par m de tuyau]
- k** : Encadrement métallique
- K** : Coefficient de transmission thermique
- MAP** : Madagascar Action Plan
- MECIE** : Mise en Comptabilité des Investissement avec l'Environnement
- NF** : Norme Française
- P** : Puissance frigorifique [KW]
- PIR** : Produit Intérieur Brut
- PREE** : Programme d'Engagement Environnemental
- Q̇** : Débit de l'eau [m<sup>3</sup> / h]
- Q** : Charge thermique [W]
- Q1** : Apport par rayonnement solaire sur les vitrages [W]
- Q2** : Apport par transmission dus aux parois [W]
- Q3** : Apport dus par l'air neuf [W]
- Q4** : Apport dus aux personnes [W]
- Q5** : Apport dus par l'éclairage [W]

## Liste des symboles et abréviations

**Q<sub>6</sub>** : Apport dus aux machines et appareils [W]

**qv** : Débit d'air neuf [ $m^3/h$ ]

**RSD** : Règlement Sanitaire Départemental

**RSCI** : Règlement de Sécurité Contre l'Incendie

**S** : Section de la canalisation [ $m^2$ ]

**t** : Temps d'écoulement d'eau [s]

**V** : Vitesse de l'eau [m/s]

**VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée

**VNA** : Ventilation Naturel Auto

**VNH** : Ventilation Naturel Hygrorégradable

**VNR** : Ventilation Naturel Réhabilitée

**VRV** : Volume de Réfrigérant Variable

**q<sub>p</sub>** : Flux solaire

**Δθ<sub>ev</sub>** : Écart virtuel de température des parois [°C]

**Δθ** : température entre l'entrée et sortie de l'eau [°C]

**λ** : Coefficient de pertes de charge

## INTRODUCTION

Le Gouvernement de Madagascar s'est engagé dans la mise en œuvre du Madagascar Action Plan (MAP) visant à promouvoir l'environnement des affaires à Madagascar et à favoriser les investissements directs. L'objectif est de créer un environnement stable et un climat d'investissement favorable aux investissements directs, nationaux et étrangers.

Le secteur du tourisme a ainsi été identifié comme un des secteurs prioritaires porteurs de croissance, conformément à ce qui a été formulé dans la politique générale de l'Etat définie par la vision « Madagascar Naturel ». Ce secteur est déjà une des premières sources de devises et d'emplois. Il contribue actuellement à environ 2% de PIB national et dispose d'un potentiel considérable de développement.

Conscient de ses potentialités touristiques, l'Etat Malagasy est, plus que jamais, décidé de s'engager dans la gestion rationnelle de ses ressources naturelles afin de concilier « exploitation durable » et « conservation ». Le tourisme est également un moteur important de réduction de la pauvreté, notamment dans les zones rurales qui concentrent une partie importante des ressources naturelles et du patrimoine culturel du pays. En 2007, près de 344.000 arrivées de visiteurs ont été enregistrées, contre 52.923 en 1990, d'après les chiffres établis par le Ministère du Tourisme. Le taux de croissance a été soutenu sur les 15 dernières années atteignant une augmentation moyenne de 19%. Les perspectives à long terme sont bonnes si le secteur du tourisme est géré de façon effective : Madagascar vise à accueillir 500.000 touristes à l'horizon 2012 selon l'engagement n°6-défi 8 du Madagascar Action Plan (MAP).

Au vu des deux événements majeurs à savoir le sommet des Chefs d'Etats de l'Union Africaine en 2009 et la Coupe du Monde du football en Afrique du sud en 2010, Madagascar est dans l'obligation de mettre à norme et d'étoffer ses infrastructures d'hébergement. C'est dans cette lancée que s'inscrit ce projet « **conception et réalisation d'équipements techniques d'un hôtel de classe 4 étoiles avec 174 chambres** ».

Les normes en matière de « froid » dans les domaines hôteliers, en général, et dans la classe 4 étoiles en particulier étant très pointues et exigeantes, nous avons mené une étude très approfondie sur le plan technique.

## Introduction

Afin de mener à bien cette étude, nous allons traiter cinq chapitres : primo, nous allons cerner par la définition, principe de fonctionnement et types de climatisation. Secundo, nous allons procéder au bilan thermique et la climatisation centralisée en eau glacée, Tertio, nous allons parler de ventilation mécanique contrôlée, le quatrième chapitre traitera la conception d'une cuisine professionnelle, et finalement, nous clôturons cette étude par l'étude d'impacts environnementaux et l'étude économique.

## CHAPITRE I : DEFINITION, PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET TYPES DE CLIMATISATION

### I. NOTIONS GENERALES SUR LA CLIMATISATION

#### I.1 Définitions

Un système de climatisation est l'ensemble des appareils dont les fonctions essentielles sont :

- de préparer l'air à distribuer dans les locaux à des caractéristiques aérauliques et acoustiques bien déterminées.

Les caractéristiques de l'air à contrôler sont :

- la température (sèche ou humide)
- l'humidité (absolue ou relative)
- la pureté
- la vitesse de soufflage
- le niveau sonore au niveau de la bouche de soufflage

- de distribuer l'air traité dans les locaux à climatiser par l'intermédiaire de conduite et d'appareils terminaux.

De ce fait, pour déterminer et choisir ces appareils, on est d'abord amené à calculer un certain nombre de caractéristiques fondamentaux qui nous permettront :

- De suivre les évolutions de l'air sur le diagramme de l'air humide au cours du traitement qu'il subira en centrale et dans les équipements terminaux.
- De connaître la puissance et le débit des appareils à installer.

Pour mener à bien cette étude, une notion de thermodynamique de base est nécessaire.

#### I.1.1. Base thermodynamique nécessaire en climatisation

##### ***Premier principe de la thermodynamique***

- Nous ne pouvons pas produire ni détruire l'énergie
- Nous pouvons seulement changer sa forme
- Pour un cycle le travail des forces extérieures et la chaleur fournie ou cédée au milieu extérieure, sont dans un rapport constant

$$W + JQ = 0(1)$$

Par extension, quelle que soit la transformation qui amène le système de l'état initial  $(x_1, y_1)$  à l'état final  $(x_2, y_2)$ , la quantité  $W+JQ$  est invariable.

$$W+ JQ = U_2 - U_1$$

La fonction U des variables indépendantes (P et T) est appelée énergie interne du système

**U= Energie cinétique + Energie potentielle**

Pour une transformation à pression constante  $= -p (V_2 - V_1)$

$$U_2 - U_1 = JQ + W \leftrightarrow U_2 - U_1 = JQ - p (V_2 - V_1) \leftrightarrow JQ = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1)$$

En posant  $U + pV = h$ , le **premier principe** s'écrit : **JQ = h<sub>2</sub> - h<sub>1</sub>**

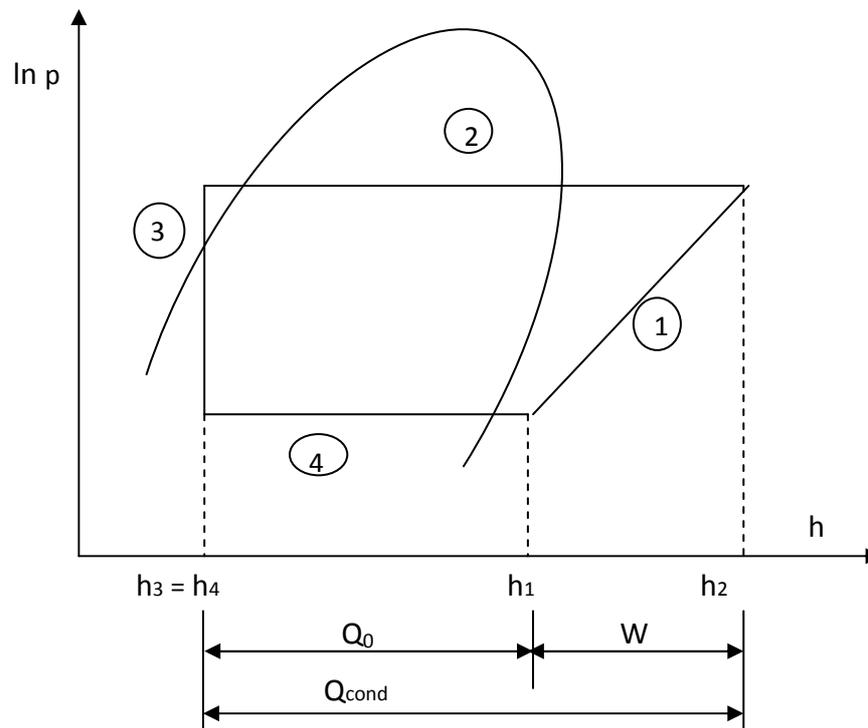
La quantité  $U + pV = h$  est appelée **enthalpie** ou chaleur total

**Conséquence de la première loi :**

- Si le système reçoit de la chaleur du milieu extérieur, il doit fournir à celui-ci du travail qui est équivalent à la chaleur : cette installation est appelée installation thermique motrice.

- Si le système reçoit du travail du milieu extérieur, il doit fournir à celui-ci de la chaleur qui est équivalent au travail : cette installation est appelée installation frigorifique.

D'après le diagramme ci-dessous, on a la relation  **$Q_{cond} = Q_0 + W$**



**Figure 1 : diagramme enthalpique**

Transformations thermodynamiques :

- 1- Compression
- 2- Condensation
- 3- détente
- 4- vaporisation

### **Second principe de la thermodynamique**

La première loi de la thermodynamique ne montre pas les sources de chaleur. Et il faut deux sources de chaleur : la source chaude fournit une quantité de chaleur  $Q_1$  et la source froide reçoit une quantité de chaleur  $q_2$ . Le premier principe devient alors :

$$W+J (Q_1-q_2)=0.$$

$$\text{En posant comme rendement } R= (Q_1-q_2)/ Q_1$$

Le principe de Carnot s'énonce : le rapport de la quantité de chaleur échangée par un système avec la source chaude à la quantité de chaleur échangée avec la source froide est constante :  $Q_1/q_2=Q'_1/q'_2=T_1/ T_2$

Pour un cycle réversible  $Q_1/T_1=Q_2 /T_2=0$  avec  $Q_2=-q_2$  quantité de chaleur rendue par le système à la source froide.

En fonction des états initial et final  $\int dQ/T = S_2-S_1$  ;  $S_2-S_1$  est appelée fonction entropie

Sous forme différentielle, le **second principe** s'écrit :  $dQ/T=dS(2)$

### **SCHEMA GENERAL D'UNE INSTALLATION FRIGORIFIQUE A COMPRESSION**

Le circuit schéma général d'une installation frigorifique est constitué :

- d'un compresseur
- d'un condenseur
- d'un organe de détente ou détenteur
- d'un évaporateur

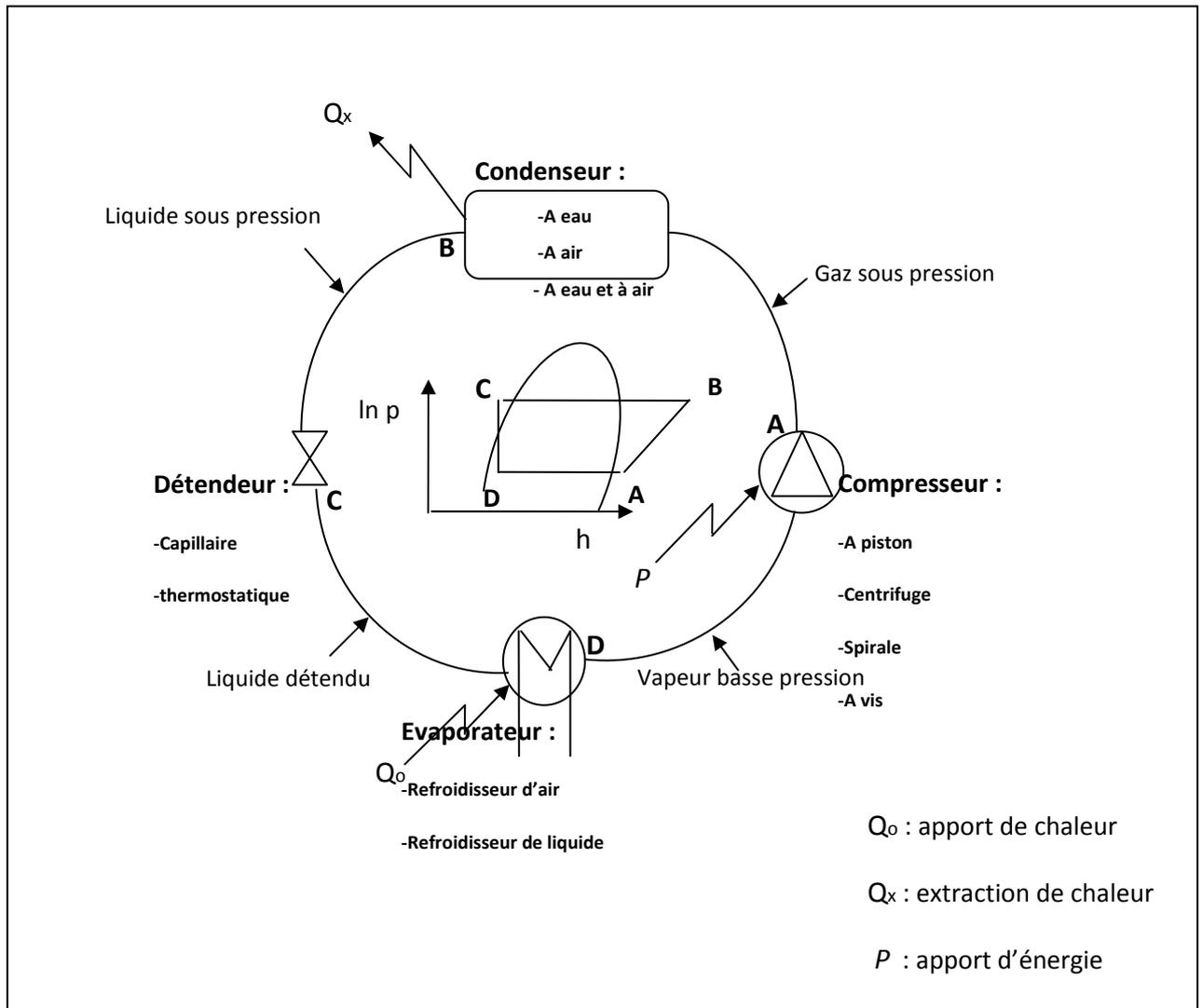


Figure 2 : cycle frigorifique

Schéma significatif du circuit frigorifique précédent :

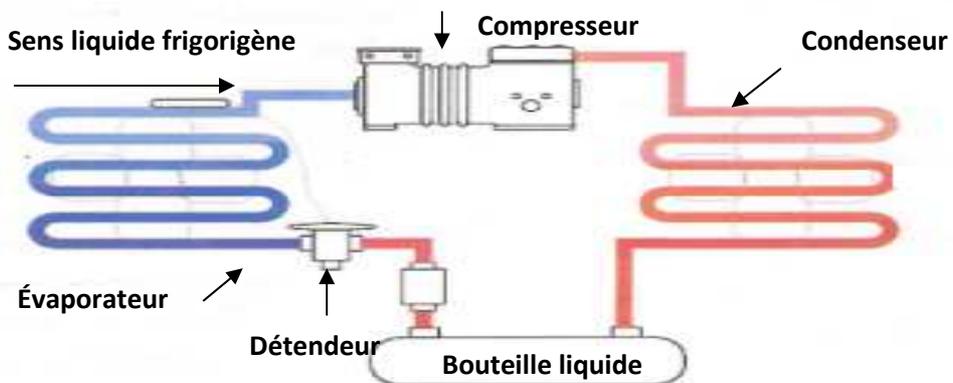


Figure 3 : Schéma significatif du circuit frigorifique

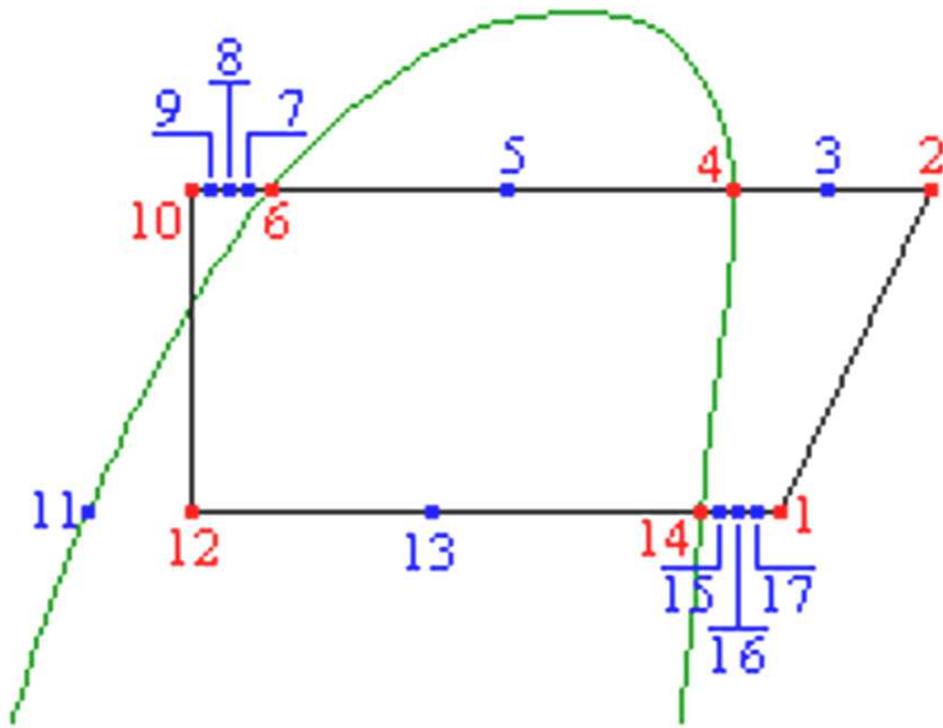
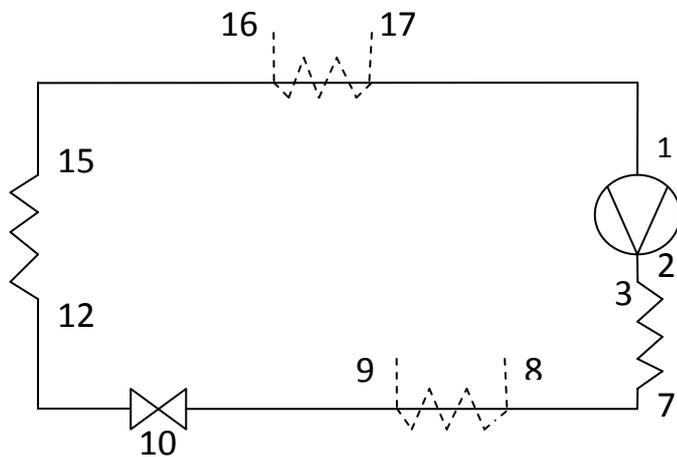


Figure 4 : Cycle frigorifique simple étage



1-2 : compression polytropique

10-12 : détente isenthalpe

2-4 : désurchauffe

12-14 : vaporisation isobare

4-6 : condensation isobare

14-1 : surchauffe

6-10 : sous refroidissement

### I.1.2. Propriétés de l'air

La notion des propriétés de l'air et de la vapeur d'eau qu'il contient est indispensable pour la suite de notre étude.

L'air est constitué par un mélange d'oxygène, d'azote et de quelques autres gaz.

A cet air s'ajoute quelques gouttes d'eau par kg qui forme l'air atmosphérique. Les quantités de vapeur d'eau contenues dans l'air atmosphérique sont faibles et qu'on les exprime en [g/kg].

L'**humidité relative** a une influence importante sur l'évolution de l'état de l'air au cours de son traitement.

La connaissance de ces propriétés permettra une meilleure conception technique et économique de l'installation.

L'étude et maîtrise de propriété de l'air se font sur un diagramme psychrométrique.

- 1 DB Temperature = 24°C
- 2 WB Temperature = 17°C
- 3 RH = 50%
- 4 Moisture Content = 0.0093kg/kg

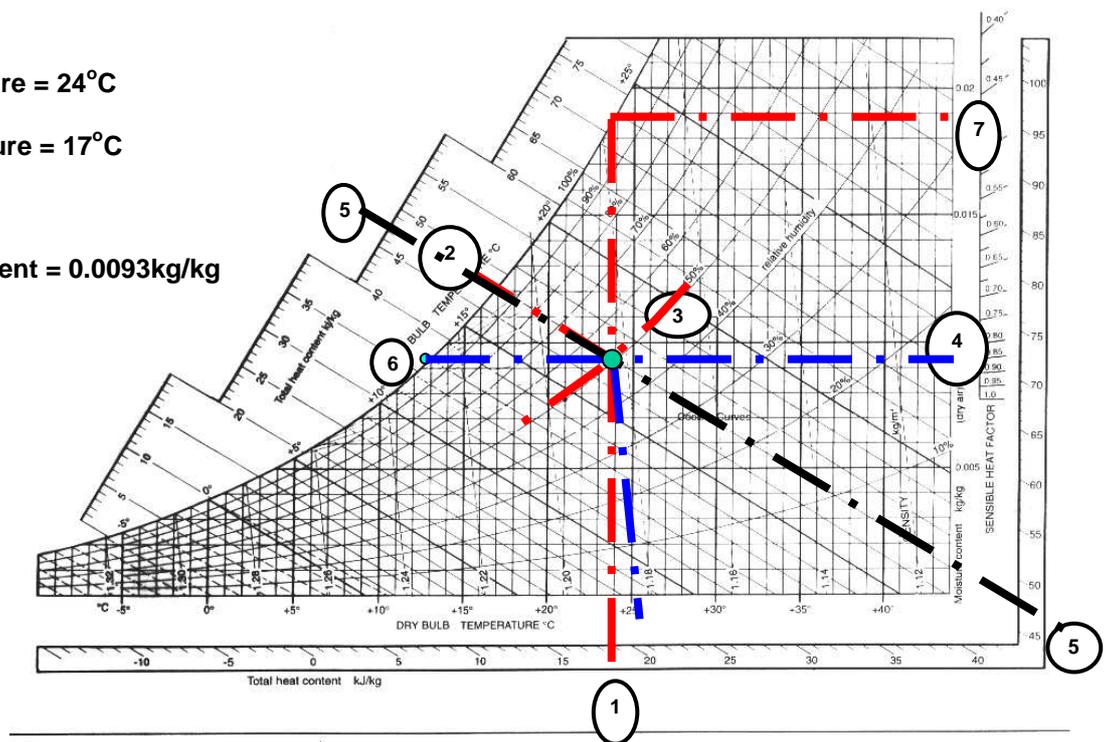


Figure 5 : Diagramme psychrométrique

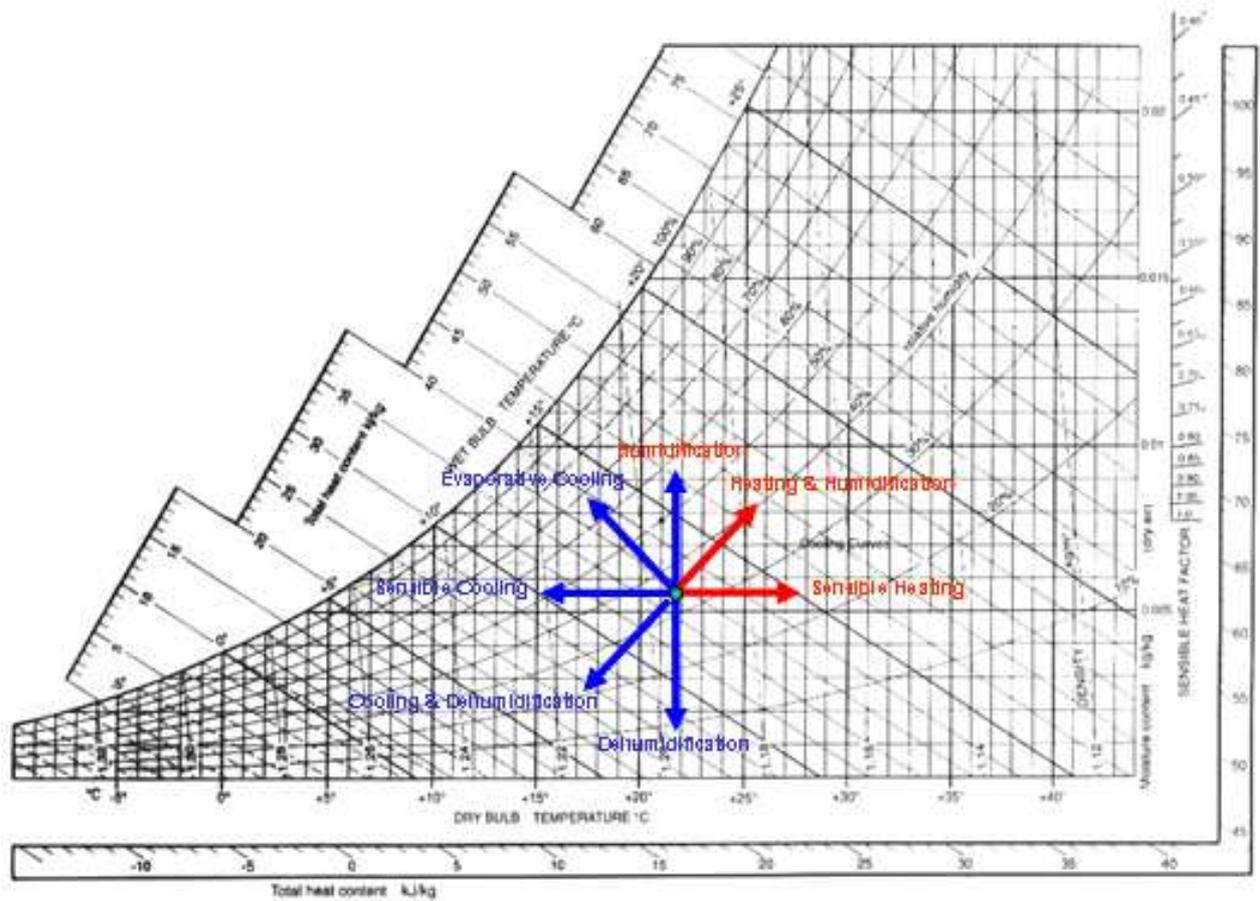


Figure 6 : Transformation utilisée en climatisation

### I.1.3. Formule pour le calcul de la puissance

$$P = q_m \times (h_B - h_A) \quad (3)$$

Ou encore

$$P = q_m \cdot (0,24 + 0,45X) \cdot (T_B - T_A)$$

P : puissance en [Kcal/h]

$$C_{pm} = 0,24 + 0,45 X \text{ [Kcal/kg}^\circ\text{C]}$$

0,24: chaleur spécifique de l'air [Kcal/kg°C]

0,45: chaleur spécifique de la vapeur [Kcal/kg°C]

X : humidité spécifique de la vapeur [Kg/Kg] d'air sec

$q_m$  : débit massique de l'air [Kg/h]

$T_B - T_A$  : différence de température entre les points initial et final.

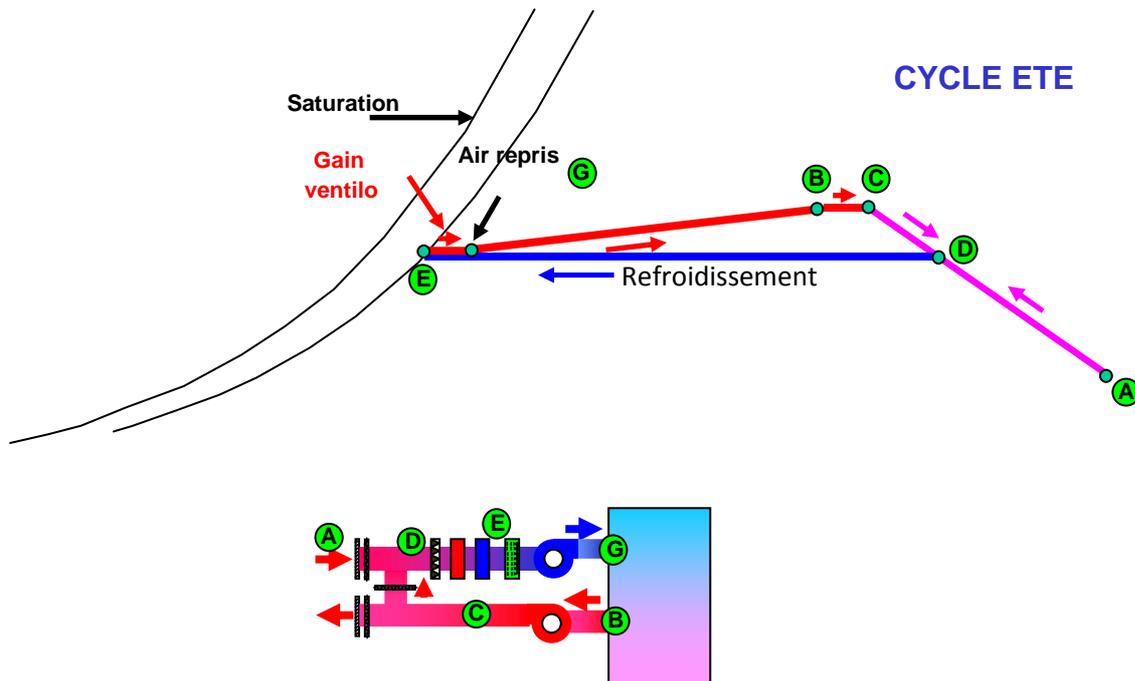


Figure 7 : Type de transformation par refroidissement d'air neuf

## I.2 Les différents types de climatiseurs et leur principe de fonctionnement

Il existe plusieurs types de climatiseurs par rapport à ses fonctionnements et ses formes. Ce sont :

- les systèmes à un seul conduit et à un débit d'air constant. Nous les appellerons : système **DAC**.

Ces systèmes distribuent directement l'air primaire chaud ou froid dans les locaux climatisés par l'intermédiaire de bouche de soufflage.

Ils peuvent se diviser en plusieurs zones de soufflage et comporter accessoirement un réchauffage terminal au niveau des locaux à climatiser.

- les systèmes à un seul conduit et à débit d'air variable, ou système **DAV**.

Ces systèmes distribuent dans les locaux à climatiser de l'air à température constante mais à débit variable.

- les systèmes à **induction**.

Ces systèmes distribuent généralement par un seul conduit de l'air primaire à des inducteurs de plafond ou d'allège.

- les systèmes à deux conduits (**dual duct**).

De l'air primaire chaud et froid est simultanément distribué à des appareils terminaux appelés "boite de mélange".

A la sortie de ces boites de mélange, l'air est directement soufflé dans les locaux à climatiser à débit constant et à température variable.

### **I.2.1. Systèmes à un seul conduit et à débit d'air constant**

Ils sont constitués par des équipements compacts ou dissociés.

#### **I.2.2. Systèmes compacts (équipements monoblocs)**

Un système est compact si l'ensemble des équipements centralisés, terminaux et intermédiaires est groupé à l'intérieur d'un ou plusieurs appareils monoblocs.

On distingue dans cette catégorie :

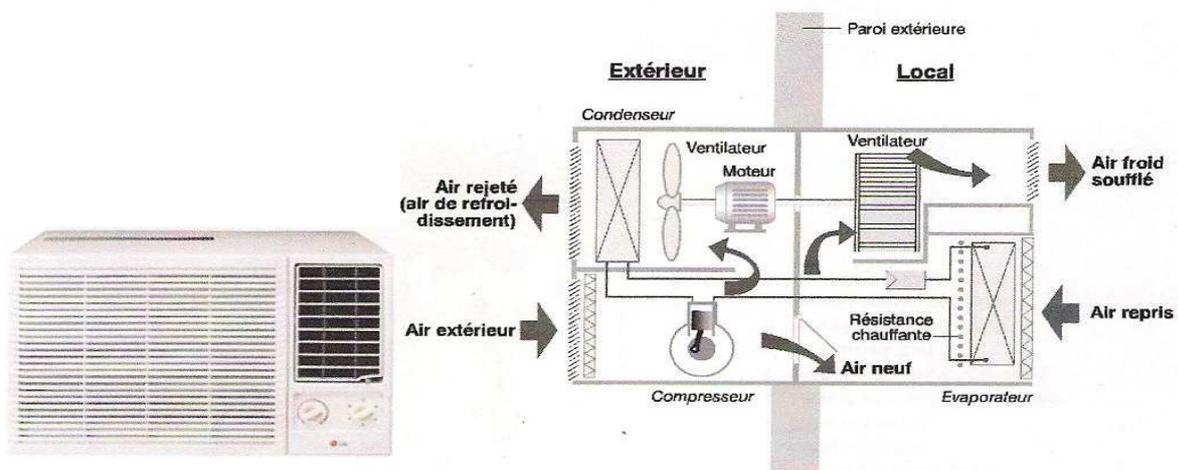
- les climatiseurs individuels ;
- les climatisations centralisées.

##### **I.2.2.1. Climatiseurs individuels**

Ces appareils permettent actuellement de rafraichir et de ventiler un ou plusieurs locaux à peu de frais sans toutefois opérer un contrôle précis du degré hygrométrique intérieur.

##### **a) Climatiseur type fenêtre (Windows)**

Les **climatiseurs individuels de fenêtre**, qui doivent obligatoirement être encastrés dans une paroi extérieure du local à climatiser, généralement près d'une fenêtre, de façon à avoir la façade avant du climatiseur située dans le local et la façade arrière de l'appareil située à l'extérieur du local.



**Figure 8 : principe de fonctionnement d'un climatiseur type fenêtre**

## b) Les climatiseurs à éléments séparés (split system)

Ces appareils sont constitués de deux éléments :

- un caisson de traitement de l'air situé dans la pièce à climatiser
- un caisson contenant le condenseur et qui doit obligatoirement être installé à l'extérieur de local

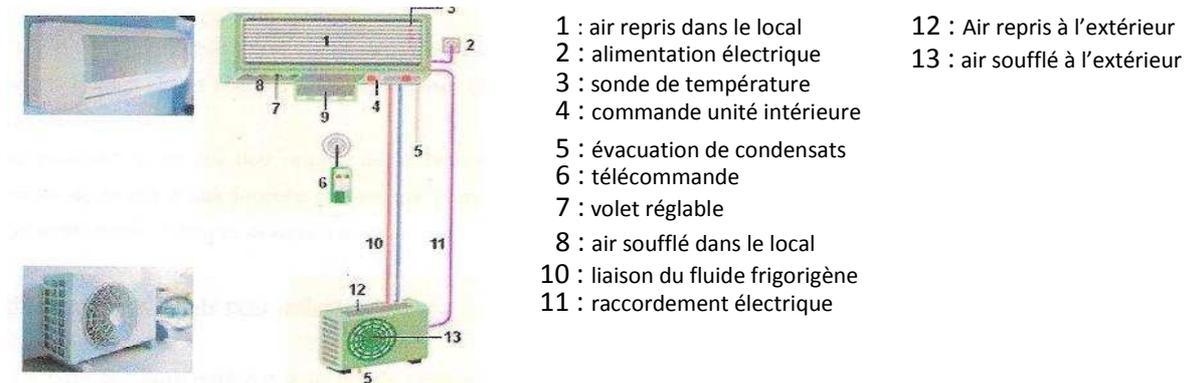


Figure 9:montage d'un split- system

### I.2.2.2. Les climatisations centralisées

La climatisation centralisée est un procédé de climatisation qui consiste à refroidir un ensemble de bâtiment par une seule unité de production.

Il existe deux catégories de climatisation centralisée ;

#### a) La détente directe

Le refroidissement de l'air se fait directement par échange entre le fluide frigorigène et l'air à refroidir :

##### a.1 Roof top

Ce sont des appareils construits en un seul bloc et qui sont généralement réservés à la climatisation des grandes surfaces (supermarchés, salles de cinéma). Ils sont généralement placés en toiture d'où le nom de **roof-top**.

L'unité centrale posée en toiture assure le refroidissement de l'air, cet air refroidi sera distribué dans les locaux à climatiser par l'intermédiaire de réseau des gaines soufflage équipées de bouches, ou directement par une grille.



Fonctions principales	Composants courants
Introduction d'air neuf hygiénique Recyclage d'air repris	Caisson de mélange à deux ou trois volets (registres à lames opposées)
Filtrage	Filtres gravimétriques (média non tissé ou poches)
Chauffage principal et terminal	Batteries à eau chaude (production décentralisée) Batteries électriques (souvent terminales) Générateur d'air chaud au gaz Condenseur de PAC réversible
Humidification	Humidificateur à vapeur, ou à ruissellement (plus rare)
Rafrâchissement et déshumidification	Batterie à eau glacée (production décentralisée) Batterie à détente directe Evaporateur de PAC réversible
Soufflage et reprise	Ventilateurs centrifuges à action, simple ou double ouïe d'aspiration

## UTILISATION

Ces centrales de toiture sont destinées à des locaux commerciaux ou tertiaires de grand volume, disposés sur un ou deux niveaux maximum.

Elles sont inadaptées à des zones constituées de locaux d'orientations opposées, donc de charges différentes, du fait de la production d'air à débit constant, sauf dans le cas exceptionnel de locaux à même  $j$  (rapport d'évolution H/M), donc même point de soufflage.

De ce fait, ces centrales sont de moins en moins utilisées en climatisation de confort.

Avantages	Inconvénients
Gain de volume intérieur	Nécessité d'une toiture terrasse accessible et résistante (250 [daN/m <sup>2</sup> ])
Peu de fluides auxiliaires	Maintenance importante (intempéries)
Conduits aérauliques courts	Gamme de puissance très limitée : 1. 8 à 55 [kW] en froid 2. 7 à 52 [kW] en chaud 3. 5700 à 15000 [m <sup>3</sup> /h]
Autonomie de fonctionnement	Esthétique, problèmes d'étanchéité à la traversée des dalles, problèmes acoustique
Coût d'investissement moyen : 146 à 7000 [€/m <sup>2</sup> ]	Maintenance assez chère 12[€/m <sup>2</sup> ]

## REGULATION

Les roof-tops actuels peuvent assurer les fonctions de ventilation, réchauffage, rafraîchissement et de la déshumidification de l'air. Ils sont régulés directement par des thermostats d'ambiance.

On retrouvera également les sécurités incendie, thermostat antigel obligatoires et d'éventuels pressostats différentiels pour le colmatage des filtres et suivi du fonctionnement des ventilateurs.

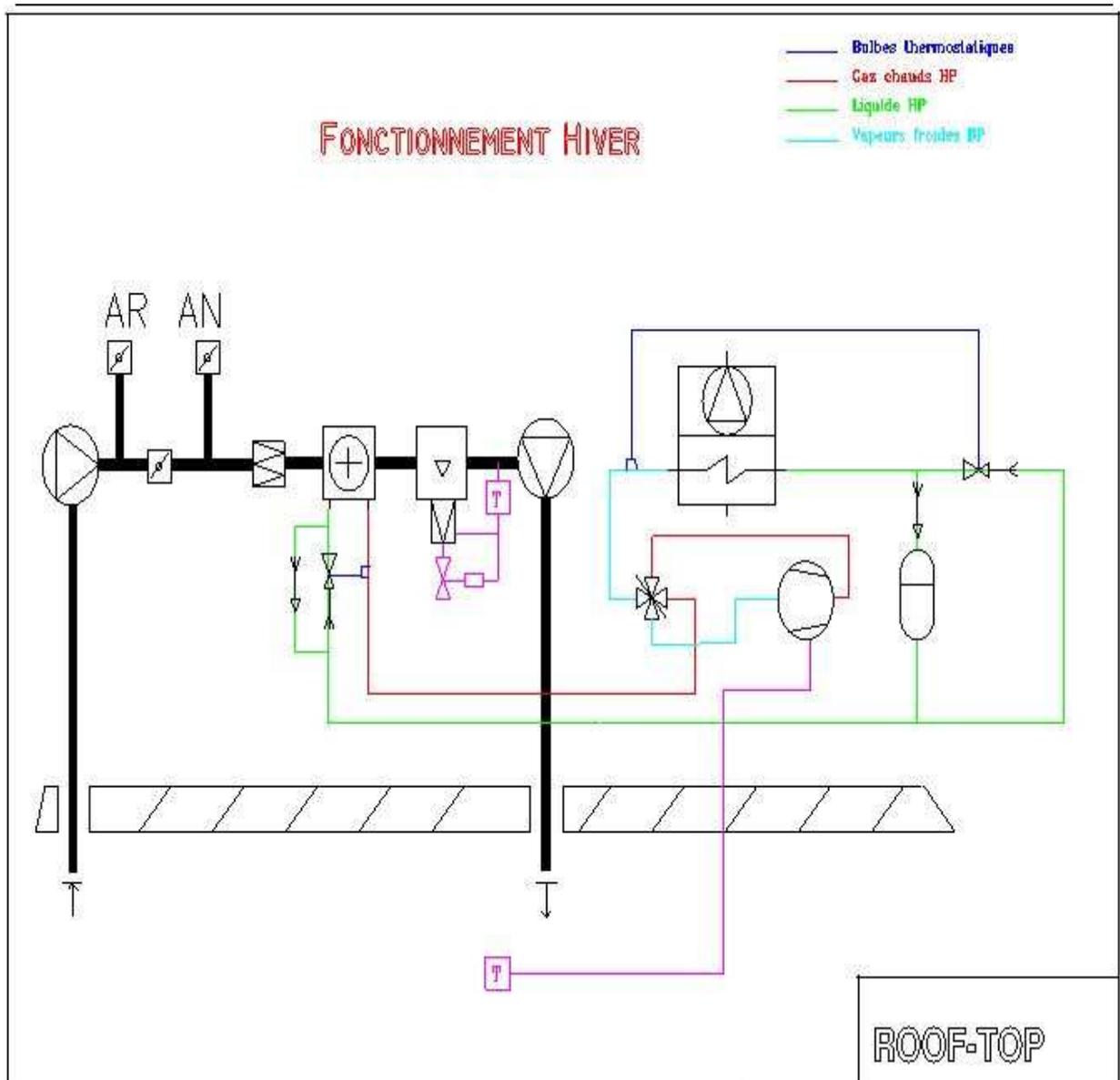
## TECHNOLOGIE

Les technologies des centrales de toiture présentent des caractéristiques spécifiques liées à leur exposition aux intempéries :

- Capotage complet en tôle galvanisée et peinture époxy.
- Polyuréthane injecté dans les parois doubles.
- Châssis de toiture sophistiqué prévu pour le raccordement de l'étanchéité.
- Bac à condensats calorifugé.
- Anneaux de levage intégré.
- Protection électrique IP55 et composants tropicalisés.

**Principaux constructeurs** : AIRWELL, CARRIER, CIAT, FRIMAIR, PACARE, TECHNIBEL, TRANE, WESPER,...

**Documentations** : voir Mémotech pages 491 à 494



**Figure 10 : Fonctionnement hiver (Roof-Top)**

### a.2 Système à volume de réfrigérant variable

Ce système est conçu et distribué par trois constructeurs dans le monde, la société nipponne DAIKIN INDUSTRIES LTD, dont le siège européen est situé à Ostende en Belgique, HITACHI et MUTSUBISHI sous la dénomination commerciale de **VRV**. Une unité extérieure est destinée pour plusieurs échangeurs de type ventilo convecteur placés dans les locaux à climatiser.

## PRINCIPE

L'unité extérieure est équipée d'un compresseur à vitesse variable (volume balayé variable) en fonction de nombre de ventilo convecteur en marche, c'est-à-dire la puissance demandée.

Diverses unités intérieures à **détente directe et réversibles** (cassettes plafonniers ou murales, modèles d'allège ou cassettes encastrées en faux plafond et raccordées à des réseaux de soufflage), sont implantées dans les locaux. Elles sont raccordées en fluide frigorigène à des collecteurs spécifiques (collecteurs REFNET) acceptant **4 à 8** unités.

Ces collecteurs sont reliés en ligne liquide et gaz, à une ou plusieurs unités thermodynamiques extérieures, jouant le rôle de condenseur ou d'évaporateur à air.

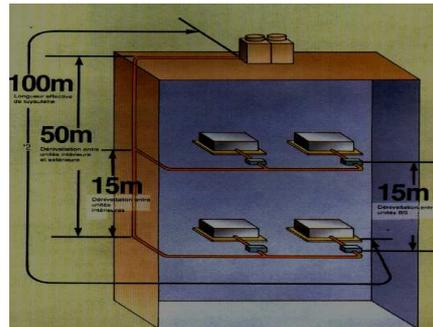
Des télécommandes individuelles, ou par zones, permettent de paramétrer les consignes de confort : température de soufflage, température ambiante, débit de soufflage (2 allures), contrôle de la déshumidification en rafraîchissement.



Les unités intérieures sont combinables en type et en puissances différentes, jusqu'à 8 sur les mêmes collecteurs d'une unité extérieure

Les unités extérieures sont modulaires, et présentent le même encombrement, bien qu'elles existent en plusieurs gammes de puissance.

Les canalisations frigorifiques peuvent avoir plusieurs dizaines de mètres de longueurs, et des dénivellations importantes, jusqu'à **15** hauteurs d'étage.



Les unités extérieures peuvent fonctionner en rafraîchissement de -10 à 15,5°C et en chauffage de 0 à 43°C.

### UTILISATION

Le nombre d'installations est encore limité en Europe, mais très important au Japon, du fait des craintes des prescripteurs vis à vis des problèmes de CFC et de performances moindres liées à la fréquence de l'alimentation électrique (50Hz au lieu de 60Hz au Japon).

Ce système VRV est essentiellement destiné aux immeubles de bureaux à charges variables.

**L'Ambassade de France à Madagascar** est équipée des VRV installés par la société **SMEF** en collaboration avec le constructeur DAIKIN.

Avantages	Inconvénients
Coût d'exploitation faible	Coût d'investissement élevé 900 à 1200 [€/m <sup>2</sup> ]
Confort thermique et hygrométrique	Régulation par automate non compatible avec les standards européens ( <i>BATIBUS</i> )
Sélection individuelle des consignes	Maintenance exclusive par des gens formés par les constructeurs
Traitement d'air neuf possible par le système double flux	Détection de fuites de réfrigérant obligatoire et ventilation soignée des locaux
Fiabilité des raccords REFNET	Dépendance de lignes UI / UE en fonctionnement chauffage ou rafraîchissement
Transfert énergétique indirect	Emploi de nouveau fluide

## FONCTIONNEMENT ET REGULATION

Les débits de fluide frigorigène, en liquide ou gaz, sont constamment adaptés à chaque unité intérieure, en fonction des charges du local. Un régulateur adapte pour chaque unité la position d'un détendeur électronique modulant, et transmet les informations par bus à l'automate qui pilote les unités extérieures. Cet automate adapte les débits de fluide grâce à des bouteilles accumulatrices, et règle la vitesse de rotation de compresseurs spiro-orbitaux, en fonction de la température extérieure et de la pression de vapeur sur le retour commun.

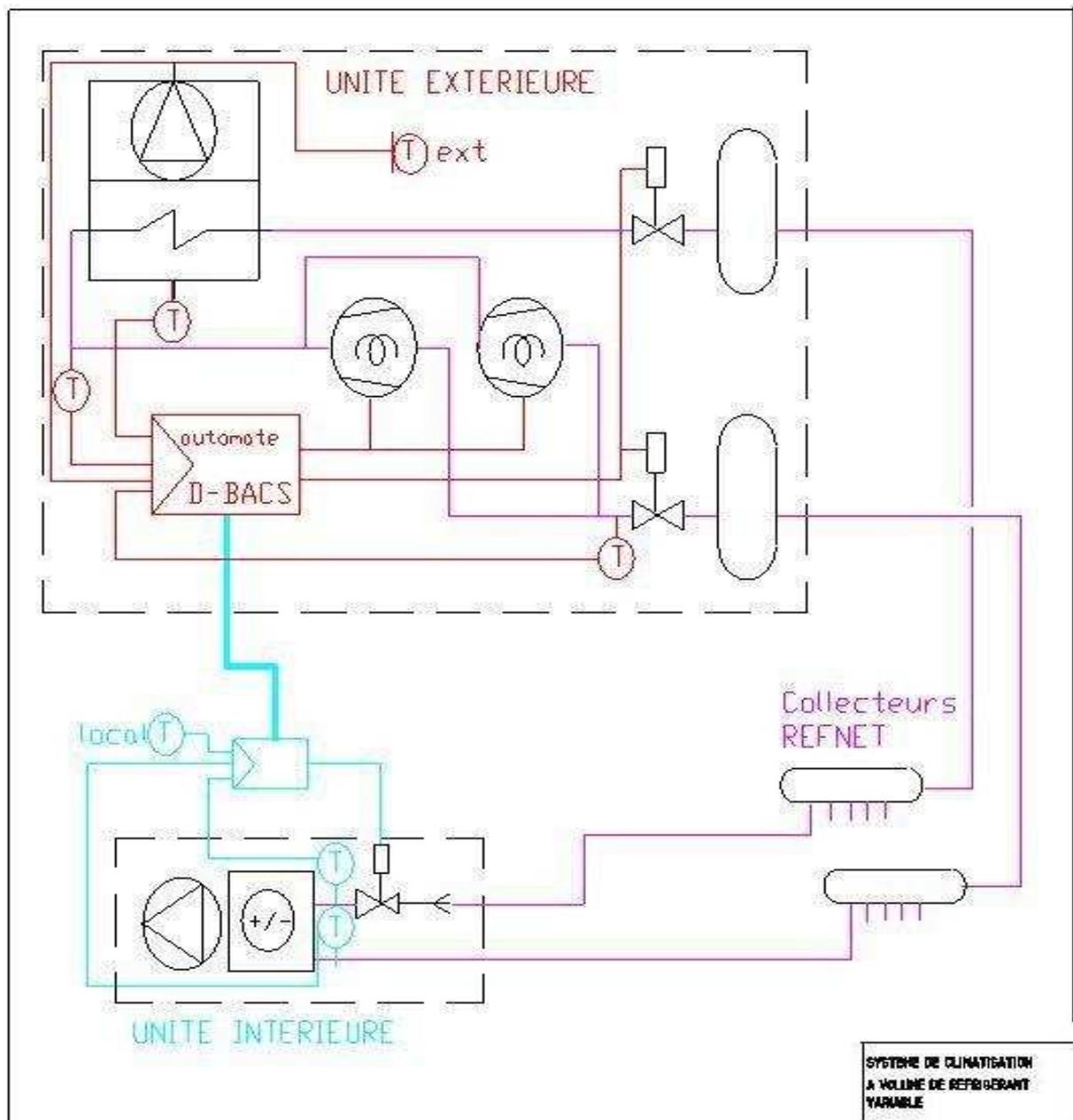


Figure 11 : Système de climatisation à volume de réfrigérant variable

## b) Unité avec caloporteur ou le refroidisseur de liquide

L'unité de climatisation refroidit un liquide intermédiaire (eau, saumure,...) et ce sera ce liquide qui circule dans les pièces à refroidir par l'intermédiaire des échangeurs de chaleur ou ventilo convecteur.

Par ordre d'importance dans les Nouveaux Principes de Climatisation, celui ci arrive en tête, de part sa simplicité et sa souplesse. De plus il connaît un développement important, soutenu par EDF-GDF et les grands constructeurs regroupés dans l'association « CLIMATISATION ET DEVELOPPEMENT ».

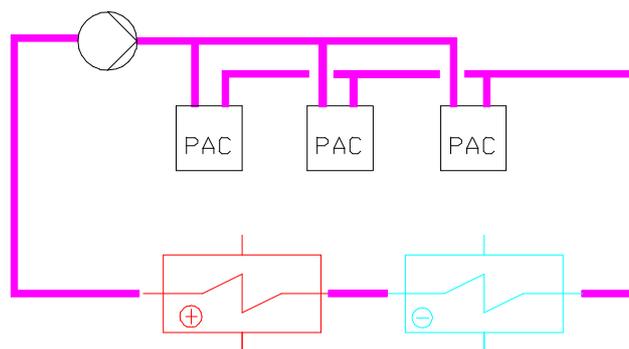
C'est la raison pour laquelle nous avons choisi ce système pour la climatisation de l'hôtel 174 chambres.

### PRINCIPE

Il s'établit autour des **3 composants** du système :

- Des climatiseurs réversibles eau / air assurant chauffage et rafraîchissement des locaux.
- Une boucle d'eau fermée, raccordée aux échangeurs eau / fluide frigorigène des climatiseurs, et à des échangeurs extérieurs.
- Des échangeurs de chaleur chaude et froide extérieurs assurant le maintien en température de la boucle d'eau.

### c) Schéma de base



### LES COMPOSANTS

On utilise des modèles d'allèges carrossés, ou plafonniers raccordés à des gaines de soufflage en faux plafond.

En fonction des bâtiments à traiter, on les regroupe en réseaux et leur montage sur la boucle d'eau s'effectue en **TICHELMANN** pour mieux équilibrer les pertes de charge.

Dans notre cas pour simplifier l'installation, nous allons utiliser des vannes spéciales pour l'équilibrage des réseaux.

La sélection des climatiseurs s'effectue en fonction des besoins déterminés pour les conditions climatiques les plus défavorables, mais les puissances sont choisies par défaut et non par excès, pour une meilleure adaptation aux charges moyennes et éviter des inversions de cycle trop fréquentes.

## **LA BOUCLE D'EAU**

Il s'agit d'un circuit d'eau fermé à température 7 à 12°C en refroidissement, et +35 à + 45°C en chauffage.

Le système comprenant :

- Des pompes jumelées de circulation (une en fonctionnement, l'autre en secours) équipées de manchettes anti-vibratiles, filtre à tamis, clapet anti-retour, vannes d'isolement, manomètre, automate de permutation.
- Une admission d'eau de ville, en général traitée, comprenant vannes d'isolement, compteur, réducteur de pression, disconnecteur, système de traitement.
- Un système d'expansion (vase fermée ou groupe de maintien en pression) des purgeurs d'air, et un pot de désembouage.
- Des vannes d'isolement et d'équilibrage pour chaque raccordement de climatiseurs réversibles, réalisé en flexible pour éviter les propagations de vibrations.
- Un réseau de distribution réalisé en acier noir calorifugé, ou en PVC Haute Pression PN16.
- Un échangeur à plaques bypassable pour le raccordement au réseau d'eau glycolée de l'échangeur froid.
- Une bouteille hydraulique en casse-pression, pour le raccordement à l'échangeur chaud.

## **UTILISATION**

Ce système est l'un des plus performant, énergétiquement parlant, pour les immeubles tertiaires (bureaux modulaires ou à cloisons fixes, hôtels, galeries marchandes) présentant des zones de charges variables : expositions différentes au soleil ou au vent, noyau central et locaux périphériques, où le transfert énergétique d'une zone à l'autre, par la boucle d'eau, prend tout son intérêt.

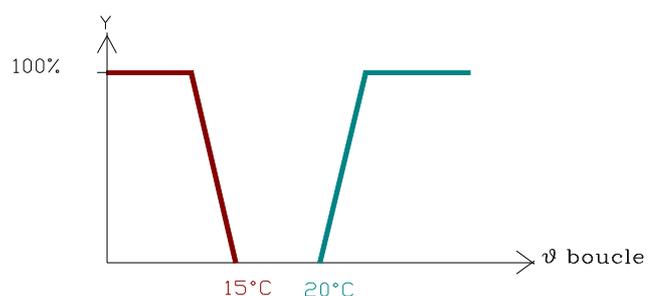
Avantages	Inconvénients
Simplicité de mise en œuvre	Pas de contrôle de l'humidité relative
Souplesse d'utilisation, indépendance de chaque climatiseur en fonctionnement et en entretien	Niveau sonore intérieur voisin de 40dB (A)
Récupération de chaleur sur la boucle d'eau	Maintenance régulière et qualifiée (frigoristes)
Coût d'investissement compétitif : 600 à 900 [€/m²]	Encombrement en toiture terrasse
Comptage énergétique aisé par locaux	Nuisances acoustiques extérieures
Bon coefficient de performance des climatiseurs réversibles : COP >3	Contraintes de la RTH 88 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- contacts sur les feuilures des ouvrants extérieurs, coupant les compresseurs</li> <li>- dissociation du fonctionnement horaire des échangeurs chaud et froid</li> </ul>

## REGULATION

Chaque climatiseur peut fonctionner indépendamment en chauffage ou rafraîchissement, selon l'emplacement, l'exposition et les charges de chaque local. Il peut donc y avoir sur la boucle un transfert d'énergie indirect entre les locaux, en particulier lorsque la boucle est à une température voisine de **20°C**.

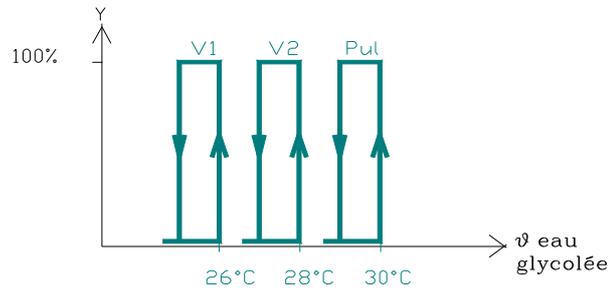
Les climatiseurs disposent d'un régulateur **TOR** interne qui pilote la vanne d'inversion de cycle et le compresseur, en fonction de l'écart entre la consigne (affichée sur un potentiomètre dans l'ambiance) et la température du local (mesurée par une sonde à la reprise). Un thermostat antigel de sécurité sur l'échangeur fluide frigorigène / boucle d'eau est relié au compresseur.

Un régulateur de température (PI) contrôle la boucle d'eau pour la maintenir dans l'intervalle 15 à 35°C, en agissant soit sur la vanne trois voies de l'échangeur chaud, soit sur la vanne trois voies de l'échangeur à plaques du circuit froid. Un



thermostat de sécurité ferme la vanne trois voies et la pompe du circuit chaud si la boucle d'eau atteint la limite de **40°C**.

Un thermostat à trois étages (différentiels de 1°C) enclenche successivement la première et la deuxième vitesse du ventilateur, puis la pulvérisation de la tour de refroidissement, dès que la température de son circuit d'eau glycolée atteint **26°C**.



Un régulateur (P) agit sur la production d'eau chaude, pour maintenir le ballon d'hydro accumulation à **32°C**, tant que la température extérieure est supérieure à 8°C, mais augmente la température de stockage jusqu'à 90°C, si la température extérieure chute jusqu'à sa valeur de base hiver.

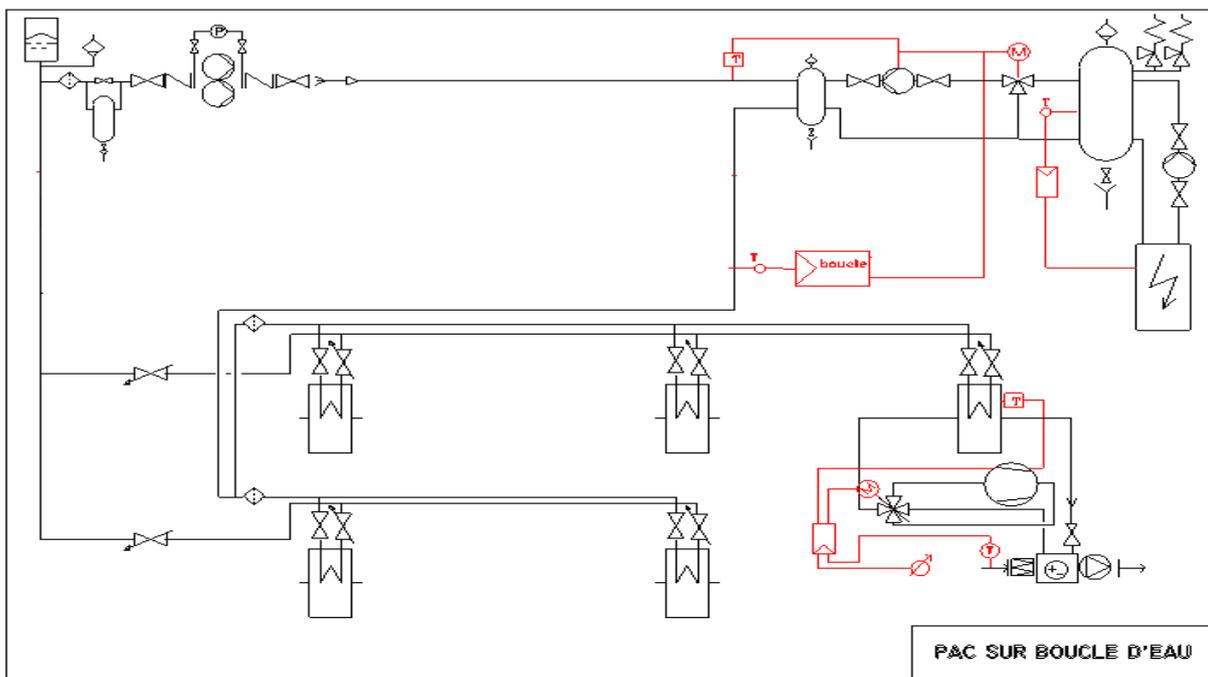
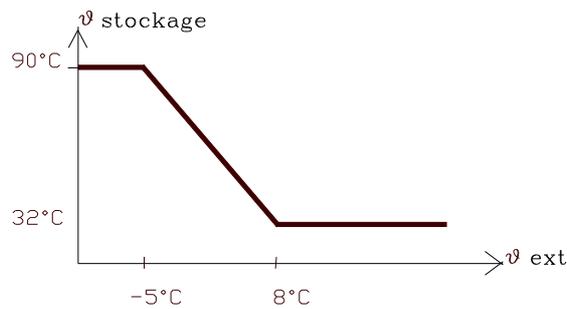


Figure 12 : PAC sur boucle d'eau

## CHAPITRE II. BILAN THERMIQUE ET LA CLIMATISATION CENTRALISEE EN EAU GLACEE

### I. METHODES DE CALCULS DES APPORTS THERMIQUES

#### I.1 Bases des calculs

Les données nécessaires pour faire un calcul précis des besoins frigorifiques des 174 chambres sont présentées ci-dessous.

Après vérification auprès des fichiers météo, les conditions climatiques de base sont :

**Pays :** MADAGASCAR

**Ville :** ANTANANARIVO

**Hémisphère :** SUD

**Latitude :** 18,6°

**Altitude :** 1 382[m]

**Pression Barométrique :** 8731,455 [Pa]

**Conditions été pour le calcul des apports :**

- Température sèche extérieure de base : +31°C
- Température humide extérieure de base : +26°C
- Soit une hygrométrie de : +75%HR
- Température de confort : +23°C

**Jours de référence :** 31 Janvier

#### HYPOTHESES DE CALCUL D'APPORTS INTERNES

- Taux d'occupation par chambres : 2 personnes
- Apports internes par personne : 130[W] par personne
- Apports dus à l'éclairage : 18W par [m<sup>2</sup>]
- Apports des équipements (télévision ou ordinateur) : 150[W]

#### ECART DE TEMPERATURE MAXIMALE

##### •En été

$$\Delta\theta = Q_{\text{ext}} - Q_{\text{int}}$$

$$\Delta\theta = 8^{\circ}\text{C}$$

Q<sub>ext</sub> : Température extérieure

Q<sub>int</sub> : Température intérieure

• En hiver

$$\Delta\theta = Q_{\text{int}} - Q_{\text{ext}}$$

$$\Delta\theta = 12^{\circ}\text{C}$$

- Température intérieure en hiver : 20°C

- Température extérieure en hiver : 8°C

**Tableau 1: RAYONNEMENTS SOLAIRES (parois opaques et vitres)**

HEURE	H		NE		E		SE		S	
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	V
6	20	4	174	159	184	165	87	58	3	2
7	172	116	414	372	521	414	234	187	17	13
8	433	353	542	465	638	565	347	274	30	20
9	647	569	491	399	586	507	343	243	30	16
10	827	726	358	253	437	343	264	158	28	14
11	930	833	198	95	238	116	138	47	26	13
12	959	857	23	6	0	0	0	0	26	12

HEURE	H		NE		E		SE		S	
	m	v	m	v	m	v	m	v	m	V
12	959	857	26	12	0	0	0	0	23	6
13	930	833	26	13	138	47	238	116	198	95
14	827	726	28	14	264	158	437	343	358	253
15	647	569	30	16	343	243	586	507	491	399
16	433	353	30	20	347	274	638	565	542	465
17	172	116	17	13	234	187	521	414	414	372
18	20	4	3	2	87	58	184	165	174	159

H : HORIZONTAL

NE : NORD EST

E : EST

SE : SUD EST

S : SUD

m : représente le rayonnement solaire brut absorbé par une surface extérieure opaque

v : représente le rayonnement solaire absorbé par les vitrages

**Tableau 2: CATALOGUE DES PAROIS**

code	Type	Désignation	K [w/m <sup>2</sup> . °C]	Couleur
Mur ext	Béton 20cm	Mur extérieur	0.328	Claire
Ter	Béton 15cm	Terrasse	2.20	Claire
Plan	Béton 12cm	Plancher	1.98	Très sombre

### **TYPE DES VITRAGES**

Vitre de type 4, c'est-à-dire absorbant avec un coefficient de 0.35

Coefficient de transmission  $k = 5.7$  [W/m<sup>2</sup>. °C]

Sans écran de protection.

### **1.2 Formule pour calcul des apports**

#### **Charges extérieures :**

En climatisation, on appelle charges extérieures toutes les charges qui se produisent à l'extérieur du local climatisé. On distingue :

- les charges dues au rayonnement solaires
- les charges dues à l'infiltration d'air non traité
- les charges dues aux parois

#### **Charges intérieures :**

Les charges intérieures sont les charges qui prennent naissance ou qui se produisent à l'intérieur même du local à climatiser. Ces charges sont dues aux :

- occupants
- machines électriques
- éclairages

- processus industriels
- tuyauteries et conduits intérieurs

Pour calculer ces charges on a les formules ci-dessous:

### a) Apports externes

#### - Apports par rayonnement solaire sur les vitrages (Q<sub>1</sub>)

$$Q_1 = \varphi \times S \times f \times k \times N \quad (4)$$

S: Surface brute ensoleillée des vitres [m<sup>2</sup>]

k : encadrement métallique 1,17

f: facteur solaire 0,35

N : coefficient de correction (altitude et trouble atmosphérique) :1,12

$\varphi$ : Flux solaire

#### - Apports par transmission dus aux parois (Q<sub>2</sub>)

$$Q_2 = K \times S \times \Delta\theta_{ev} \quad (5)$$

K: Coefficient de transmission thermique

S: Surface brute de parois

$\Delta\theta_{ev}$  : Écart virtuel de température des parois

#### - Apports dus par l'air neuf (Q<sub>3</sub>)

$$Q_3 = 0,34 \times q_v \times \Delta\theta \quad (6)$$

$q_v$  : débit d'air neuf

$\Delta\theta$  : écart de température

### b) Apports internes

#### - Apports dus aux personnes (Q<sub>4</sub>)

$$Q_4 = \text{Nombre d'occupant} \times W_1 \quad (7)$$

$W_1 = 130$  [W] par personne

#### - apports dus à l'éclairage (Q<sub>5</sub>)

$$Q_5 = S \times W_2 \quad (5)$$

$W_2$  : Puissance lampe par m<sup>2</sup> (18W)

S : surface des locaux

#### - apports dus aux machines et appareils (Q<sub>6</sub>)

$$Q_6 = \text{nombre des machines} \times W_3 \quad (8)$$

$W_3$  = appareillages électriques (150W)

### I.3 Calcul des apports (application numérique)

#### I.3.1. Chambre NE

- surface  $S=17,70[m^2]$
- Volume  $V=46[m^3]$
- nombre de personnes : 2
- Débit d'air neuf :  $45[m^3/h]$

#### a) Calcul des apports internes

•Apports occupants	$Q_4 = \text{nbr occup} \times W_1$	= 260W
•Apports éclairages	$Q_5 = S. \text{ local} \times W_2 = 17,70 \times 18$	= 319W
•Apports appareil	$Q_6$	= 150W
<b>TOTAL DES APPORTS INTERNES</b>		<b>= 729[W]</b>

#### b) Calcul des apports externes

##### b.1. Base de calcul pour la puissance du ventilo- convecteur

Ce sont des radiateurs équipés des ventilateurs. Le fluide (caloporteur) qui circule dans cet émetteur transporte la chaleur fabriquée par le générateur (chaudière, pompe à chaleur,...).

Si le fluide caloporteur est de l'eau, alors il s'agit de ventilo- convecteur à circulation d'eau.

Si le fluide est de gaz de la pompe à chaleur, alors il s'agit de ventilo- convecteur à détente directe (les gaz se détente directement dans l'émetteur).

Dans les deux cas, l'émission de chaleur est favorisée par la convection qui est forcée par le ventilateur. Les ventilo- convecteurs peuvent fonctionner en chauffage ou en rafraichissement quand l'évacuation des condensats est prévue.

- Apports air neuf

$$Q_3 = 45 \times 0.34 \times 8 = \mathbf{122.40 [W]}$$

- Apports vitrage NE rayonnement

$$Q_1 (\text{ray}) = \varphi \times S \times f \times k \times N$$

$$465 \times 1.69 \times 0.35 \times 1.17 \times 1.12 = \mathbf{360.42 [W]}$$

- Apports vitrage NE transmission

$$Q_1 (\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$5.7 \times 1.69 \times 12.5 = \mathbf{120.41 [W]}$$

- Apports parois NE

$$Q_1(\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$0.328 \times 5.72 \times 7 = 13.13 \text{ [W]}$$

$$\text{TOTAL APPORTS EXTERNES} = 616.36 \text{ [W]}$$

$$\text{APPORTS TOTAUX CHAMBRE NE} = \underline{1\,345.16 \text{ [W]}}$$

### I.3.2. Chambre SO

- Surface  $S=17,70\text{[m}^2\text{]}$
- Volume  $V=46\text{[m}^3\text{]}$
- nombre de personnes : 2
- Débit d'air neuf :  $45\text{[m}^3\text{/h]}$

#### a) Calcul des apports internes

• Apports occupants	$Q_4 = \text{nbr occup} \times W_1 = 2 \times 130$	= 260W
• Apports éclairages	$Q_5 = S.\text{local} \times W_2 = 17,70 \times 18$	= 319W
• Apports ordinateur	$Q_6$	= 150W
<b>TOTAL DES APPORTS INTERNES</b>		<b>= 729W</b>

#### b) Calcul des apports externes

- Apports air neuf

$$Q_3 = 45 \times 0.34 \times 8 = 122.40 \text{ [W]}$$

- Apports vitrage SO rayonnement

$$Q_1(\text{ray}) = \varphi \times S \times f \times k \times N$$

$$465 \times 1.69 \times 0.35 \times 1.17 \times 1.12 = 1\,029.78 \text{ [W]}$$

- Apports vitrage SO transmission

$$Q_1(\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$5.7 \times 1.69 \times 5.20 = 12.59 \text{ [W]}$$

- Apports parois SO

$$Q_1(\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$0.328 \times 5.72 \times 7 = 13.13 \text{ [W]}$$

$$\text{TOTAL DES APPORTS EXTERNES} = 1\,177.90 \text{ [W]}$$

$$\text{APPORTS TOTAUX CHAMBRE SO} = 1\,906.90 \text{ [W]}$$

### I.3.3. **Chambre SE**

- Surface  $S=17,70[m^2]$
- Volume  $V=46[m^3]$
- nombre de personnes : 2
- Débit d'air neuf :  $45[m^3/h]$

#### a) **Calcul des apports internes**

•Apports occupants	$Q_4 = \text{nbr. occup} \times W_1 = 2 \times 130$	= 260 W
•Apports éclairages	$Q_5 = S \text{ local} \times W_2 = 17,70 \times 18$	= 319 W
•Apports appareil	$Q_6$	= 150 W
<b>TOTAL DES APPORTS INTERNES</b>		<b>= 729 [W]</b>

#### b) **Calcul des apports externes**

- Apports air neuf

$$Q_3 = 45 \times 0,34 \times 8 = \mathbf{122,4[W]}$$

- Apports vitrage SE

$$Q_1 (\text{ray}) = \varphi \times S \times f \times k \times N$$

$$274 \times 1,69 \times 0,35 \times 1,17 \times 1,12 = \mathbf{212,37[W]}$$

- Apports vitrage SE

$$Q_1 (\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$5,7 \times 1,69 \times 5,2 = \mathbf{50,09[W]}$$

- Apports parois SE

$$Q_1 (\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$0,328 \times 21 \times 7 = \mathbf{48,21[W]}$$

$$\mathbf{\text{TOTAL DES APPORTS EXTERNES} = 433.07 [W]}$$

$$\mathbf{\text{APPORTS TOTAUX CHAMBRES SE} = \underline{\underline{1\,162,67[W]}}}$$

### I.3.4. **Chambre NO**

- Surface  $S=35,50[m^2]$
- Volume  $V=92,30[m^3]$
- nombre de personnes : 4
- Débit d'air neuf :  $90 [m^3/h]$

### a) Calcul des apports internes

• Apports occupant  $Q_4 = \text{nbr occup} \times W_1 = 4 \times 130 = 520 \text{ W}$

• Apports éclairage  $Q_5 = S. \text{ local} \times W_2 = 35,50 \times 18 = 639 \text{ W}$

• Apports ordinateur  $Q_6 = 150 \text{ W}$

**TOTAL DES APPORTS INTERNES = 1309 [W]**

### b) Calcul des apports externes

- Apports (infiltration d'air)

$$Q_4 = 90 \times 0.34 \times 8 = \mathbf{244.80 \text{ [W]}}$$

- Apports vitrage NO

$$Q_1 (\text{ray}) = \varphi \times S \times f \times k \times N$$

$$465 \times 5.10 \times 0.35 \times 1.17 \times 1.12 = \mathbf{1\ 087.66 \text{ [W]}}$$

- Apports vitrage NO

$$Q_1 (\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$5.7 \times 5.10 \times 12.50 = \mathbf{363.37 \text{ [W]}}$$

- Apports parois NO

$$Q_1 (\text{cond}) = K \times S \times \Delta\theta_{ev}$$

$$0.328 \times 11 \times 14 = \mathbf{50.50 \text{ [W]}}$$

**TOTAL DES APPORTS EXTERNES = 1 746.34 [W]**

**APPORTS TOTAUX CHAMBRE NO = 3 055.34 [w]**

#### 1.3.5. Chambres sous terrasse

En ce qui concerne les chambres sous terrasse, des apports par transmission en plus seront à prévoir.

$$Q_7 = K \times S \times \Delta\theta \text{ (7)}$$

Pour les chambres NE, SE, SO ; la surface de chaque chambre est de 17.7 [m<sup>2</sup>]

$$Q_7 = 2,2 \times 17,7 \times 12 = \mathbf{467,28 \text{ [W]}}$$

Pour les chambres NO

$$Q_7 = 2,2 \times 35,50 \times 12 = \mathbf{937,20 \text{ [W]}}$$

**Tableau 3 : Total puissance frigorifique par chambre (sous terrasse)**

<b>CHAMBRES SOUS TERRASSE</b>	<b>TOTAL PUISSANCE FRIGORIFIQUE PAR CHAMBRE [W]</b>
Chambres SO	<b>2374,10 [W]</b>
Chambres NE	<b>1812,44 [W]</b>
Chambres NO	<b>3992 ,54 [W]</b>
Chambres SE	<b>1629,95 [W]</b>

**Tableau 4:Tableau récapitulatif pour le bilan des puissances frigorifiques**

<b>LOCAL</b>	<b>PUISSANCE FRIGORIFIQUE UNITAIRE EN [W]</b>	<b>NOMBRE DE CHAMBRE</b>	<b>PUISSANCE FRIGORIFIQUE TOTAL EN [W]</b>
NE	1 345.16	65	87 435.40
NE SOUS TERRASSE	1 812.44	13	23 561.72
NO	3 055.34	10	30 553.40
NO SOUS TERRASSE	3 992.54	02	7 985.08
SE	1 162.67	10	11 626.70
SE SOUS TERRASSE	1 629.95	02	3 259.90
SO	1 906.90	<b>60</b>	114 414.00
SO SOUS TERRASSE	2 374	<b>12</b>	28 488.00
<b>TOTAL</b>	<b>PUISSANCE EN [W]</b>		<b>307 324.20</b>

### **COEFFICIENT DE FOISONNEMENT**

Les calculs ci-dessus sont nécessaires pour le dimensionnement des ventilos convecteurs.

Concernant le groupe, les ventilos convecteurs ne seront jamais en fonctionnement à 100% en même temps. Il y aura donc un coefficient de simultanéité ou foisonnement.

Ce coefficient est de 0,85 en général.

D'où :

**LA PUISSANCE FRIGORIFIQUE A INSTALLER = 0,85x puissance frigorifique totale calculée**

Soit :

$$P = 261\,225,57 \text{ [W]}$$

#### I.4 Calcul des débits d'eau et section des canalisations

La dimension de la canalisation sera déterminée en prenant compte :

- le coût
- le fonctionnement
- le confort

On sait que :

- un tuyau trop petit augmente les pertes des charges et le bruit, c'est-à-dire problème de confort et fonctionnement

- un tuyau trop grand coûte très cher

L'optimisation de ces trois conditions nous permet de définir la dimension nécessaire.

Le débit par échangeur sera obtenu en utilisant la formule suivante :

$$P = \dot{Q} \times C \times \Delta T \quad (9)$$

$$\text{Soit } \dot{Q} = P / (C \times \Delta T)$$

P : puissance frigorifique en [KW]

C : chaleur spécifique de l'eau en [kcal/kg x C]

$\Delta T$  : différence de température entre l'entrée et sortie de l'eau

En connaissant le débit, nous pouvons en déduire la section à partir de la formule suivante

$$\dot{Q} = V \times S \rightarrow S = \dot{Q} / V \quad (10)$$

$\dot{Q}$  = débit en [m<sup>3</sup>/s]

V = vitesse de l'eau en [m/s]

S = section de la canalisation en [m<sup>2</sup>]

Les tableaux ci-après résument les valeurs obtenues.

**Tableau 5: Détermination des débits et sections pour les CHAMBRES SO**

File <i>b</i>	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
<i>bb</i> <sub>1</sub>	3,813	0,655	1,81x10 <sup>-4</sup>	15
<i>bb</i> <sub>2</sub>	7,626	1,311	3,64x10 <sup>-4</sup>	20
<i>bb</i> <sub>3</sub>	11,439	1,967	5,46x10 <sup>-4</sup>	20
<i>bb</i> <sub>4</sub>	15,252	2,622	7,28x10 <sup>-4</sup>	25
<i>bb</i> <sub>5</sub>	19,065	3,278	9,10x10 <sup>-4</sup>	32
<i>bb</i> <sub>6</sub>	23,813	4,098	1,137x10 <sup>-3</sup>	32
File <i>h</i>	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
<i>hh</i> <sub>1</sub>	1,906	0,327	9,10x10 <sup>-5</sup>	12
<i>hh</i> <sub>2</sub>	3,813	0,655	1,81x10 <sup>-4</sup>	15
<i>hh</i> <sub>3</sub>	5,718	0,983	2,73 x10 <sup>-4</sup>	20
<i>hh</i> <sub>4</sub>	7,624	1,311	3,64x10 <sup>-4</sup>	20
<i>hh</i> <sub>5</sub>	9,530	1,638	4,55x10 <sup>-4</sup>	20
<i>hh</i> <sub>6</sub>	11,904	2,047	5,68x10 <sup>-4</sup>	25

**Tableau 6 : Détermination des débits et sections pour les CHAMBRES SE(1)**

File <i>a</i>	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
<i>aa</i> <sub>1</sub>	1,162	0,199	5,55x10 <sup>-5</sup>	12
<i>aa</i> <sub>2</sub>	2,324	0,399	1,10x10 <sup>-4</sup>	12
<i>aa</i> <sub>3</sub>	3,486	0,599	1,66x10 <sup>-4</sup>	15
<i>aa</i> <sub>4</sub>	4,648	0,799	2,22x10 <sup>-4</sup>	15
<i>aa</i> <sub>5</sub>	5,810	0,999	2,77x10 <sup>-4</sup>	20
<i>aa</i> <sub>6</sub>	7,439	1,279	3,55x10 <sup>-4</sup>	20

**Tableau 7: Détermination des débits et sections pour les CHAMBRES NO(1)**

File <i>i</i>	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
<i>li</i> <sub>1</sub>	4,901	0,853	2,36x10 <sup>-4</sup>	20
<i>li</i> <sub>2</sub>	9,802	1,685	4,68x10 <sup>-4</sup>	20
<i>li</i> <sub>3</sub>	14,703	2,528	7,02x10 <sup>-4</sup>	25
<i>li</i> <sub>4</sub>	19,609	3,372	9,36x10 <sup>-4</sup>	32
<i>li</i> <sub>5</sub>	24,510	4,214	1,17x10 <sup>-3</sup>	32
<i>li</i> <sub>6</sub>	30,876	5,309	1,47x10 <sup>-3</sup>	40

Pour les autres files (d, e, f, g) les débits et les sections sont les mêmes que ceux du file b

**Tableau 8: Détermination des débits et sections pour les CHAMBRES SE(2)**

File A	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
AA <sub>1</sub>	1,162	0,199	5,55x10 <sup>-5</sup>	12
AA <sub>2</sub>	2,324	0,399	1,10x10 <sup>-4</sup>	12
AA <sub>3</sub>	3,486	0,599	1,66x10 <sup>-4</sup>	15
AA <sub>4</sub>	4,648	0,799	2,22x10 <sup>-4</sup>	15
AA <sub>5</sub>	5,810	0,999	2,77x10 <sup>-4</sup>	20
AA <sub>6</sub>	7,439	1,279	3,55x10 <sup>-4</sup>	20

**Tableau 9 : Détermination des débits et sections pour les CHAMBRES NE**

File B	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
BB <sub>1</sub>	2,690	0,460	1,28x10 <sup>-4</sup>	12
BB <sub>2</sub>	5,380	0,925	2,56x10 <sup>-4</sup>	20
BB <sub>3</sub>	8,070	1,387	3,58x10 <sup>-4</sup>	20
BB <sub>4</sub>	10,760	1,850	5,13x10 <sup>-4</sup>	25
BB <sub>5</sub>	13,450	2,312	6,42x10 <sup>-4</sup>	25
BB <sub>6</sub>	17,074	2,936	8,15x10 <sup>-4</sup>	32

**Tableau 10: Déterminations des débits et sections pour les CHAMBRES NO(2)**

File H	PUISSANCE FRIGORIFIQUE (kW)	DEBIT (m <sup>3</sup> /h)	SECTION (m <sup>2</sup> )	DIAMMETRE DE LA CANALISATION (mm)
HH <sub>1</sub>	4,400	0,750	2,10x10 <sup>-4</sup>	15
HH <sub>2</sub>	8,800	1,513	4,20x10 <sup>-4</sup>	20
HH <sub>3</sub>	13,200	2,269	6,30x10 <sup>-4</sup>	25
HH <sub>4</sub>	17,600	3,026	8,40x10 <sup>-4</sup>	25
HH <sub>5</sub>	22,000	3,783	1,05x10 <sup>-3</sup>	32
HH <sub>6</sub>	27,804	4,781	1,32x10 <sup>-3</sup>	32

Pour les autres files (C, D, E, F, G) les débits et les sections sont les mêmes que ceux de la file B.

Pour assurer le minimum de confort, la vitesse de circulation de l'eau à l'intérieur du conduit sera toujours inférieure à 1,5 [m/s] et avec une perte de charge toujours inférieure à 20 [mm CE/ml].

L'abaque ci-après indique le diamètre normalisé de canalisation en fonction du débit et vitesse de circulation.

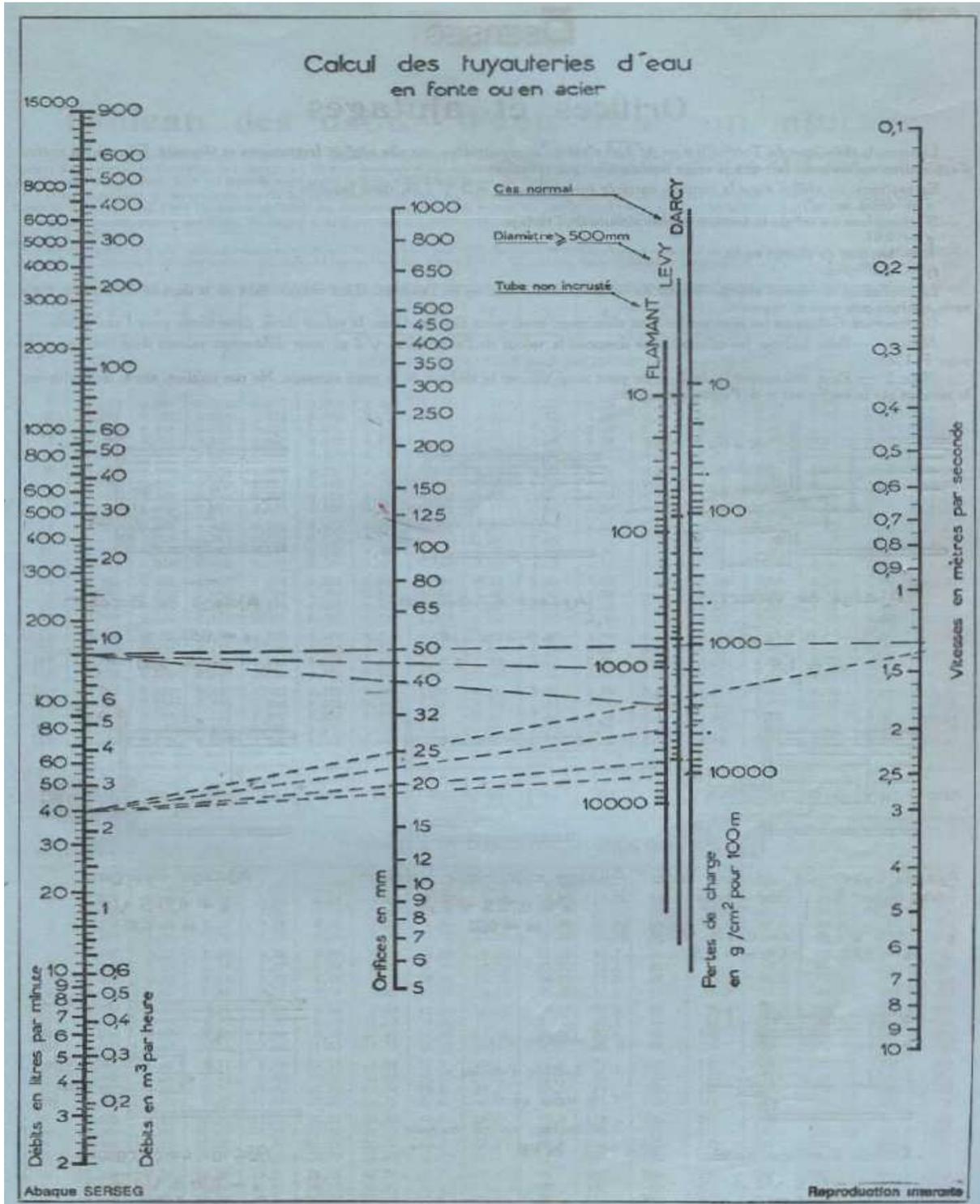


Figure 13 : Abaque pour détermination d'une canalisation

## I.5 Nature

Plusieurs types de canalisation sont disponibles sur le marché.

On peut les classer en deux familles :

- conduit à base de polyéthylène
- conduit à base de métal

	polyéthylène	Acier
<b>coût</b>	cher	moyen
<b>Durée de vie</b>	20 à 30 ans	Plus de 50 ans
<b>Entretien</b>	coûteux	Presque rien Pas d'entretien
<b>Pose</b>	facile	Complexe et demande des techniciens spécialisés

Comme à Madagascar la main d'œuvre reste encore raisonnable, pour notre cas nous allons choisir la canalisation **en acier noir** sans soudure.



## TUBES ACIER TARIFS 3 ET 10

### TUBE ACIER SANS SOUDURE - NFA 49 115

Tube en acier sans soudure, filetable, tarif 3.  
Noirs ou galvanisés intérieurement ou extérieurement  
Lisses ou filetés suivant NFE 03 004

Tous usages courants à température comprise entre -10°C et 110°C, sous pression à température ambiante ≤ 16 bar (PN 16) pour les tubes filetés et ≤ 25 bar (PN 25) pour les tubes lisses, sous réserve des réglementations en vigueur.

### TARIF 3

Dimensions nominales Ancienne appellation (mm)	Ancienne appellation (pouces)	Désignation		Poids (kg/m)
		Ø ext. (mm)	Epaisseur (mm)	
5-10	1/8	10,0	2,00	0,394
8-13	1/4	13,5	2,35	0,650
12-17	3/8	17,2	2,35	0,852
15-21	1/2	21,3	2,65	1,220
20-27	3/4	26,9	2,65	1,580
26-34	1	33,7	3,25	2,440
33-42	1 1/4	42,4	3,25	3,140
40-49	1 1/2	48,3	3,25	3,610
50-60	2	60,3	3,65	5,100
60-70	2 1/4	70,0	3,65	5,970
66-76	2 1/2	76,1	3,65	5,100
80-90	3	88,9	4,05	8,470
90-102	3 1/2	101,6	4,05	9,720
102-114	4	114,3	4,50	12,100
127-140	5	139,0	4,50	15,000

### a) Calorifugeage de canalisation

Les isolations de canalisation seront :

De type **ARMAFLEX** caoutchouc mousse pour le tuyau de diamètre inférieur ou égal à DN 50

### Une gamme complète pour le froid et la climatisation



Support de tuyauterie Armafix.  
Des améliorations décisives : le nouveau support de tuyauterie réalisé en une seule pièce préfabriquée comporte désormais une fermeture autocollante. Sa flexibilité a été considérablement améliorée et il peut être monté en trois étapes. Il est disponible dans toutes les dimensions courantes des épaisseurs H, M et T.

**Gamme disponible :**

- Tubes 
- Plaques 
- Rouleaux 
- Rubans isolants adhésifs 
- Supports de tuyauterie 



De type coquille **styroclim** pour le tuyau de diamètre supérieur à DN 50



Le **STYROCLIM** est un système de calorifuge qui associe :

- Un isolant de nouvelle génération : STYROFOAM BAS LAMBDA sans CFC.
- Une membrane ([ARMACAL](#)) constituée d'un multipléxe ALU-POLYESTER, et

d'un enduit à bases de copolymères acryliques armées d'une grille de verre.

Le **STYROCLIM\*** offre des avantages reconnus et certifiés, particulièrement adaptés aux contraintes du calorifuge dans le domaine de la climatisation : Anti-condensation, Perméabilité à la vapeur d'eau, Pouvoir isolant, Réaction au feu, Dégagement de fumées, Vieillessement.

**b) Caractéristiques Techniques du STYROCLIM :**

**Tableau 11: Caractéristique technique du styroclim**

PROPRIETES :	UNITES	VALEURS
- Conductivité thermique	W/m°C à 10°C	0,026
- Perméabilité à la vapeur d'eau (membrane seule) selon NF H00 030 (Temp. 38°C; 90% H.R.)	g/m <sup>2</sup> /24 h	< 0,1
- Perméabilité mesurée au droit du joint Butyle, après vieillissement selon NF H00 030 (Temp. 38°C; 90% H.R.)	g/m <sup>2</sup> /24h	< 0,5
- Réaction au feu du STYROFOAM BAS LAMBDA	PV CSTB	M1
- Réaction au feu des constituants de la membrane :		
Multipléxe ALU-POLYESTER	PV LNE	M1
Toile de verre	PVCSTB	M0
Enduit de finition	LCPP	M1
- Résistance à la rupture par traction de la membrane (selon NF H00 310)	Newton	248
- Résistance à la perforation dynamique de la membrane (selon NF H00 310)	Newton	82
- Températures limites de service de la tuyauterie	°C	-30 à +70°C

## I.6 Les accessoires du réseau hydraulique

### a) Vanne :

Les vannes servent à **isoler** une partie de machine ou du réseau hydraulique.



Les diamètres inférieurs à **DN50** sont **taraudés** et à partir de **DN65** les normes exigent qu'elles doivent être à **brides**.

### b) Manchon de dilatation

Pendant l'arrêt ou à la première mise en service, l'installation est à la température ambiante et en fonctionnement de la température de l'eau peut atteindre + 5°C en refroidissement, et +50°C en chauffage. Vu la différence de température, la dilatation de canalisation sera inévitable.

Cet appareil assure un double rôle :

- compense la dilatation de l'acier
- évite la transmission de la vibration des moteurs à l'ensemble de reste de réseau.

<p>CODE PRODUIT</p> <p>COMPOSANT</p> <p>LIMITES D'UTILISATION</p> <p>DIMENSIONS ET DEFORMATIONS TOLEREES</p>	<p><b>333 - MANCHON ELASTIQUE ANTIVIBRATOIRE A BRIDES TOURNANTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO PN 16 jusqu'au Ø 150</li> <li>- ISO PN 10 à partir du Ø 200</li> </ul> <p>- Néoprène renforcé d'un toilage nylon.</p> <p>- Pour eau chaude et eau froide.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Température : -10 à +105°C.</li> <li>- Pression : 10 B.</li> </ul>																																																																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ø</th> <th>32</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>65</th> <th>80</th> <th>100</th> <th>125</th> <th>150</th> <th>200</th> <th>250</th> <th>300</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ecartement au repos (mm)</td> <td>L</td> <td>93</td> <td>93</td> <td>99</td> <td>108</td> <td>116</td> <td>129</td> <td>142</td> <td>156</td> <td>177</td> <td>206</td> <td>217</td> </tr> <tr> <td> Compression maxi axiale (mm)</td> <td></td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td> Extension maxi axiale (mm)</td> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>14</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td> Déformation maxi latérale (mm)</td> <td></td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td> Déformation maxi angulaire (degré)</td> <td></td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>			Ø	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	Ecartement au repos (mm)	L	93	93	99	108	116	129	142	156	177	206	217	 Compression maxi axiale (mm)		8	8	8	12	12	18	18	18	25	25	25	 Extension maxi axiale (mm)		4	4	5	6	6	10	10	10	14	14	14	 Déformation maxi latérale (mm)		8	8	8	10	10	12	12	12	22	22	22	 Déformation maxi angulaire (degré)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Ø	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300																																																																				
Ecartement au repos (mm)	L	93	93	99	108	116	129	142	156	177	206	217																																																																				
 Compression maxi axiale (mm)		8	8	8	12	12	18	18	18	25	25	25																																																																				
 Extension maxi axiale (mm)		4	4	5	6	6	10	10	10	14	14	14																																																																				
 Déformation maxi latérale (mm)		8	8	8	10	10	12	12	12	22	22	22																																																																				
 Déformation maxi angulaire (degré)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15																																																																				

<p>CODE PRODUIT</p> <p>COMPOSANTS</p> <p>LIMITES D'UTILISATION</p> <p>DIMENSIONS ET DEFORMATIONS TOLEREES</p>	<p><b>334 - MANCHON ELASTIQUE ANTIVIBRATOIRE TARAUDE.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Néoprène renforcé d'un toilage nylon.</li> <li>- Raccord union en fonte galvanisée.</li> </ul> <p>- Température : -10 °C à +105°C.</p> <p>- Pression : 10 B à 60°C - 8 B à 80°C - 5 B à 100°C.</p>																																											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ø</th> <th>20 x 27</th> <th>26 x 34</th> <th>33 x 42</th> <th>40 x 49</th> <th>50 x 60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ecartement au repos (mm)</td> <td>L</td> <td>165</td> <td>175</td> <td>186</td> <td>186</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td> Compression maxi axiale (mm)</td> <td></td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td> Extension maxi axiale (mm)</td> <td></td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td> Déformation maxi latérale (mm)</td> <td></td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td> Déformation maxi angulaire (degré)</td> <td></td> <td>35</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			Ø	20 x 27	26 x 34	33 x 42	40 x 49	50 x 60	Ecartement au repos (mm)	L	165	175	186	186	200	 Compression maxi axiale (mm)		25	25	25	25	25	 Extension maxi axiale (mm)		6	6	6	6	6	 Déformation maxi latérale (mm)		23	23	23	23	23	 Déformation maxi angulaire (degré)		35	30	30	30	20
	Ø	20 x 27	26 x 34	33 x 42	40 x 49	50 x 60																																						
Ecartement au repos (mm)	L	165	175	186	186	200																																						
 Compression maxi axiale (mm)		25	25	25	25	25																																						
 Extension maxi axiale (mm)		6	6	6	6	6																																						
 Déformation maxi latérale (mm)		23	23	23	23	23																																						
 Déformation maxi angulaire (degré)		35	30	30	30	20																																						

**Emplacement** : à la sortie de chaque machine et dans une longueur rectiligne trop long.

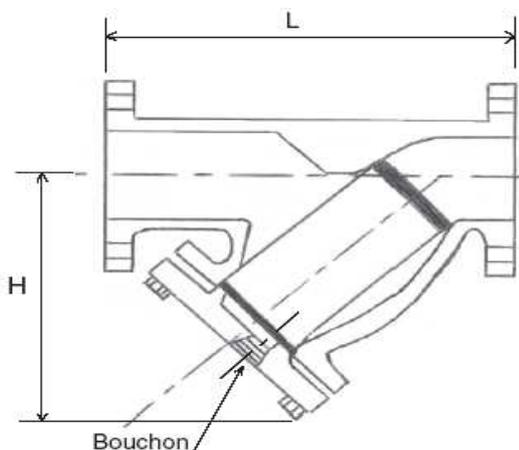
### c) Filtre

Cet équipement permet d'empêcher les débris d'objet pendant le montage, il élimine les saletés de l'eau de remplissage et empêche toutes ces impuretés d'arriver à l'échangeur de chaleur et les pompes de circulation.

APPLICATIONS	- Eau et liquides non saturés.
FABRICANT	- SFV.
CONSTRUCTION	- Corps en fonte ASTM A126 class B. - Joint en fibre. - Tamis en acier inoxydable 304. - Maille : 1,5 mm du DN 50 à 100 mm 3 mm du DN 125 à 200.
DIMENSIONS	- DN 50 à 200 mm.
RACCORDEMENT	- A brides ISO PN 10 / PN 16.
ECARTEMENT	- Face à face EN 558/1, DIN 3202/1 ligne F1.
LIMITES D'UTILISATION	- Pression : 16 bar à 110°C.

ENCOMBREMENT

Ø	50	65	80	100	125	150	200
L	230	290	310	350	400	480	600
H	120	140	165	220	260	300	360
Ø Bouchon	15	25	25	30	30	40	40
Poids (lbs)	40	52	86	160	210	400	620



CODE PRODUIT **391** - Filtre à tamis à brides comme modèle 392, mais :  
- Avec robinet de vidange.

DIMENSIONS - DN 65 à 200.



**Emplacement** : côté aspiration de la pompe.

#### d) Contrôleur de débit

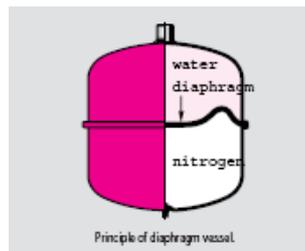
Cet appareil de sécurité permet d'arrêter le fonctionnement de la pompe et le système de refroidissement en cas d'absence de circulation d'eau.



**Emplacement** : côté aspiration.

#### e) Vase d'expansion

C'est un ballon qui assure la compensation de la dilatation de l'eau.



#### f) Ballon tampon

C'est un réservoir qui permet d'éviter l'anti court cycle (démarrage fréquent) du groupe frigorifique en utilisant l'inertie de l'eau.

#### g) Purgeur d'air

Comme l'air est très nuisible au fonctionnement du circuit, cela entraîne soit :

- une difficulté d'avoir une pression de fonctionnement de circuit d'eau stable.
- une cavitation de la pompe

Cet appareil a pour rôle d'éliminer automatiquement l'air présent dans le circuit.



## Purgeurs d'air automatiques



### INSTALLATION

L'appareil doit être installé partout où une purge est nécessaire : en point haut de canalisation, de séparateur d'air et de dégazeur.

Dans une distribution d'eau chaude sanitaire, le DTU ART.3-4 précise : "Des dispositifs de purge de gaz doivent être installés aux points suivants du réseau de distribution d'eau :

- points où la pression de l'eau dans la tuyauterie en acier galvanisé subit une diminution brusque de 3 bars ou plus.
- point haut d'un dispositif de réchauffage par mélange ou par échange.
- points hauts des colonnes montantes d'eau chaude.
- point de retour d'un circuit d'eau chaude raccordé sur une tuyauterie d'eau froide".

Il y a lieu d'installer cet appareil dans un endroit accessible afin qu'il puisse être aisément vérifié et entretenu. L'orifice de sortie doit être raccordé à un point de vidange. Il est souhaitable de prévoir un robinet d'isolement.

### ENTRETIEN MAINTENANCE

Le DTU 6-1 de février 77 dans son article 4-4 souligne : " Il y a lieu de contrôler régulièrement le fonctionnement des dispositifs de purge de gaz".

L'entretien des VALMATIC 15 et 22 est particulièrement facile. Après ouverture du couvercle, une seule vis en inox permet de démonter tout le mécanisme pour nettoyage ou échange.

### ENCOMBREMENT

code	Ø	H
15	120	138
22	130	160

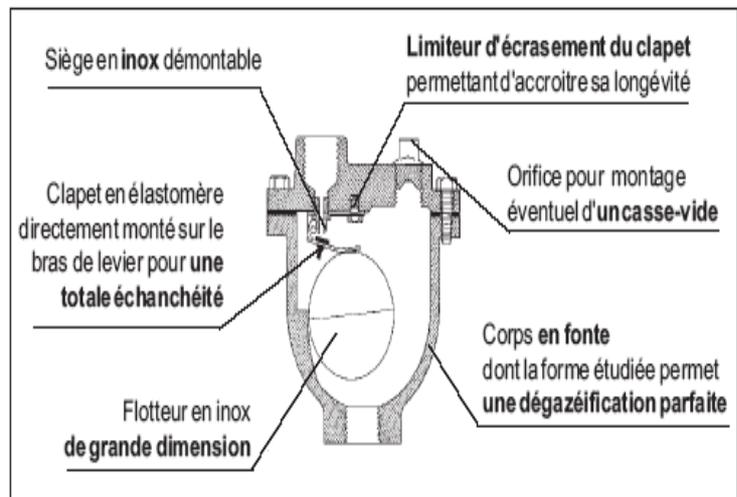
Dimensions exprimées en mm.

### GARANTIE



### AGREMENT

Factory Mutual.



**Emplacement** : partie la plus haute de l'installation (tête de colonne ou poche d'air)

### h) Manomètre et thermomètre

Lors de la mise en service de l'installation, on doit savoir et régler tous les points de fonctionnement du circuit hydraulique (pression et température de départ et retour échangeur, . . .).

Ces appareils permettent de lire sans difficulté ces paramètres.



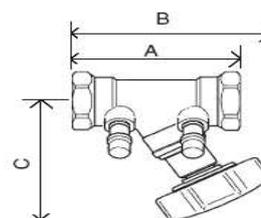
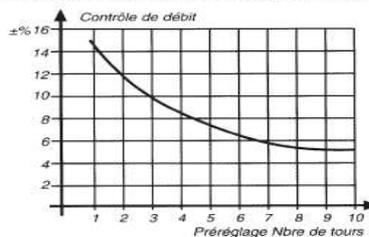
**Emplacement** : à l'entrée et sortie de l'échangeur.

### i) Vanne d'équilibrage de débit

Comme la puissance est en fonction du débit d'eau qui circule dans l'échangeur et les terminaux, les débits de chaque circuit doivent être exacts et réglés avec une précision, pour avoir une valeur exacte de la puissance.

Cet appareil permet d'avoir ce réglage exact

FABRICANT	- ESBE.																																								
PARTICULARITES	- Totalement étanche à 16 bar de pression, même avec des fluides chargés d'impuretés. - Précision optimale à $\pm 5\%$ lorsque la vanne est entièrement ouverte.																																								
AGREMENTS	- Rapport d'essais favorables du CSTB n° HS 99-092.																																								
CONSTRUCTION	- Corps en laiton DZR (non dézincifiable). - Joint en EPDM.																																								
DIMENSIONS	- De 10 à 50 mm.																																								
LIMITES D'UTILISATION	- Températures : $-10$ à $+110^{\circ}\text{C}$ . - Pression : 20 bar.																																								
PERTES DE CHARGE	- Voir abaques au verso.																																								
ENCOMBREMENT	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\varnothing</math></th> <th>12x17</th> <th>15 x 21</th> <th>20 x 27</th> <th>26 x 34</th> <th>33x42</th> <th>40x49</th> <th>50x60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>80</td> <td>86</td> <td>90</td> <td>102</td> <td>120</td> <td>132</td> <td>154</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>111</td> <td>111</td> <td>114</td> <td>120</td> <td>126</td> <td>138</td> <td>148</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>96</td> <td>96</td> <td>108</td> <td>111</td> </tr> <tr> <td>Poids*</td> <td>0,50</td> <td>0,53</td> <td>0,58</td> <td>0,77</td> <td>1,20</td> <td>1,50</td> <td>2,30</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) en kg.</p>	$\varnothing$	12x17	15 x 21	20 x 27	26 x 34	33x42	40x49	50x60	A	80	86	90	102	120	132	154	B	111	111	114	120	126	138	148	C	95	95	95	96	96	108	111	Poids*	0,50	0,53	0,58	0,77	1,20	1,50	2,30
$\varnothing$	12x17	15 x 21	20 x 27	26 x 34	33x42	40x49	50x60																																		
A	80	86	90	102	120	132	154																																		
B	111	111	114	120	126	138	148																																		
C	95	95	95	96	96	108	111																																		
Poids*	0,50	0,53	0,58	0,77	1,20	1,50	2,30																																		
CONSEILS D'UTILISATION	- Respecter la règle des 5 $\varnothing$ amont et 2 $\varnothing$ aval.																																								



#### ACCESSOIRES :

##### 8101 - Robinet de vidange et de mesure

- Corps en laiton "DZR".
- Bille en laiton chromé dur.
- Joint en PTFE. Joint de raccordement en EPDM.
- Fileté 12x17.

##### 8104 - Rallonge de prise de pression pour calorifuge - Longueur : 30 mm.

- Avec étanchéité par joint O-ring.

##### 8103 - Coquille calorifuge préformée.

**Emplacement**, sur les circuits principaux et piquages secondaires.

### j) Pompe de circulation

C'est la pompe qui assure et maintient la circulation d'eau dans l'ensemble du circuit hydraulique.

Elle est déterminée à partir de la puissance du groupe de refroidissement c'est-à-dire le débit nécessaire et l'ensemble des pertes de charge du réseau hydraulique.

Une pompe est caractérisée par sa courbe de fonctionnement. C'est une courbe de hauteur manométrique en fonction du débit.

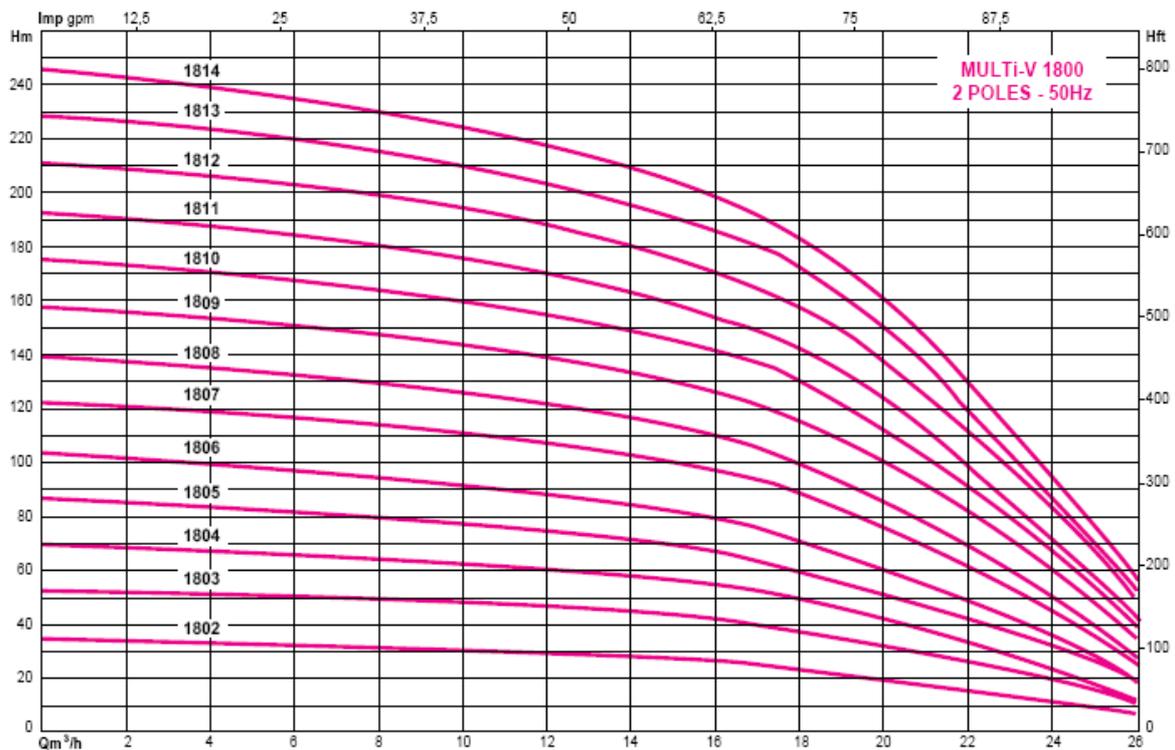


Figure 14 : courbe de fonctionnement d'une pompe

Alors, pour déterminer une pompe, il faut savoir le débit à fournir ainsi que les pertes de charge que la pompe doit vaincre.

#### CALCUL DU DEBIT

$$P = Q/t = \frac{m c \Delta\theta}{t} = \dot{m} c \Delta\theta$$

Convention des constructeurs et standardisation ASHRAE des appareils :

Sortie échangeur de production +7°C

Entrée échangeur de production +12°C

$$\rightarrow P = 1,163 \dot{m} \Delta\theta$$

$$\rightarrow \dot{m} = \frac{P}{1,163 \Delta\theta} \quad (11)$$

D'après le paragraphe I.3, cette valeur de puissance est de **261,225[KW]**

Soit un débit de **44.9 [m<sup>3</sup>/h]**

### PERTE DE CHARGE

Les pertes de charge sont fonction :

- Du débit
- De la vitesse de circulation
- Des diamètres de canalisations
- De la longueur de canalisations

Il existe 2 types de pertes de charge :

- Perte de charge linéique par frottement de fluide sur la paroi de canalisation.

Plusieurs chercheurs ont donné des formules pour le calcul de cette perte de charge comme FLAMANT, DARCY,....

Nous allons prendre celle de DARCY pour sa simplicité d'exploitation.

$$J = \frac{\lambda}{D} x \frac{V^2}{2g} \quad (12)$$

**J** : pertes de charge en fonction de la nature de la canalisation (en m de charge de charge fluide par m de tuyau)

**λ** : coefficient de pertes de charge

**D** : diamètre intérieur

**V** : vitesse de fluide en [m/s]

**g** : accélération de la pesanteur en [m/s<sup>2</sup>]

- pertes de charge singulières dues aux accessoires (coudes, tés, robinetteries,...)

Il est possible de résoudre le problème de 3 manières différentes.

#### **Méthode directe**

Il est admis de considérer la valeur des pertes de charges singulière égale a 15% des pertes de charge linéaires.

## Méthode des longueurs équivalentes

Chaque accessoire de tuyauterie (coudes, tés, équivalentes, robinetterie,...) est remplacé par une longueur droite de même diamètre dont la perte de charge est égale à celle de l'accessoire.

Le tableau ci-après nous résume ces longueurs équivalentes.

EQUIVALENCES DES PERTES DE CHARGES DES ACCESSOIRES EN LONGUEURS DROITES DE TUYAUTERIES										
Pour obtenir la longueur équivalente en ml, il suffit de multiplier le diamètre de l'accessoire en mètre par son coefficient ou de lire la valeur dans le tableau des valeurs pré calculées.										
Exemple : vanne à passage direct DN 150 = 0.15 x 9=1.35 [ml] d'équivalent tuyauterie										
Désignation	coeff	Tableau de longueurs équivalentes pré calculées en [ml]								
		15	20	25	32	40	50	65	80	100
<b>robinetterie</b>										
Vanne à passage direct	9	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,45	0,59	0,72	0,90
Robinet à boisseau sphérique	12	0,18	0,24	0,30	0,38	0,48	0,60	0,78	0,90	1,20
Robinet à soupape normal	400	5.00	8.00	10.00	12.80	18.00	20.00	26.00	32.00	40.00
Robinet à soupape équerre	200	3.00	4.00	5.00	6.40	8.00	10.00	13.00	16.00	20.00
Filtre à tamis	620	9.30	12.40	15.50	19.84	24.80	31.00	40.00	49.00	62.00
Clapet de non retour à battant	120	1.00	2.40	3.00	3.84	4.00	5.00	7.80	8.80	12.00
Clapet de non retour à clapet guidé	480	6.90	9.20	11.50	14.72	18.40	23.00	29.90	36.80	46.00
Clapet à boule	60	0.90	1.20	1.50	1.82	2.40	3.00	3.90	4.80	6.00
<b>raccords</b>										
Coude 90° taraudé	40	0.60	0.90	1.00	1.28	1.80	2.00	2.60	3.20	4.00
Coude 90° à bridés ou à souder	13	0.20	0.28	0.33	0.42	0.52	0.65	0.85	1.04	1.30
Té entrée latérale 30°	55	0.80	1.10	1.30	1.76	2.20	2.76	3.80	4.40	5.50
Té entrée latérale 45°	30	0.45	0.60	0.75	0.96	1.20	1.50	1.95	2.40	3.00
Té entrée latérale 90°	21	0.32	0.42	0.53	0.67	0.84	1.05	1.37	1.68	2.10
Entrée de réservoir	21	0.32	0.42	0.53	0.67	0.84	1.05	1.37	1.68	2.10
Sortie de réservoir	44	0.68	0.88	1.10	1.41	1.76	2.20	2.86	3.52	4.40
<b>réduction</b>										

Cône long S: d/D= 0,80	1.1		0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11
Cône long : d/D=0,70	1.6		0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.165
Cône long :d/D=0,60	2		0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20
Cône long :d/D=0,50	2.3		0.05	0.06	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.23
Cône long: d/D=0,40	2.5		0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.25
Cône court : d/D= 0,80	8.5		0.11	0.14	0.18	0.22	0.28	0.38	0.44	0.55
Cône court :d/D=0,70	9		0.18	0.23	0.29	0.36	0.45	0.69	0.72	0.80
Cône court : d/D= 0,60	12		0.24	0.30	0.38	0.48	0.60	0.78	0.96	1.20
Cône court : d/D =0,50	14		0.28	0.35	0.45	0.58	0.70	0.91	1.12	1.40
Cône court : d/D=0,40	16		0.32	0.40	0.51	0.64	0.80	1.04	1.28	1.60
<b>augmentation</b>										
Cône long :d/D=0,80	1.9		0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.19
Cône long : d/D=0,70	3.7		0.07	0.08	0.12	0.15	0.18	0.24	0.30	0.37
Cône long : d/D=0,60	5.6		0.11	0.14	0.18	0.22	0.29	0.36	0.45	0.55
Cône long :d/D=0,50	7.5		0.15	0.19	0.24	0.30	0.38	0.49	0.60	0.70
Cône long :d/D=0,40	9.5		0.18	0.24	0.30	0.38	0.48	0.62	0.76	0.82
Cône court d :D=0,80	4.5		0.09	0.11	0.14	0.18	0.23	0.29	0.38	0.45
Cône court :d/d=0,70	10		0.20	0.25	0.32	0.40	0.60	0.65	0.80	1.00
cône court :d/D=0,60	17		0.34	0.42	0.54	0.68	0.85	1.11	1.38	1.70
cône court : d/D=0,50	24		0.48	0.60	0.77	0.96	1.20	1.56	1.92	2.40
cône court :d/D=0,40	30		0.50	0.75	0.94	1.30	1.50	1.80	2.40	3.00

**Tableau 12: Equivalence des pertes de charge des accessoires en longueurs droites de tuyauteries**

La longueur totale de la canalisation ainsi que les nombres d'accessoires sont obtenus à partir de la lecture du plan.

En utilisant le tableau ci-dessus, nous trouvons une longueur totale de **450[m]**.

Les pertes de charge sont alors égales à **450[m] x 20[mm CE/m] = 9000 [mm CE] = 9 [m CE]**

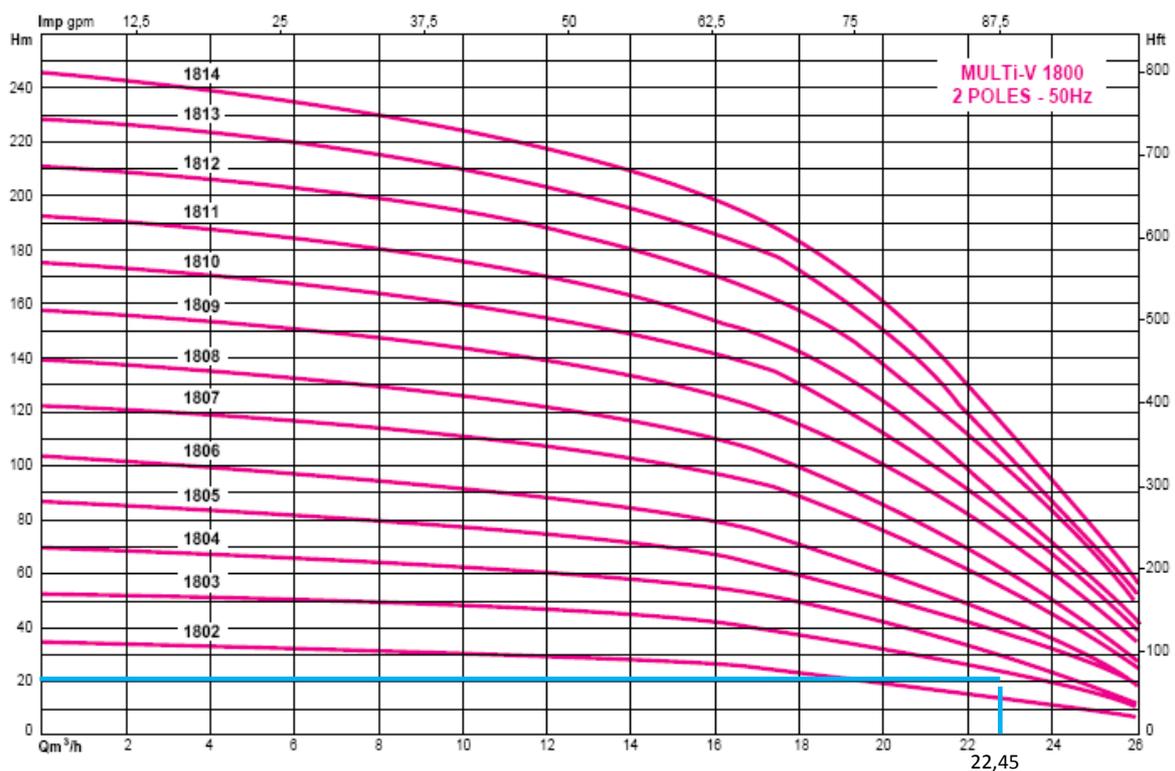
A cette valeur s'ajoute la perte de charge de l'échangeur du groupe refroidisseur du liquide **7[m CE]** et celle du ventilateur convecteur **4[m CE]**

**Le point de fonctionnement de la pompe sera alors :**

**Débit = 44.9 [m<sup>3</sup>/h]**

**Hauteur = 20[m CE]**

### Choix de la pompe avec un extrait de catalogue Salmson



**Figure 15: choix de la pompe**

D'après ces courbes de fonctionnement, il nous faudrait **2 pompes MULTI V 1803**.

La pompe de circulation et certains éléments sont groupés dans un module appelé module hydraulique.

Ci-après le schéma de principe du module hydraulique

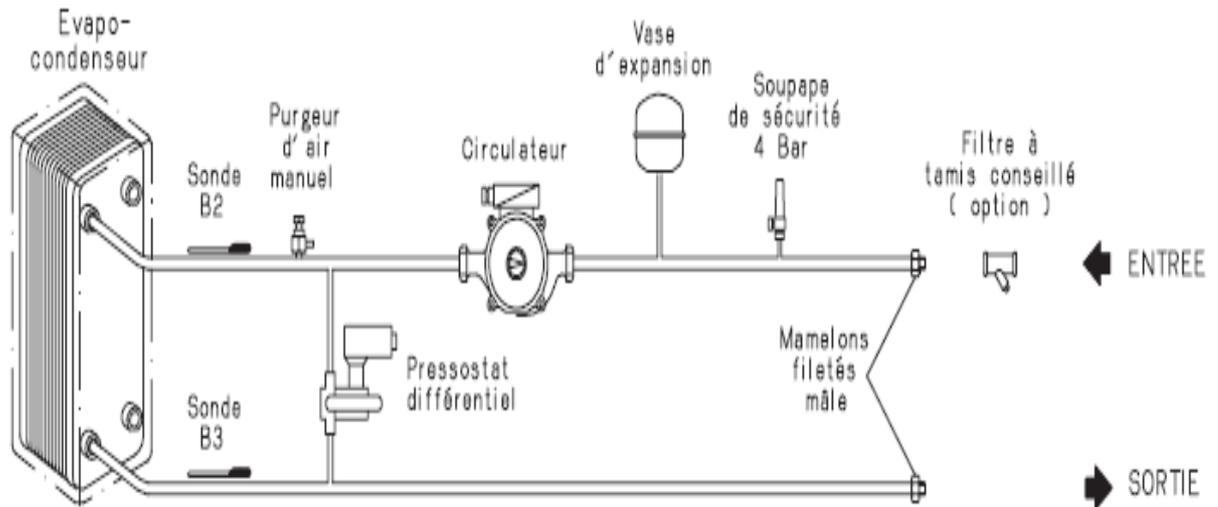


Figure 16: Schéma de principe du module hydraulique

### k) Production ou groupe d'eau glacée



La puissance est égale au total des besoins ou apports calorifiques avec le coefficient de foisonnement.

Cette puissance était calculée dans le **paragraphe I.3**

#### Réseau frigorifique

Ci après le schéma du circuit frigorifique du groupe d'eau glacée réversible.

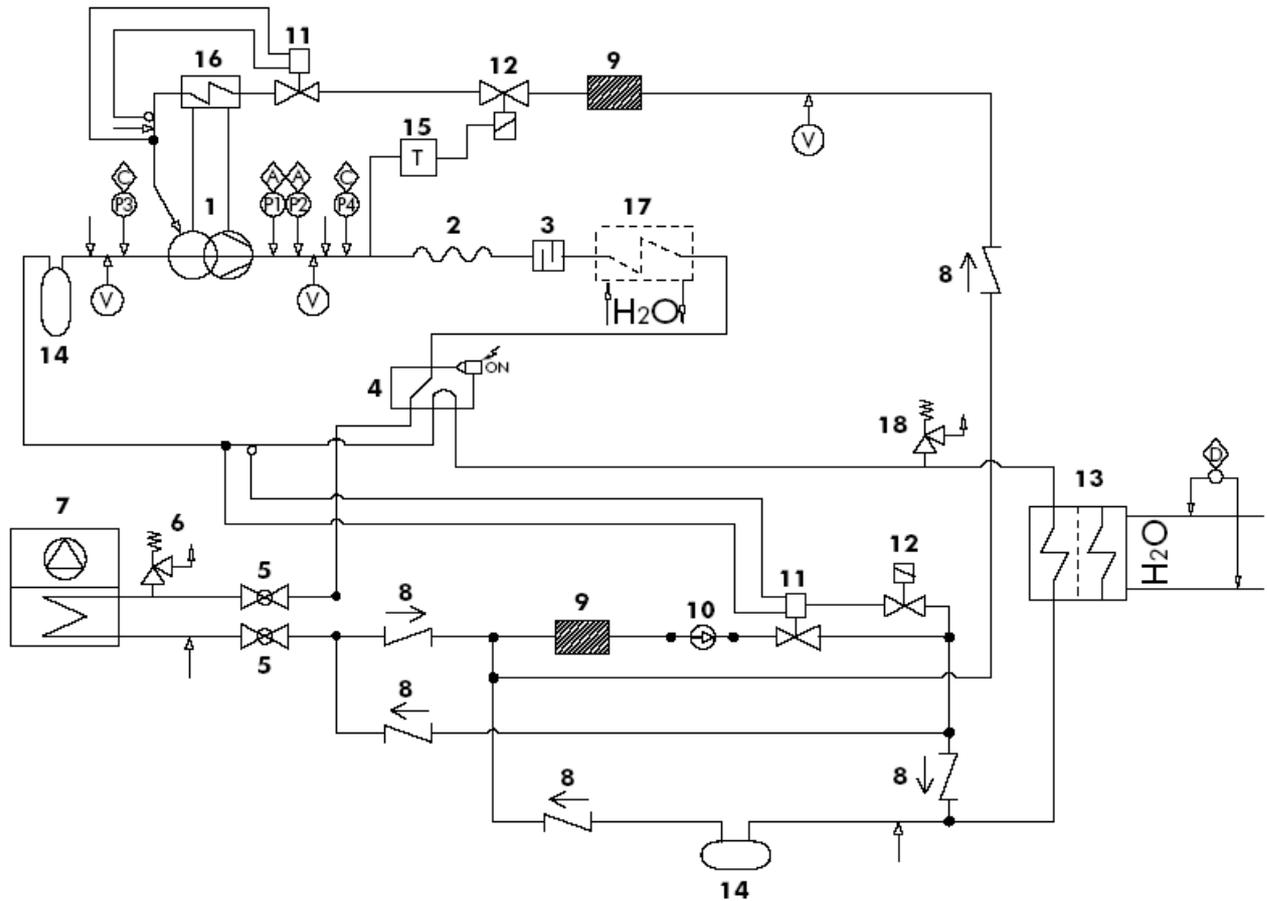


Figure 17: Schéma du circuit frigorifique d'un groupe d'eau glacée

Composants :

- 1) Compresseur à vis
- 2) Tuyau flexible
- 3) Silencieux
- 4) Vanne 4 voies d'inversion de cycle
- 5) Vanne liquide
- 6) Soupape de sécurité
- 7) Batterie de condensation
- 8) Clapet anti-retour
- 9) Filtre déshydrateur
- 10) Voyant liquide
- 11) Détendeur thermostatique
- 12) Vanne solénoïde

- 13) Échangeur à plaques (évaporateur)
- 14) Séparateur de liquide
- 15) Thermostat
- 16) Refroidisseur d'huile
- 17) Désurchauffeur (en option)
- 18) Soupape de sécurité

-  Clapet anti-retour  
 Points de tirage au vide  
 Prises de pression et points de charge/décharge réfrigérant

Organes de sécurité :

-  Pressostat haute pression
-  Transducteur
-  Pressostat différentiel d'eau

A partir de la puissance calculée, de catalogues des constructeurs nous donnent des choix de groupe à installer.

Dans notre cas nous choisissons le constructeur YORK par rapport à la réputation de ses produits.

## l) Compresseur



Scroll compressor

Actuellement en moyenne puissance, la tendance est du type Scroll par sa robustesse, son prix et sa simplicité.

Par contre, ce compresseur est très sensible aux inversions du sens de rotation du moteur.

Un contrôleur d'ordre de phase doit être installé en série avec les sécurités de circuit de commande du coffret électrique.

## m) Evaporateur

L'évaporateur utilisé doit être un échangeur à eau.

Par rapport à son coût nous allons utiliser un échangeur à plaques

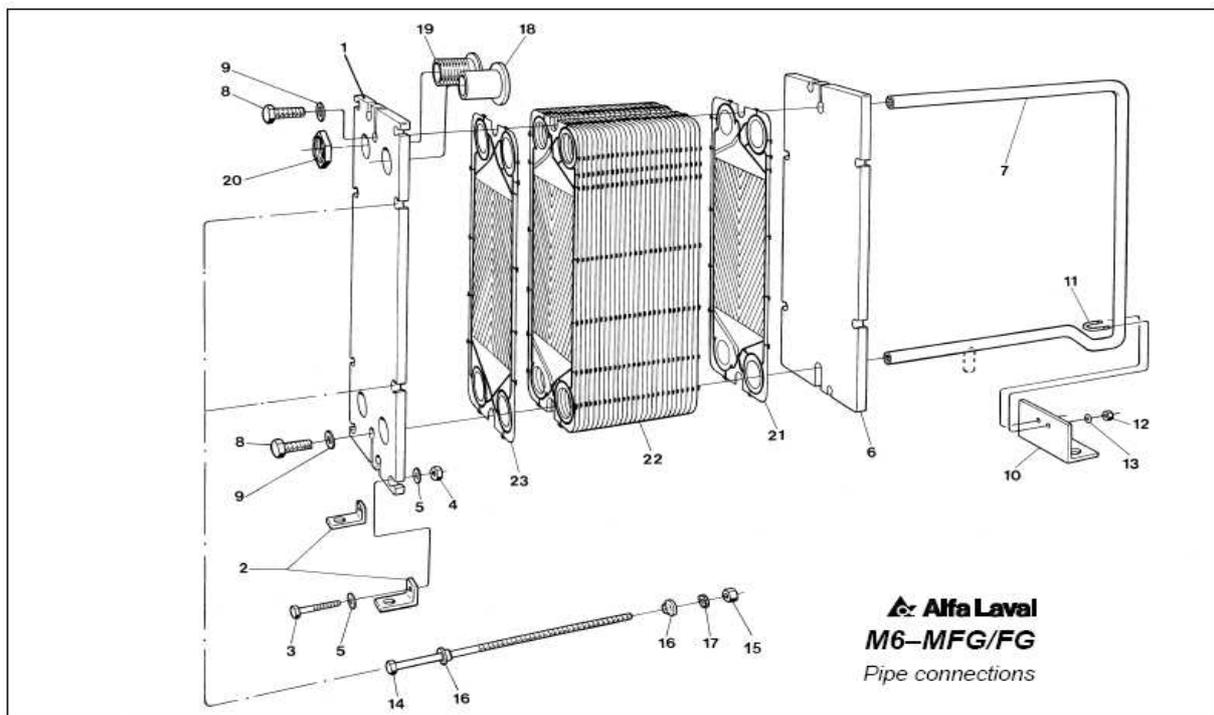


Figure 18: Schéma d'un échangeur à eau

**n) Condenseur.**

C'est un échangeur de chaleur qui permet la condensation du fluide frigorigène surchauffé à la sortie du compresseur.

A la sortie du condenseur, le fluide frigorigène est complètement à l'état liquide avec un sous refroidissement de 4 à 8°C.

Nous appelons cet appareil condenseur mais il assurera le rôle d'évaporateur en mode chauffage, dans notre cas c'est un condenseur à air.

**o) Electro vanne 4 voies**

C'est une vanne magnétique qui change le sens de circulation du fluide frigorigène en fonction du mode fonctionnement voulu (froid ou chaud).

**p) Filtre déshydrateur**

C'est un équipement qui permet d'absorber l'humidité non évacuée pendant le tirage à vide du circuit.

Il retient en même temps les saletés présentes dans le circuit frigorifique.



**q) Terminal**

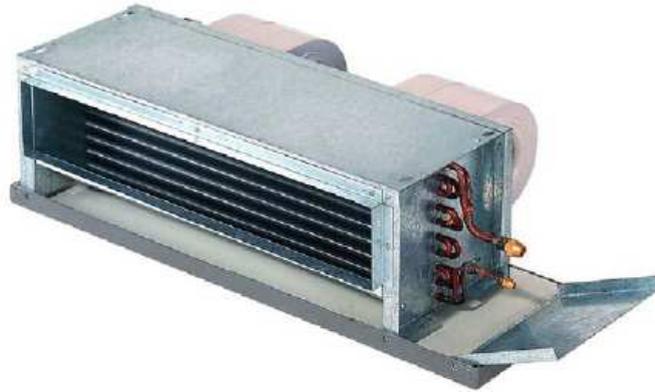
Les unités terminales sont des échangeurs de chaleur eau/air.

L'appareil aspire l'air ambiant du local, le refroidit en passant par un filtre et le refoule dans le local à refroidir.

Il existe plusieurs types de ventilo- convecteur : mural, allège, cassette, gainable,....

Dans notre cas, nous utilisons le type gainable encastrable dans les faux plafonds qui est très discret et s'adapte bien à l'architecture de la chambre.

Pareillement, pour uniformiser le constructeur nous allons prendre des ventilo-convecteur de marque **YORK** (extrait catalogue)



## **r) Régulation**

### **Régulation de la production :**

La régulation de la production se fera par une sonde thermostatique au niveau de la température de retour d'eau glacée.

La sonde capte la température de retour d'eau après utilisation et coupe le circuit de commande quand celle-ci est égale à la température de réglage choisie.

Cette sonde est intégrée dans un automate programmable conçu pour chaque appareil selon le constructeur.

### **Régulation du circulateur :**

La circulation d'eau doit être continue et pas de régulation pour avoir une température uniforme dans l'ensemble du circuit.

### **Régulation des ventilo-convecteurs :**

La régulation de ces appareils se fait par l'intermédiaire d'une vanne à trois voies commandée par un thermostat d'ambiance placé dans le local.

## CHAPITRE III : VENTILATION MECANIQUE CONTROLEE

### I. GENERALITES :

La Ventilation Mécanique Contrôlée (V.M.C) : Système visant à effectuer un renouvellement d'air permanent dans les logements. L'air circule dans les pièces principales de la maison (séjour, chambre, salle à manger, bureau, . . . .) vers les pièces techniques (cuisine, w.c, salle de bains, . . .).

L'air neuf rentre dans les pièces principales par des entrées d'air situées dans les menuiseries puis circule à l'intérieur du logement et est extrait par des bouches situées dans les pièces techniques.

Il y a deux types de V.M.C :

V.M.C simple flux

V.M.C double flux

•**V.M.C simple flux**, l'air neuf pénètre directement dans le logement par des entrées d'air situées au dessus des fenêtres dans les pièces de vie (séjour, chambre, bureau. . . .), passe sous les portes et est extrait par des bouches d'extraction situées dans les pièces de service (cuisine, salle de bains, WC,.....).

•**V.M.C double flux**, est un système de ventilation qui assure la filtration et l'extraction de l'air vicié des pièces de service (cuisines, salle de bains, WC,....) et qui, simultanément, assure l'insufflation de l'air neuf filtré dans les pièces de vie (séjour, chambre, bureau....).

#### I.1 But :

Assurer une condition hygiénique des occupants.

Les arrêtés 1982 sont les textes fondateurs de la ventilation des logements.

Plusieurs normes sont sorties pour le respect de cette hygiène.

Un renouvellement d'air de  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  par personne doit être assuré.

**LES DIFFERENTES PROCEDES**

<b>Systèmes de base</b>	<b>Habitat individuel</b>	<b>Habitat collectif et locaux tertiaires</b>
<b>Ventilation naturelle</b> (Tirage thermique et Vent)	VNA et VNH  Ventilation Naturelle Auto ou Hygroréglable	VNR  Ventilation Naturelle Réhabilitée hygroréglable et conduits shunts
<b>Ventilation Mécanique</b> (Auto ou Hygroréglable)	VMC simple flux  VMC double flux, avec ou sans récupérateur	VMC simple flux  VMC double flux, avec ou sans récupérateur  VMA asservie en locaux tertiaires
<b>Ventilation Mécanique Gaz</b> (Auto ou Hygroréglable)	VMC Gaz classique  VMC Gaz condensation	VMC Gaz classique  VMC Gaz inversée  VMC Gaz condensation  VMC Gaz 3CE conduit collectif pour chaudières étanches

**DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES FONDAMENTALES**

**Locaux d'habitation (à partir du 01/01/1996)**

**CCH Art R111-9**

- « L'aération des logements doit pouvoir être générale et permanente en toute saison. »
- « La circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service. » (La VMC et la VN sont autorisées)
- « Débits à extraire dans les pièces de service en fonction du nombre de pièces principales en [ m<sup>3</sup>/h ] » (Débits maximaux de référence)

Nb de pièces principales	Cuisine	Salle de bains (avec ou sans WC)	Autre salle de bains	WC unique	WC multiples
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 & +	135	30	15	30	15

- « Des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire ces débits » (Cas de la VMC avec deux allures)

Nb de pièces principales	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal en [m <sup>3</sup> /h]	35	60	75	90	105	120	135
Débit minimal en cuisine en [m <sup>3</sup> /h]	20	30	45	45	45	45	45

- « Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement... » (Cas de la VMC Hygro-réglable)

Nb de pièces principales	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal en [m <sup>3</sup> /h]	10	10	15	20	25	30	35

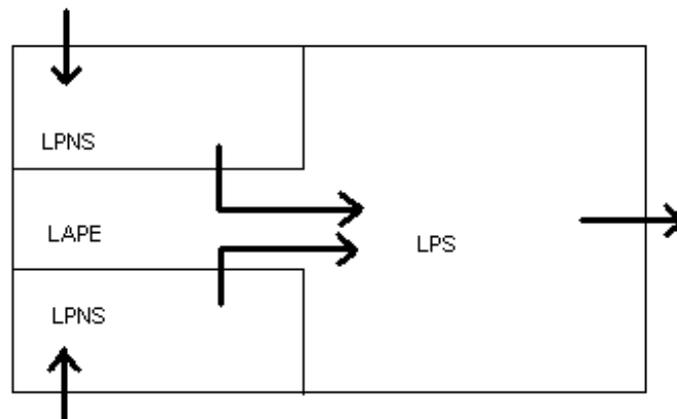
- « En cas d'installation d'appareils à combustion dans un logement, le système d'aération doit pouvoir assurer les débits nécessaires à leur bon fonctionnement. »...« Qu'il s'agisse de conduit à tirage naturel ou de dispositif mécanique, une évacuation des produits de combustion d'appareils à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés, raccordés, peut servir de sortie d'air... » (Cas des VMC Gaz)

**CCH Art R111-1**

- « Le niveau de pression acoustique normalisé du bruit engendré par une installation de ventilation mécanique en position de débit minimal ne doit pas dépasser 30dB(A) dans les pièces principales et 35dB(A) dans les cuisines de chaque logement, bouches d'extraction comprises. Le niveau de pression acoustique normalisé du bruit engendré dans des conditions normales de fonctionnement ne doit pas dépasser 30dB(A) dans les pièces principales et 35dB dans les cuisines des autres logements. »

**Code du Travail Art R232 et R235**

- « La ventilation des locaux à pollution non spécifique (Seule présence humaine) doit s'effectuer par introduction d'air neuf pris à l'extérieur sans transit par d'autres locaux. Les locaux à présence très épisodique (circulation, archives, dépôts) sont ventilés par l'intermédiaire des locaux adjacents sur lesquels ils ouvrent. Les locaux à pollution spécifique (sanitaires, cuisines, locaux avec émission de produits nocifs) sont ventilés, soit par introduction d'air neuf, ou plus généralement par de l'air provenant de locaux à pollution non spécifique. » (Principe du balayage)



- Les débits spécifiques de ventilation, fonctions de la nature et de l'occupation des locaux, sont définis par le Code du Travail pour les locaux tertiaires, et par le Règlement Sanitaire Départemental Type pour les ERP. Tous ces débits sont recensés dans le **DTU Exemples de solutions (10/1988 n°293 2286)**. A noter les dispositions du décret 92-478 (Loi Evin), qui

impose pour les zones fumeurs un volume de 7 [m<sup>3</sup>] par occupant en ventilation naturelle, ou un débit de renouvellement d'air de 7[l/s] par personne en ventilation mécanique.

- Au niveau de la Nouvelle Réglementation Acoustique pour les ERP, le niveau de pression acoustique normalisé, engendré par un équipement technique du bâtiment en fonctionnement continu (Cas des ventilations mécaniques) ne doit pas dépasser 33, 38 ou 43 dB(A) selon la nature des locaux (exemple des bâtiments d'enseignement : 33dB au CDI et dortoirs, 38dB dans les salles de cours, 43dB dans les autres locaux).

### VMC SIMPLE FLUX EN HABITAT COLLECTIF

Les entrées d'air auto ou hygroréglable sont les plus utilisées.

Par contre les bouches d'extraction sont raccordées pour chaque pièce de service, et par hauteur d'étage sur des colonnes qui débouchent en toiture terrasse dans des *tés souches*. Ces tés sont reliés par un réseau horizontal (traînasses) à un caisson d'extraction pouvant être muni d'un conduit de refoulement.

En l'absence de toiture terrasse, ou en présence d'un bâtiment pyramidal, les réseaux peuvent être inversés vers le bas (VMC inversée), la collecte et le rejet de l'air vicié s'effectuant au rez-de-chaussée ou en sous-sol.

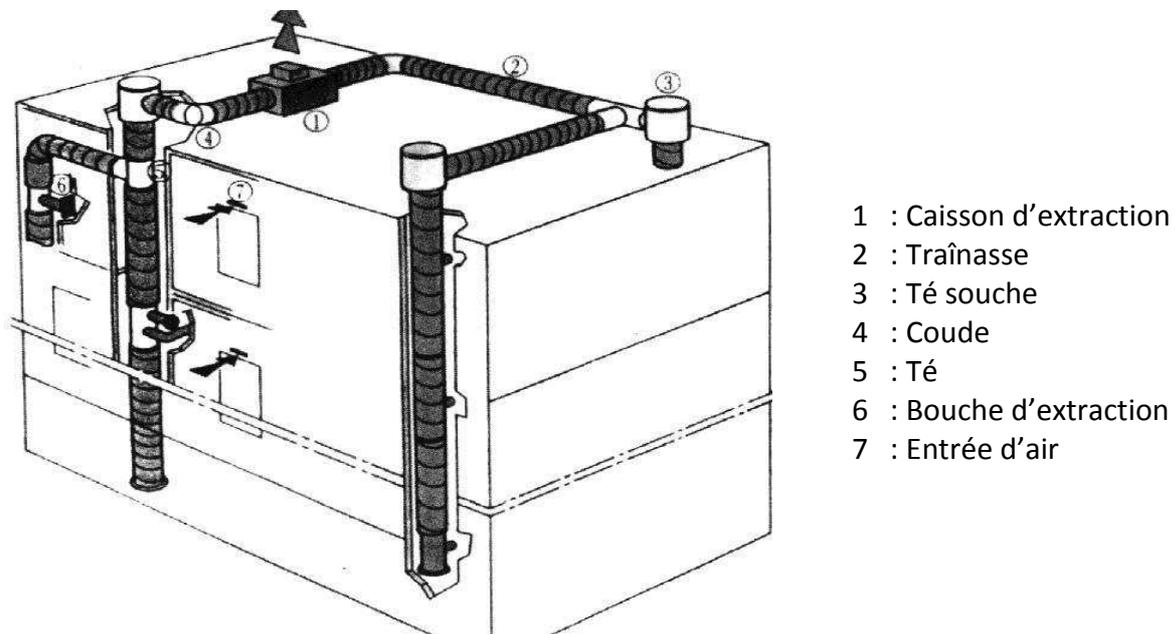


Figure 19 : VMC simple flux

**Technologie :**

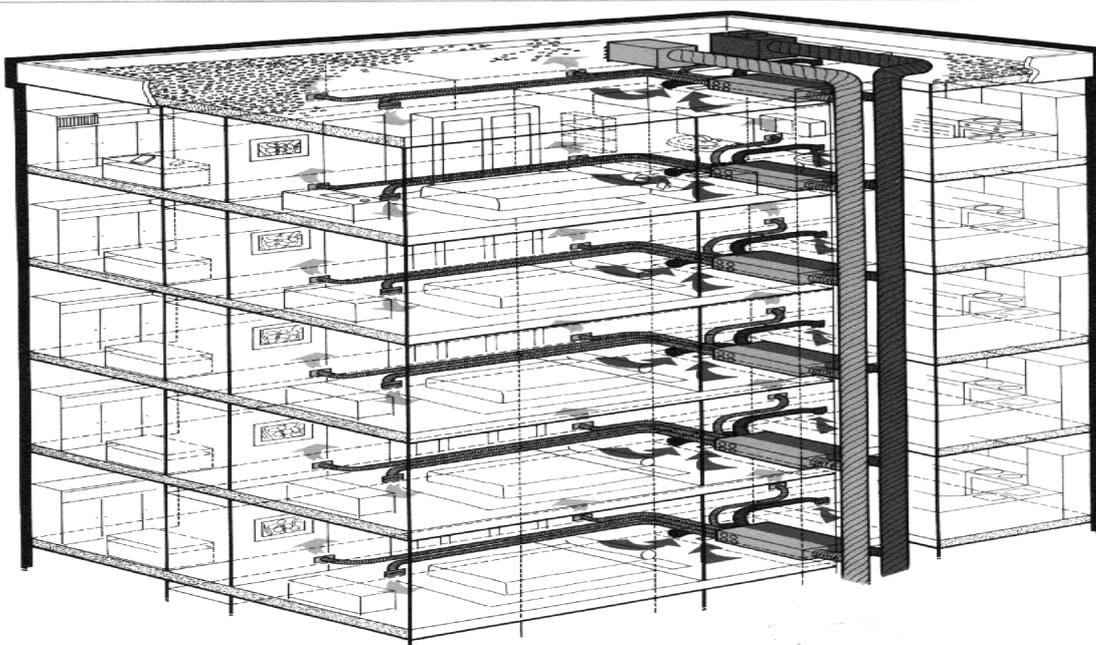
- Les conduits spiralés rigides sont réalisés en tôle galvanisée, en hauteur d'étage (2,47m). Les constructeurs proposent également en tôle galvanisée un ensemble d'accessoires : réductions, coudes, tés, tés souches, registres d'équilibrage,... Les bouches d'extraction sont raccordées par des conduits semi-rigides galvanisés.

- Les ventilateurs des caissons d'extraction sont des ventilateurs centrifuges à action et double ouïe d'aspiration, présentant une courbe pression-débit plate, qui leur permet de s'adapter facilement à d'importantes variations de débit. Ils sont entraînés par deux courroies trapézoïdales par sécurité et possèdent souvent deux vitesses de rotation 1000 et 1500[t/mn]. Les gammes de débit s'échelonnent entre 100 et 15000 [m<sup>3</sup>/h] en autoréglable et 6500[m<sup>3</sup>/h] en hygroréglable.

**VMC DOUBLE FLUX EN HABITAT COLLECTIF**

**Principe :**

Deux réseaux, d'insufflation et d'extraction sont nécessaires. Ils desservent, par deux colonnes adjacentes, tous les niveaux du bâtiment. Un échangeur à plaques individuel est placé dans chaque appartement. Les groupes moto-ventilateurs sont implantés en toiture terrasse, dans les combles ou en sous-sol. Les bouches d'extraction sont auto réglables. Des options Gaz, avec extraction et récupération des calories sur les produits de combustion de chaudières individuelles, sont proposées par les constructeurs.



**Figure 20 : VMC double flux**

Par rapport au cout de l'installation, nous allons utiliser le système simple flux. Dans notre cas, une extraction centralisée mécanique sera installée et qui extrait les airs viciés des sanitaires, ceci entraîne les locaux en dépression par phénomène naturel ; de l'air neuf entre dans les locaux par des bouches auto réglables posées sur les châssis de fenêtre.



Bouche auto réglable

Le débit par local est donné par l'article des arrêtés du 24 mars 1982, est  $45[m^3/h]$

$$\text{Débit total} = \sum \text{débit / local}$$

Soit  $174 \times 45[m^3/h] = 7830[m^3/h]$  pour l'ensemble des chambres.

### I.2 Réseau aéraulique

Identique au circuit hydraulique, une optimisation de coût, confort, sera à voir.

Une dimension trop petite entraîne une augmentation de vitesse.

Une dimension trop grande, occasionne un coût inutile.

Une vitesse de circulation trop forte génère un niveau de bruit nuisible aux occupants.

#### Nature

Au point de vue norme de sécurité incendie, le conduit d'air des logements doit être de classement au feu M1 minimum.

Par rapport au coût, le conduit utilisé sera **en tôle d'acier galvanisé**.



Conduit en tôle d'acier galvanisé

**a) Calcul de dimensions**

Le débit est donné par la formule ci-après

$$\dot{Q} = V \times S \Rightarrow S = \dot{Q} / V$$

**Débit [m<sup>3</sup>/h] = 3600xS [m<sup>2</sup>] x V [m/s]**

Les valeurs de la vitesse seront obtenues avec **le tableau n°13**

**Tableau 13 : Vitesses maximales recommandées dans les réseaux basse pression [m/s]**

APPLICATION	FACTEUR LIMITATIF NIVEAU DE BRUIT GAINES PRINCIPALES	FACTEUR LIMITATIF - PERTE DE CHARGE			
		GAINES PRINCIPALES		DERIVATIONS	
		SOUFFLAGE	REPRISE	SOUFFLAGE	REPRISE
pavillons	3,0	5,0	4,0	3,0	3,0
Appartement chambre d'hôtel chambre d'hôpital	5,0	7,5	6,5	6,0	5,0
Bureaux privées Bureaux de direction bibliothèques	6,0	10,0	7,5	8,0	6,0
Théâtres auditorium	4,0	6,5	5,5	5,0	4,0
Bureaux communs Restaurants Magasins de luxe banques	7,5	10,0	7,5	8,0	6,0
Magasins courants cafeterias	9,0	10,0	7,5	8,0	6,0
industrie	12,5	15,0	9,0	11,0	7,5

**b) Tableau récapitulatif**

En exploitant cette formule, les résultats des calculs seront récapitulés dans le tableau ci-après :

CHAMBRES SUD-OUEST :

**Tableau 14: Déterminations des débits et sections pour les chambres SO [VMC]**

File $\alpha$	DEBIT [m <sup>3</sup> /h]	SECTION [m <sup>2</sup> ]
$\alpha\alpha_1$	90	62,5x10 <sup>-4</sup>
$\alpha\alpha_2$	180	125x10 <sup>-4</sup>
$\alpha\alpha_3$	270	187x10 <sup>-4</sup>
$\alpha\alpha_4$	360	250x10 <sup>-4</sup>
$\alpha\alpha_5$	450	312x10 <sup>-4</sup>
$\alpha\alpha_6$	540	375x10 <sup>-4</sup>

Les débits et les sections des files : b, c, d, e, f, h, tous les files de chambres NORD-EST sont les mêmes que celui de **File  $\alpha$**

File g	DEBIT [m <sup>3</sup> /h]	SECTION [m <sup>2</sup> ]
$gg_1$	45	31,2 x10 <sup>-4</sup>
$gg_2$	90	62,5 x10 <sup>-4</sup>
$gg_3$	135	93,7 x10 <sup>-4</sup>
$gg_4$	180	125 x10 <sup>-4</sup>
$gg_5$	225	156,2 x10 <sup>-4</sup>
$gg_6$	270	187,5 x10 <sup>-4</sup>

Le courbe des pertes de charges de la gaine nous permet de choisir les dimensions standards, nous prenons les dimensions normalisées supérieures les plus proches.

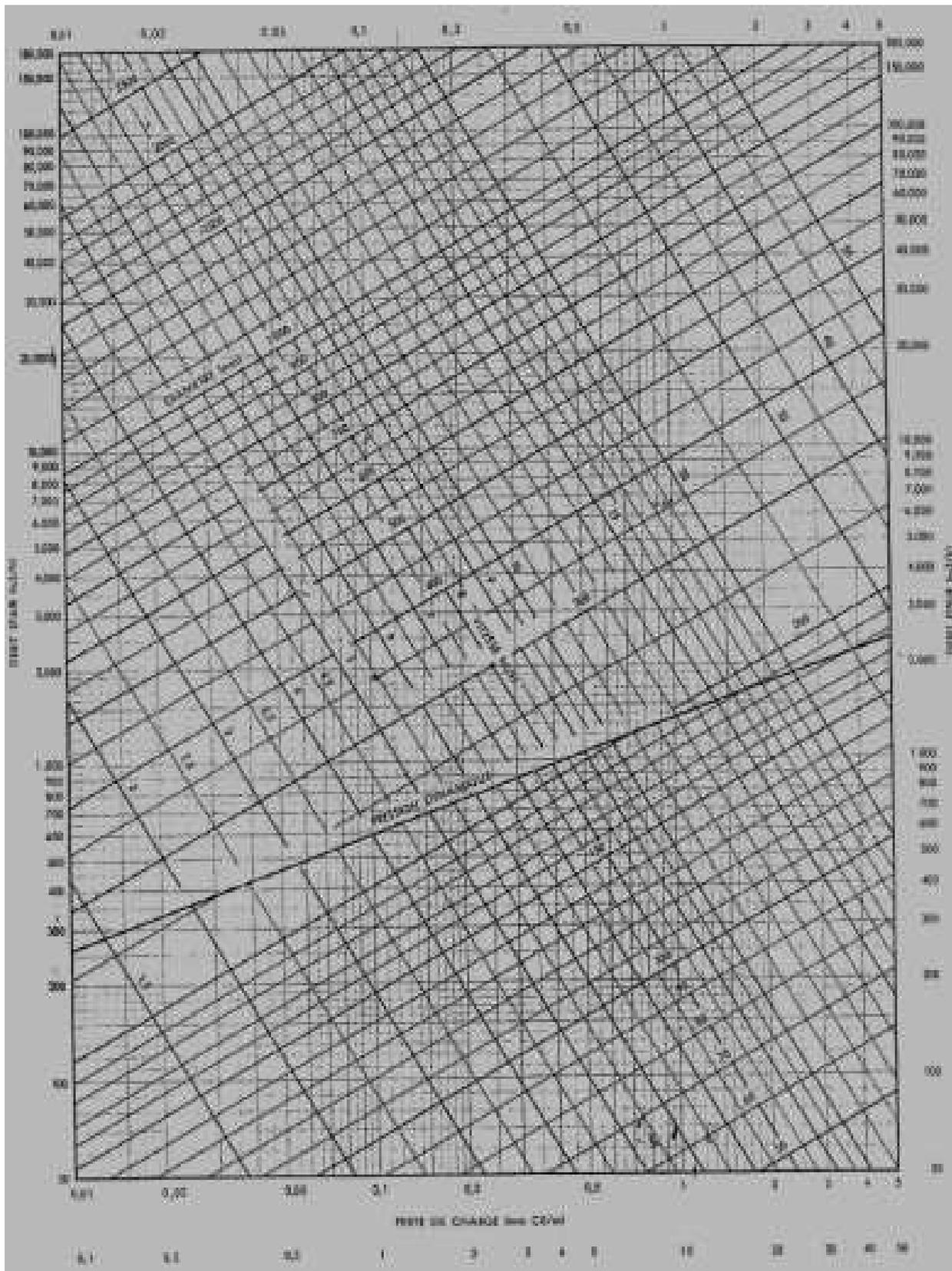


Figure 21: Courbe de perte des charges de la gaine

### I.3 Accessoires de réseau aéraulique

#### a) Volet d'équilibrage

C'est un organe spécial qui permet de régler le débit d'air passant dans chaque conduit.

Ceci dans le souci d'avoir le débit nécessaire par antenne et par local.



- Module de réglage de débit variable

Localisation : sur chaque antenne

**RAD Régul'air®**  
régulateur à débit constant

**NOUVEAU**  
gamme haute pression

**p. 285**

**avantages**

- Débit constant quelles que soient les variations de pressions dans le réseau aéraulique.
- Facilité d'installation par simple emboîtement.
- Version haute pression.

**gamme**

- Diamètres : 80 à 250 mm.
- Gamme haute pression jusqu'à 1 200 m<sup>3</sup>/h entre 150 et 600 Pa avec Ø 250 mm.
- Plage d'utilisation selon les diamètres :

Modèle	Débit en m <sup>3</sup> /h							
<b>RAD 80</b>	15	30	45	—	—	—	—	—
<b>RAD 100</b>	15	30	45	60	75	90	—	—
<b>RAD 125</b>	15	30	45	60	75	90	120	150 180
<b>RAD 160</b>	120	150	180	210	240	270	300	—
<b>RAD 200</b>	210	240	270	300	350	400	450	500
<b>RAD 250</b>	300	350	400	450	500	600	650	700

**application / utilisation**

- Maintien d'un débit constant dans une plage de pression comprise entre 50 et 200 Pa.
- Ventilation - conditionnement d'air.
- Extraction ou insufflation.

**construction / composition**

- Module de régulation en matière composite placé dans un fourreau plastique équipé d'un joint.
- L'élément régulateur est constitué d'un volet en matière composite équipé d'un ressort d'équilibrage.

① corps du régulateur.  
② joint.  
③ élément régulateur.

**conditionnement**

- Le Rad Régul'air®.

**texte de prescription**

- Le régulateur de débit constant sera circulaire et aura un manchon et un système autoréglable qui comportera un volet, un ressort d'équilibrage.
- Il maintiendra un débit constant pour une variation de pression de 50 à 200 Pa.
- Type RAD Régul'air®, marque France Air.

**descriptif technique**

**Classement au feu**

- Plage d'utilisation selon les diamètres : M1 : PV 707 0010 - DMAI/1.

**Encombrement**

Modèle	Ø D1 (mm)	Ø L1 (mm)	Ø D2 (mm)	Ø L2 (mm)
<b>RAD 80</b>	76	55	73	50
<b>RAD 100</b>	91	60	93	55
<b>RAD 125</b>	119	90	117	77
<b>RAD 160</b>	154	120	152	82
<b>RAD 200</b>	194	120	192	82
<b>RAD 250</b>	244	120	242	82

**Caractéristiques acoustiques**

- Puissance acoustique Lw\* (dB(A)) :

RAD	débit (m <sup>3</sup> /h)							
	15	30	45	60	75	90	120	150 180
<b>Ø 80</b>	25	26	27	—	—	—	—	—
<b>Ø 100</b>	25	26	27	32	32	32	—	—
<b>Ø 125</b>	25	26	27	32	32	32	30	33 34
<b>Ø 160</b>	—	—	—	—	—	—	30	33 34

RAD	débit (m <sup>3</sup> /h)							
	210	240	270	300	350	400	450	500 600 650 700
<b>Ø 160</b>	34	35	37	38	—	—	—	—
<b>Ø 200</b>	34	35	37	33	35	37	38	39
<b>Ø 250</b>	—	—	—	33	35	37	38	39 41 42 42

\* Pression nominale 50 Pa.

**montage et raccordement**

- Le régulateur de débit se monte à l'intérieur de conduits verticaux ou horizontaux par simple emboîtement.
- Le maintien et l'étanchéité étant assurés par un joint.
- Il est impératif de respecter le sens du flux d'air indiqué sur la manchette.

- Module de réglage de débit fixe

Localisation: au bout de chaque terminal

### b) Manchon anti vibratile

Manchon en caoutchouc à installer en amont et en aval de chaque caisson de ventilation pour éviter la transmission de vibration vers de conduit.

**Emplacement** : sur les raccordements en amont et en aval de chaque caisson.

### c) Filtre

Les filtres sont nécessaires pour les insufflations d'air au cas où on n'est pas sûr de sa qualité.

Ils ne sont pas obligatoires dans le cas d'une ventilation classique contrairement aux salles propres (laboratoires, salles blanches, . . .).

On peut classer le filtre en 4 catégories :

- près filtre (ex : type G4)
- filtre moyen et haute efficacité
- filtre très haute efficacité
- filtre spécifique (charbon actif et antibactérien)

**Le filtre haute efficacité** bloque la plupart des polluants (jusqu'à 0,4µm)

Le tableau ci-après montre quelques exemples des polluants et la taille des particules :

**Tableau 15:exemple des polluants et la taille des particules**

<b>polluants</b>	<b>Taille des particules</b>
•acariens	200 à 500 µm
•cheveux	50 à100 µm
•pollen	5 à500 µm
•brouillard	5 à 30 µm
•suie	2 à 20 µm
•bactérie	0,1 à 15 µm
•virus	< 0,1 µm

**Emplacement** : les filtres sont des parties intégrantes du caisson de traitement d'air.

**d) Pressostat différentiel**

C'est un appareil qui permet de mesurer l'état d'encrassement du filtre et couper le fonctionnement du ventilateur en fonction du réglage acceptable.

**e) Caisson de ventilation**

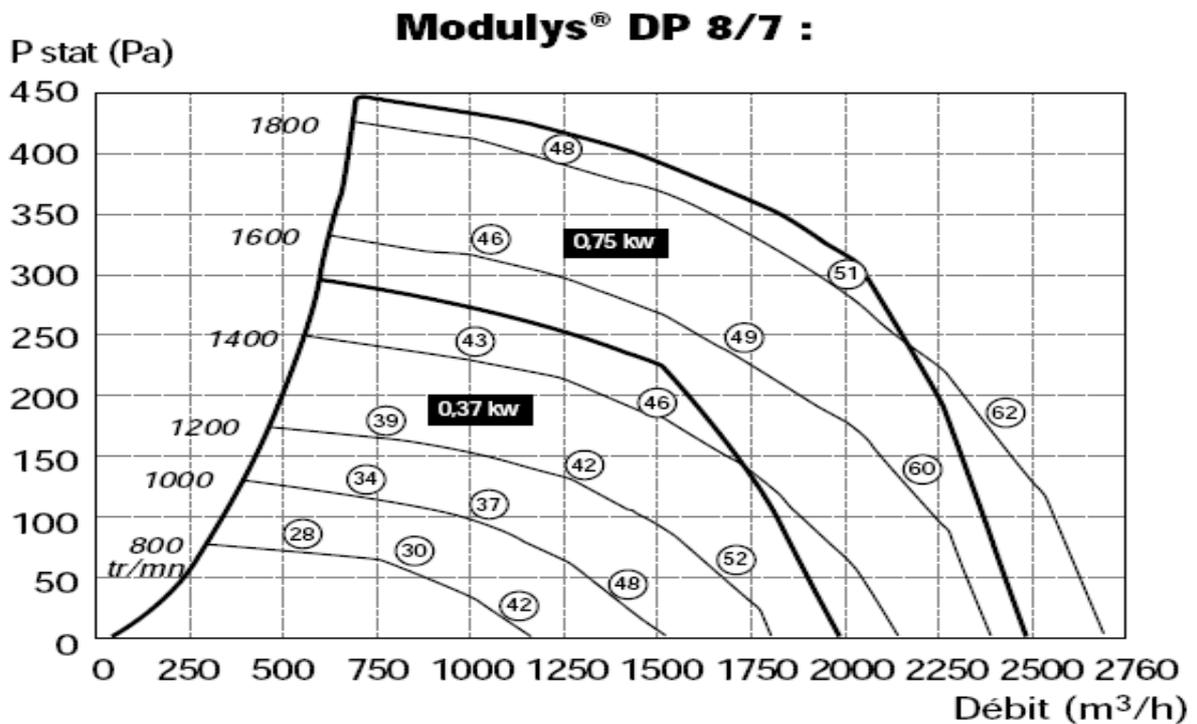


Chaque ventilateur a sa propre courbe de fonctionnement f (débit, pression).

Pour déterminer un ventilateur, il faut savoir le débit  $Q = \sum q_i$  et la perte de charge du réseau que le ventilateur doit vaincre.

Par rapport à ce point de fonctionnement f (débit, pdc), on choisit le ventilateur correspondant.

Exemple de courbe de fonctionnement d'un ventilateur.



Niveau de pression acoustique en dB(A) à 4 m (rayonné).

Plage de vitesse de rotation de la transmission :

Les pertes de charges sont la somme de pertes de charges linéiques, pertes de charges singulière et pertes de charge des équipements.

Les pertes de charge des équipements sont données par le catalogue de constructeur

Dans la pratique, on majore de 10%, le débit calculé pour compenser les débits de fuite.

Le tableau ci-après résume les pertes de charge du réseau.

**Tableau 16: Résumé des pertes de charge du réseau**

Equipements	Diam (mm)	Vitesse (m/s)	PDC unitaire (Pa)	Unité (ml ou U)	PDC Total (Pa)
Bouche Alizé	125	1	100	1	100
Conduit souple	125	5,2	3	0,5	1,5
dérivation TE	125	5,2	5	6	30
conduit rigide	125	5,2	3	1	3
coude 90°	125	5,2	7	1	7
conduit rigide	125	5,2	3	3	9
dérivation TE	125	5,2	10	1	10
conduit rigide	125	5,2	3	9	27
coude 90°	125	5,2	7	1	7
conduit rigide	125	5,2	3	5	15
coude 90°	125	5,2	7	1	7
conduit rigide	125	5,2	3	3	9
Réduction conique	125/200	5,2	11	1	11
conduit rigide	200	2	0,3	1	0,3
dérivation TE	200	2	5	1	5
conduit rigide	200	2	3,8	1	3,8
Réduction conique	200/250	2	2	1	2
conduit rigide	250	2,4	0,3	1	0,3
dérivation TE	250	4	10	1	10
conduit rigide	250	5,1	1,5	1	1,5
Réduction conique	250/315	5,1	1,5	1	1,5
conduit rigide	315	3,5	0,5	1	0,5
dérivation TE	315	4,2	10	1	10
Réduction conique	315/355	5,1	1	1	1
conduit rigide	355	4	0,6	1	0,6
<b>RESEAU COMPLET</b>					<b>292</b>

Le point de fonctionnement pour un ventilateur est de :

Débit 7 830 [m<sup>3</sup>/h] et pression statique 292 [Pa]

Par rapport aux courbes des ventilateurs ci-après, nous allons prendre 4 ventilateurs de 1 957,50 [m<sup>3</sup>/h].

**Le point de fonctionnement de chaque ventilateur est de :**

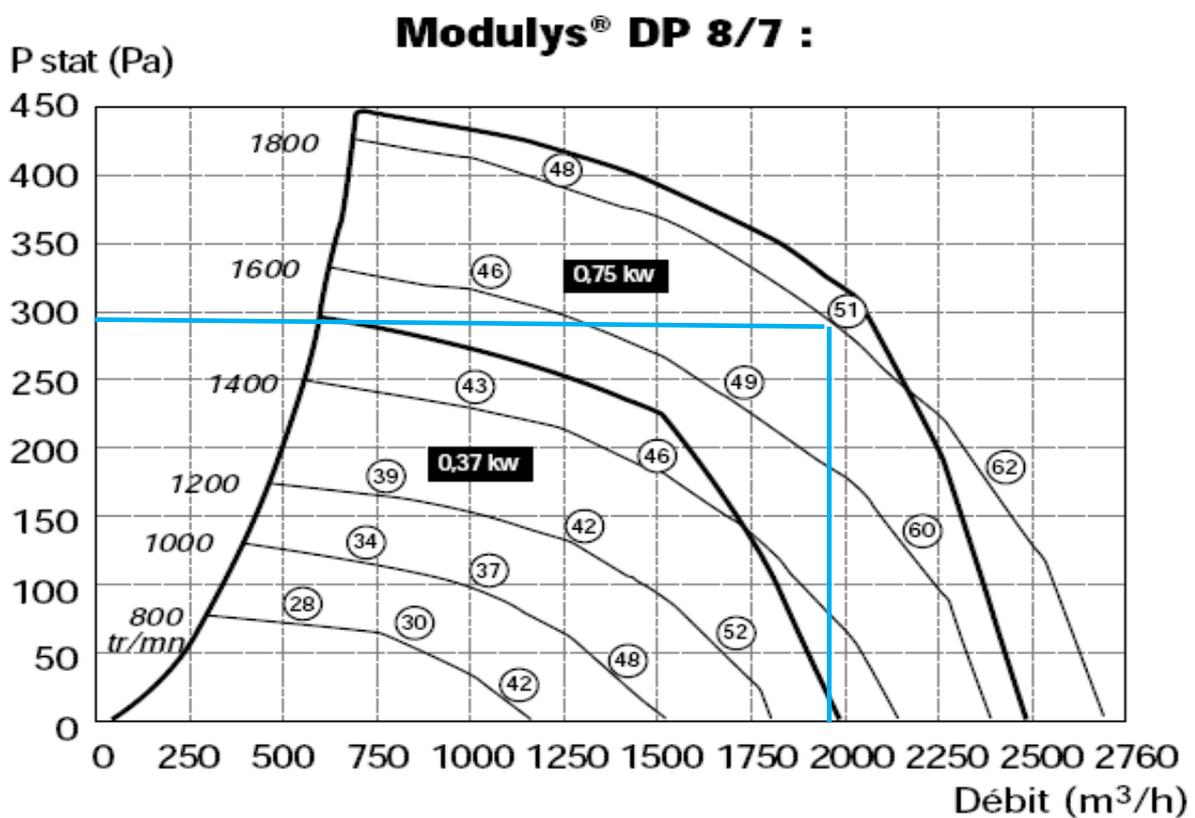
**Débit : 1 957.50 [m<sup>3</sup>/h]**

**Hauteur manométrique 292 [Pa]**

Dans notre cas, nous choisissons le **constructeur France Air**.

Selon les courbes ci-après, il nous faut le modèle **MODULYS DP 8/7 0,75 KW**

#### CHOIX DU CAISSON DE VENTILATION



Niveau de pression acoustique en dB(A) à 4 m (rayonné).

Plage de vitesse de rotation de la transmission :

**Figure 22: Courbe de fonctionnement d'un ventilateur**

#### **f) Terminal**

Ce sont des diffuseurs ou grilles d'extraction.

On les choisit en fonction :

- du débit à souffler ou à extraire

- De l'architecture

**Emplacement**, les bouches sont placées directement dans les locaux concernés.

Dans notre cas l'extraction se fera dans les toilettes et l'entrée d'air neuf se fera directement par des bouches auto réglables, posées sur les châssis vitrés des fenêtres.



### Alizé S et C

bouches d'extraction autoréglables

**avantages**

- Esthétisme.
- Contrôle optimum des débits.
- Performances acoustiques répondant aux exigences les plus strictes.
- Entretien facilité par la dépose aisée du module de régulation.
- Bouches de cuisine : visualisation de l'ouverture correspondant au débit maxi d'extraction.

**gamme**

2 versions :

- Alizé S :
  - Application : WC et salle de bains.
  - Débit d'extraction fixe.
  - Débits existants : 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150 m<sup>3</sup>/h.
- Alizé C :
  - Application cuisine ou toute pièce nécessitant une modulation des débits extraits.
  - Débit d'extraction permanent complété par un débit complémentaire commandé à l'aide d'un cordon de manoeuvre.
  - Débits existants : 15/30, 20/75, 30/90, 45/105, 45/120, 45/135 m<sup>3</sup>/h.

Standard : grille blanche. Sur demande : grille bleue, verte, rouge, jaune, gris clair ou gris foncé.

**composition et éclaté**

- Polystyrène blanc.
- **Bouche sanitaire :**
  - ① Manchette Ø125 mm avec joint à lèvres (livrée séparément).
  - ② Corps de la bouche.
  - ③ Module de régulation.
  - ④ Grille amovible.
- **Bouche cuisine :**
  - ① Manchette Ø125 mm avec joint à lèvres (livrée séparément).
  - ② Corps de la bouche.
  - ③ Module de régulation.
  - ④ Grille amovible.
  - ⑤ Témoin d'ouverture du débit complémentaire.
  - ⑥ Cordon de manoeuvre du débit complémentaire.

**application / utilisation**

- Montage mural ou plafonnier moyennant l'utilisation d'une manchette, d'un manchon placo ou d'un manchon traversée de dalle.
- Neuf ou rénovation moyennant l'utilisation d'une platine de rénovation.

**option**

- Grille amovible déclinable en 6 coloris : blanc, gris clair, vert, bleu, rouge et jaune.

**conditionnement**

- La bouche.

**texte de prescription**

- La bouche d'extraction autoréglable aura un régulateur constitué d'un volet rigide protégé par une grille amovible et assurera un débit constant pour une variation de pression de 50 à 160 Pa. Elle sera fixée par une manchette.
- Dans la version cuisine, le régulateur aura 2 positions. Le grand débit sera commandé par cordon. La bouche sera en polystyrène blanc et aura des caractéristiques de maintien du débit et acoustiques testées en laboratoire.
- Type **Alizé**, marque **France Air**.

### descriptif technique

**Rappels législatifs**

- La gamme de bouches d'extraction autoréglable Alizé doit répondre à plusieurs arrêtés :
- Arrêté du 24 Mars 1982 (modifié le 28 Octobre 1983)
- *Aération des logements* - :

Synthèse :

**Art. 1 :** « ... La ventilation doit être générale et permanente, ... la circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de services ».

**Art. 2 :** « ... Les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre :

Nb de pièces principales du logement	Débits extraits exprimés en m <sup>3</sup> /h				
	cuisine	SdB ou de douches communes ou avec un cabinet d'aisance	autre salle d'eau	cabinet d'aisance	
				unique	multiple
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 et plus	135	30	15	30	15

**Art. 4 :** « ... Des dispositifs individuels peuvent permettre de réduire les débits définis article 3 ».

	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Débit total minimal en m<sup>3</sup>/h</b>	35	60	75	90	105	120	135
<b>Débit minimal en cuisine en m<sup>3</sup>/h</b>	20	30	45	45	45	45	45

**Art. 14 :** « Aucun dispositif mécanique individuel, tel qu'une hotte équipée d'un ventilateur, ne peut être raccordé à une installation collective de sortie d'air, qu'elle soit mécanique ou à tirage naturel ».

## g) Régulation et commande

Dans le cas d'un établissement d'hébergement, la ventilation de sanitaires doit être permanente selon l'article 1 et 2 des arrêtés du 24 Mars 1982.



## **CHAPITRE IV : CONCEPTION DE CUISINE DE RESTAURATION**

## I. BUT

Le but de l'étude consiste à :

- Servir des repas sains et exempts de microbes
- Optimiser le coût
- Avoir une aire de travail conviviale
- Assurer la sécurité du personnel en cas d'incendie

### I.1 Repas sain et hygiénique

Une cuisine réglementée doit suivre le principe de « marche avant »

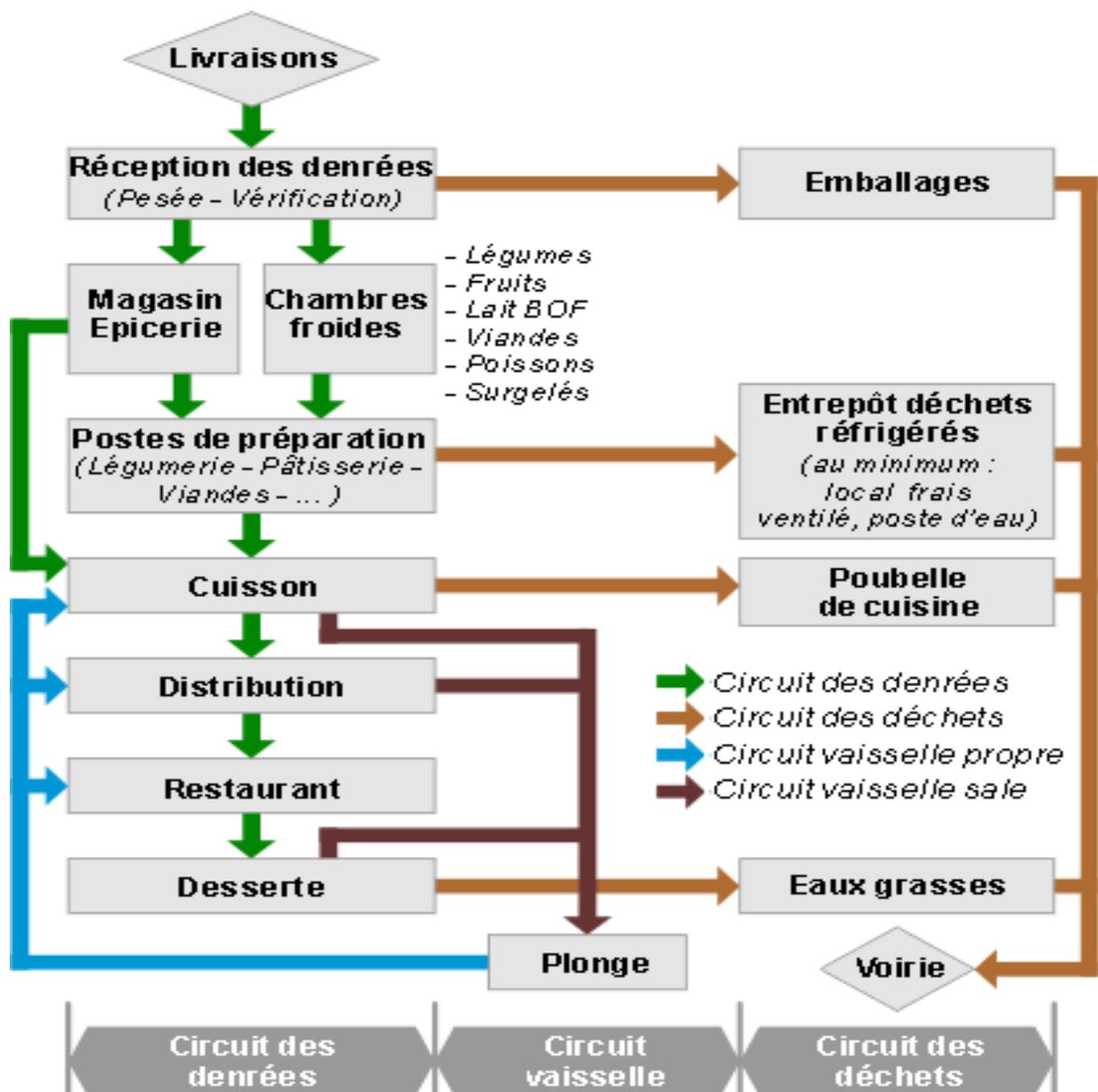


Figure 23: Schéma principe de marche avant d'une cuisine

Une cuisine doit comporter les différentes zones ci après

- Réception de denrées
- Zone de stockages produits secs et réfrigérés
- Postes de préparation
- Zone de cuisson
- Zone de service
- Local poubelle
- Zone plonge

À aucun moment, un circuit sale ne doit croiser un circuit propre.

### **I.1.1. Réception**

Pour éviter l'interruption de la chaîne de froid, la zone de réception doit être climatisée à +18°C.

Cette zone consiste à réceptionner toutes les denrées nécessaires au fonctionnement de la cuisine.

Une zone de réception correcte doit contenir les équipements ci après

- Balance
- Bacs et paniers
- Table de réception
- Plonge de pré- lavage
- Bac à poubelle mobile
- Diable et chariot de manutention
- Tue- insectes

### **I.1.2. Stockage**

Les denrées pré-lavées seront stockées dans les magasins. Il existe deux types de stockage :

#### **a) Stockage des produits secs**

Cette zone n'est pas climatisée, elle est destinée essentiellement pour les épicereries, les graines et céréales. Par contre une ventilation 6 x volume /h est indispensable.

Les équipements nécessaires sont :

- les bacs et paniers
- les étagères

Tous ces matériels doivent être agréés et aux normes alimentaires des produits (ex : inox, polyéthylène, . . .).

Le calcul des volumes de stockage dépend surtout de la fréquence d'approvisionnement et du nombre de plats à préparer.

Aussi, ce volume peut être défini par l'espace disponible et on adaptera la fréquence d'approvisionnement en fonction de cette espace.

#### **b) Stockage réfrigéré**

Tous les produits frais et congelés doivent être stockés dans des chambres froides.

Aussi pour respecter les règles d'hygiène, les fruits et légumes ne peuvent pas être confondus avec les viandes ou autres produits.

En général, pour être aux normes, le stockage réfrigéré doit comporter les compartiments ci-après :

##### **b.1. Stockage à température positive**



- chambre froide pour fruits et légumes :

Température +8 à 12°C

- chambre froide pour produits laitiers :

Température +4 à 6°C

- chambre froide pour viandes :

Température -1 à +2°C

- chambre froide pour poissons :

Température -1 à +2°C

Comme dans les stockages secs, le volume de stockage dépend de la fréquence d'approvisionnement.

Et pour les produits frais, la durée de stockage est très limitée, car les denrées sont très périssables.

En général, cette durée ne dépassera pas 6 jours.

Pour un hôtel de cette taille 150 à 200 chambres, le volume conseillé de chaque chambre froide est de :

- 16 à 20 [m<sup>3</sup>] pour les viandes et fruits et légumes
- 8 à 12 [m<sup>3</sup>] pour les poissons
- 2 [m<sup>3</sup>] pour les produits laitiers

## **b.2. Stockage à température négative**



- chambre froide pour viandes

Température :-18 à -22°C

- chambre froide pour les poissons

Température :-18 à -22°C

En général le volume de stockage des produits non congelés représente 2/3 du congelé.

### I.1.3. Préparation

La réglementation sur l'hygiène générale des denrées exige que la préparation des légumes, poissons et viandes ne doit pas être mélangée.

Les zones de préparation doivent être climatisées à +18°C

Emplacement : pour une question de commodité, les zones de préparation doivent être à côté de la zone de cuisson.

Dimensions : il n'y a pas de règle générale qui fixe la surface de travail. Par contre, les employés devraient pouvoir circuler aisément autour des plans de travail.

#### **MATERIELS NECESSAIRES**

##### **a) Préparation légumes**

- Plonge avec bacs et égouttoir



- Table de travail
- Stérilisateur des couteaux



- Bac mobile pour légumes
- Poste mural de lavage et désinfection
- Placard de rangement
- Tue-insectes

- Coupe- légumes combinées



- Bac à poubelle



- Lave mains



## b) Préparation poisson

- Plonge spéciale poisson avec bac et faux fond perforé pour piéger les écailles



## Conception de cuisine de restauration

- Plan de découpe en billot
- Stérilisateur à couteaux
- Armoire réfrigérée de stockage temporaire



- Lave main



- Table de travail
- Placard de rangement



- Bac à poubelle
- Tue insectes

### c) Préparation viande

Identique à la préparation poisson.

#### **d) Préparation froide**

C'est la zone où on prépare le couvert prêt à servir sans passer par la cuisson comme les entrées froides (salades, assiettes de charcuterie, . . .)

Cette zone ne peut pas être combinée avec la préparation chaude.

- Plonge avec bac
- Table de travail avec dessous réfrigérée



- Placard de rangement
- Bac à poubelle
- Lave main
- Tue insecte

#### **I.1.4. Zone de cuisson**

C'est la zone clé de la cuisine.

Il y a deux types de présentations

- Piano central et préparation adossée



- Piano adossé avec les préparations centrales



**Emplacement :** Elle doit être le plus près possible de la zone de service et restauration

La cuisine doit être ventilée correctement pour éviter les nuisances dues au dégagement calorifique des équipements, les humidités, les odeurs et graisses.

Nous verrons par la suite que cette ventilation se servira de désenfumage en cas d'incendie.

#### **a) Matériels**

L'optimisation des consommations énergétiques des équipements de cuisson passe par un bon dimensionnement (sur base de critères tels que le type de cuisine, de liaison, le nombre de couverts, ...), un choix d'appareils à rendement élevé (bonne isolation, dispositifs de réglage efficaces, bonne inertie de l'élément chauffant) et une gradation de la puissance afin de réduire la pointe quart horaire en phase de maintien de température par exemple.

D'une façon générale, pour minimiser les consommations d'énergie, on doit choisir des appareils **bien dimensionnés** ayant **un rendement élevé**.

Le choix et le dimensionnement des appareils dépendent de nombreux critères :

- le type de cuisine offerte au consommateur,
- le nombre de couverts,
- le nombre de service par repas,
- la variété des plats offerts aux consommateurs,
- etc.

Équiper rationnellement une cuisine, c'est chercher à faire coïncider la capacité de production réelle des équipements aux besoins de la cuisine. En effet, si un équipement est

sous dimensionné, il ne permettra pas d'offrir le service voulu aux consommateurs. A l'inverse, s'il est surdimensionné, le rendement de l'appareil sera mauvais. Il représentera une perte financière à l'achat et à la consommation. Enfin, tout équipement qui n'est pas utilisé représente une perte sèche.

Il est très difficile d'arriver à ce résultat à partir d'abaques de dimensionnement et il vaut mieux choisir et dimensionner les appareils à partir de la situation réelle de la cuisine.

Le choix et le dimensionnement des appareils se fait, si possible, en collaboration étroite avec le chef-cuisinier. Il représente la personne adéquate pour disposer d'une vue d'ensemble de tous les critères dont dépend le choix des appareils et le contexte de production.

En général, on peut classer en trois catégories les éléments de cuisson :

- Equipements principaux
- Equipements secondaires
- Hotte

### **a.1 Les équipements principaux**

Les équipements principaux sont ceux qui constituent le piano.

Ce sont :

Les feux vifs, plaques chauffants, bain marie, marmite chauffe directe ou indirecte, le sauteuse et les friteuses.

#### **a.1.1. FEUX\_VIFS**



#### **a.1.2. PLAQUE\_CHAUFFANT**



En général, on choisit les plaques de cuisson électrique pour assurer la continuité de service en cas de pénurie ou panne temporaire de gaz

En terme de performances énergétiques, les plaques de cuisson à induction et infrarouge à détection de casserole ont un bon rendement (respectivement 90 et 75 %) par rapport à une électrique en fonte (60 %). Néanmoins, les plaques à induction sont chères. Si pour une raison précise le choix se porte sur des plaques au gaz, il est nécessaire de les équiper de détecteur d'ustensiles qui permet de réduire la consommation.

### **BAIN MARIE**



### **FRITEUSE**



### **MARMITE A CHAUFFE INDIRECTE**



Des systèmes de chauffage direct ou indirect, ce dernier est le plus rencontré dans les cuisines, donnant de bonnes satisfactions sur les plans énergétique et culinaire. La double enveloppe peut contenir de l'eau chaude, de l'huile, de la vapeur haute et basse pression. La vapeur haute pression est de loin la plus intéressante au niveau énergétique mais cette technologie coûte cher.

Il existe 4 grands types de marmites à chauffage indirect :

- la double enveloppe est alimentée manuellement avec de l'eau,
- la double enveloppe contient de l'huile en circuit fermé,
- la double enveloppe est alimentée avec de la vapeur basse pression en circuit fermé,
- la double enveloppe est alimentée avec de la vapeur haute pression en circuit fermé.

### **DIMENSIONNEMENT D'UNE MARMITE**

Dans une cuisine considérée, on a répertorié les données suivantes pour dimensionner les marmites de manière optimale.

La (les) marmite(s) va (vont) servir à préparer :

- du potage,
- des légumes,
- de la purée, de la compote ou du pudding,
- des sauces.

Pour le potage, la quantité est de 0,3 litre par repas, il faut compter 65 % de potage par rapport au nombre de repas et le taux de remplissage est de 100 %.

Pour les légumes, il faut prévoir une contenance de 1/4 litre par repas et le taux de remplissage est de 80 %.

Pour la purée, la compote et le pudding, il faut compter 0,15 litre par repas, 50 % d'unités par rapport au nombre de repas et un taux de remplissage de 80 %.

Pour la sauce, il faut compter 0,1 litre par repas et le taux de remplissage est de 80 %.

Ces données vont servir de base pour dimensionner les marmites en fonction de la situation réelle.

## a.2 Les matériels secondaires

Ce sont les équipements, sans lesquels une cuisine peut toujours fonctionner.

Ce sont les fours mixtes, les cellules de refroidissement rapide, les curseurs à pâtes.

Leur emploi dépend de l'exigence du chef cuisinier

## a.3 Hotte d'extraction de cuisine

### EXTRACTION ET DESENFUMAGE DE LA CUISINE

L'article GC 14 du règlement de sécurité contre l'incendie 2<sup>ème</sup> édition mise à jour décembre 1983 nous informe sur la réglementation en cuisines professionnelles.

#### Paragraphe 3 :

Les cuisines doivent comporter une extraction d'air vicié, de buées et de graisses et surtout utilisable en cas d'incendie pour assurer le désenfumage.

#### La hotte

Dispositif de captation en matériaux incombustibles

#### Conduit

Les conduits d'évacuation doivent être construits en matériaux incombustibles et leur face intérieure ne doit pas être poreuse.

Ils doivent assurer un coupe feu de traversée équivalent au degré coupe feu des planchers traversés.

Ces qualités doivent être maintenues dans le temps.

Les conduits d'évacuation doivent être stables au feu de degré 1/4 d'heure au moins.

Les parois des conduits doivent se trouver à au moins 0.5 [m] des parties combustibles non protégées et à 0.5 [m] des circuits électriques à l'exception des circuits d'éclairage des points de cuisson.

Les conduits doivent être munis de trappes de visite d'au moins 3 [dm<sup>2</sup>] d'ouverture, éloignées d'axe en axe de 3[m] au plus.

Avec une trappe à chaque changement de direction de plus de 30° et une à la base de toute partie verticale.

Le circuit d'extraction doit comporter soit un filtre à graisse, soit une boîte à graisse facilement nettoyables.

Un seul conduit est exigé pour assurer l'extraction (air vicié, buée et graisse) et le désenfumage.

**Paragraphe 4 :**

Les ventilateurs d'extraction doivent assurer leur fonction pendant 2 heures avec des fumées à 400°C (400°C/2H)

La commande sera assurée par une centrale MCSI ou coup de poing dans la cuisine.

Les canalisations électriques alimentant les ventilateurs doivent satisfaire aux exigences de l'article EL3 (paragraphe 2). Elles doivent issues directement du tableau général de l'établissement et protégées de façon à ne pas être affectées par un incident survenant sur les autres circuits.

Le dispositif d'arrêt d'urgence prévu à l'article GC 4 ne doit pas interrompre le fonctionnement des ventilateurs d'extraction.

Le caisson de désenfumage ne doit pas être coupé par une sur charge de moteur (relais thermique)

**Débit**

Le débit d'extraction de la cuisson de la hotte est donné par l'article 64-2 du RSD (Règlement Sanitaire Départemental)

20 [m<sup>3</sup>/h] par repas pour une cuisine de 151 à 500 repas avec un minimum de 3 750 [m<sup>3</sup>/h].

Le débit de désenfumage en général est fixé par le RSCI/ERP (Règlement de Sécurité contre l'incendie dans les établissements Recevant du Public).

Le système d'extraction d'une grande cuisine utilisable pour assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie n'a pas à être conforme à l'instruction technique n°246 relative au désenfumage dans les établissements recevant du public. En conséquence, il n'est pas nécessaire d'assurer un débit d'extraction minimale, comme l'exige l'article 6/3 de l'instruction technique (à savoir 5400[m<sup>3</sup>/h]).

Les grandes cuisines ne sont donc pas concernées par les articles DF et les exigences qui en découlent.

Notre cuisine sera prévue pour 174 chambres, avec 2 personnes par chambre soit **348** repas cette valeur est entre 151 et 500 couverts le débit de base sera 20[m<sup>3</sup>] x 348 soit **6960 [m<sup>3</sup>/h]**.

Cette valeur est supérieure à l'exigence de l'article donc acceptable.

**CHOIX DU CAISSON**

Le choix du caisson de ventilation est identique à celui de la VMC

## CHOIX DE LA HOTTE

La hotte doit déborder de 20[cm] minimum par rapport au piano.



## CHAPITRE V : PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ETUDES ECONOMIQUE

### I. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Une telle activité est une menace pour l'environnement biophysiques et humaine. Actuellement, les problèmes environnementaux de Madagascar sont la dénaturation, la dégradation et même la destruction de l'écosystème

Pour assurer une meilleure intégration des considération environnementales au développement et une meilleure utilisation des ressources et des territoires l'Etat procède à l'approbation de la loi portant Charte de l'environnement Malagasy ( Article 10 de la loi n°90 .033du 21 Décembre 1990) ,modifié par la loi n°97.012 DU 06 JUIN 1997 et à l'application du décret relatif à la Mise en Comptabilité des Investissements avec l' Environnement ou décret MECIE ( Décret 99-954 du 15 décembre) modifié par le décret (2009-167 du 03 février 2009)

Cette loi implique une obligation pour les projets d'investissements publics et privés susceptibles de porter atteinte à l'environnement d'être soumis soit à une (EIE), soit à un programme d'Engagement Environnemental (PREE).

#### I.1 Définitions :

##### a) Environnement :

**Définition 1** :c'est l'ensemble des milieux naturels et artificiels y compris les milieux humains et les facteurs sociaux et culturels qui intéressent le développement national. Cette définition est tirée par la Charte de l'environnement Malagasy.

**Définition 2** : c'est les milieux dans lequel un organisme, fonctionne, incluant l'air, l'eau, la terre, les ressources naturels, la flore, la faune, les être humains et leurs interrelations.

##### b) Impact :

C'est la différence entre le changement d'une valeur d'état suite à des actions et le changement de cette valeur sans l'action.

Il y à donc des impacts positifs et impacts négatifs.

##### c) Pollution atmosphérique :

C'est la contamination de l'atmosphère pour des constituants naturels prévenants principalement des éruptions volcaniques ou entropiques provenant de l'activité de l'homme comme les dioxydes d'azote NO<sub>2</sub> ainsi que l'ozone O<sub>3</sub>.

La pollution atmosphérique affecte directement la qualité de l'air de la région polluée, entraînant de graves problèmes de santé chez la population environnante.

## **I.2 Étude impact environnementaux**

Notre projet consiste « la conception et réalisation d'une installation frigorifique d'un hôtel de classe 4 étoiles avec 174 chambres ». Lors de la réalisation de ce projet des impacts négatifs devront être pris en compte, qui peuvent se récapituler comme suit :

- Pollution d'air
- Pollution sonore
- Evacuation des substances solides (rejets solides)
- Evacuation des substances liquides (rejets liquides) dans la zone cuisine

### **a) Pollution de l'air :**

Les installations frigorifiques comme le refroidisseur de liquide, les multi-split systèmes, les chambres froides, machines à glaces nécessitent l'emploi de fluides frigorigènes comme le R22. En cas de fuite, ces gaz sont nocifs et émettent des odeurs désagréables.

### **b) Pollutions sonores :**

Des troubles de l'oreille interne apparaissent à partir de 65 dB(A). Les techniciens des salles de machines sont donc exposés à des risques. En effet, les équipements de climatisation produisent des bruits allant jusqu'à 100dB(A). Les clients ne sont pas concernés par ce problème vu que la salle de machines est généralement implantée isolée au sous sol.

### **c) Rejets solides :**

Elles concernent les éléments de la matière première impropre à la consommation.

La décomposition de celle-ci peut engendrer des odeurs nauséabondes et la formation de bactéries pathogènes, pour conséquent de nuire le voisinage de poubelles.

### **d) Rejets liquides :**

Les rejets liquides concernent les eaux usées : prélavage, lavage et rinçage des matières premières et produits finis.

Ainsi elle pourra causer des résultats négatifs sur la culture, la faune, la flore, en fonction de la zone de déversement.

### **e) Les impacts positifs :**

Ces impacts touchent la totalité des personnes fréquentant l'hôtel

- La climatisation assure la qualité des ambiances et des conditions de travail toute l'année, en créant dans les locaux équipés, un climat favorable aux contacts humains.

- Dans les locaux climatisés, on constate une diminution de la fatigue et de l'absentéisme, relative à une augmentation de l'activité et de la productivité donc du rendement.

- La climatisation étant centralisée, la pollution sonore ne frappe plus les clients de l'hôtel.

- Sensation du confort et d'aisance pour tous les usagers.

- Amélioration de la santé des occupants du bâtiment.

- Confort immédiat en été. Avec une diminution de température 6 à 8°C, l'air intérieur étant plus frais et moins moite surtout dans les milieux humides.

- Chauffage économique. C'est le cas de la climatisation dite « réversible »

### **1.3 Mesures prises :**

Vu les impacts négatifs probables que présentent le projet, on doit prendre des mesures adéquates afin de prévenir, stopper, limiter ou couvrir ces impacts négatifs et diriger des actions pour y parvenir.

- Pour la préservation de notre couche d'ozone et pour limiter les réchauffement terrestre, toutes personnes ou entreprises utilisant des fluides frigorigènes de transition ou des fluides frigorigènes interdites dans leurs équipements frigorifiques ou de climatisation sont obligés, dans un futur proche, d'opter pour les fluides frigorigènes définitifs :R25 ,R125 ,R134a, R407,... qui réduisent au minimum les actions néfastes sur la couche d'ozone et donnent des taux faibles sur le réchauffement terrestre.

- Les contrôles systématiques d'étanchéité des équipements frigorifiques et de climatisation écarteront les fuites des fluides frigorigènes dans l'air .Ceci freinera la pollution de l'air et la dégradation de notre couche d'ozone.

- La pollution sonore peut être aussi évitée en mettant des caches oreilles en cas d'utilisation ou d'intervention proche des machines présentant des bruits importants.

- Tous les techniciens doivent se munir de vêtements et de chaussures de protection, des gangs et lunettes lors de l'utilisation ou interventions sur la machine. Ceci limitera les blessures corporelles en cas d'accident.

- Rejets solides :

Après traitement frigorifique adéquat des denrées, les déchets que nous aurons peuvent être considérés comme des « déchets banals ». Nous pouvant alors procéder à leur enfouissement. Mais aussi, il y a certains déchets que nous pourrions les valoriser. Soit en les transformant en provendes pour l'alimentation animale, soit le vendre comme produit semi-fini.

- Rejets liquides :

Avant de déverser ces rejets liquides dans l'environnement, nous adopterons une mesure plus courante qui consiste à traiter ces affluant liquides avec des technologies avancées.

Par ailleurs, nous prendrons soin de bien choisir le lieu de déversement de ces eaux usées, même après traitement. Il sera plus prudent de les acheminer par canalisation jusqu'aux dalles prévus à cet effet.

**Conclusion :**

Depuis l'adoption de la Charte Malagasy et la promulgation de décret relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement (MECIE) tout industriel a le devoir d'évaluer les impacts des ces activités sur l'environnement, l'objectif étant identifier les mesurés à prendre pour minimiser, supprimer, atténuer, à défaut pour compenser d'éventuelles atteints à l'environnement.

## **II. ETUDE ECONOMIQUE**

Suite à l'étude schématique précédente, il s'avère indispensable de faire une évaluation de coût de l'installation. Pour cela il est nécessaire de connaître le prix de chaque unité et nous avons obtenu ces valeurs au sein de la Société Malgache d'Equipements Frigorifiques (SMEF). Compte tenu de ces valeurs, nous allons maintenant procéder à l'estimation du budget nécessaire à la réalisation du projet.

Les tableaux ci-après indiquent les quantités et les prix des accessoires :

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
01	CLIMATISATION CENTRALISEE EN EAU GLACEE ET VMC								
01.01	CLIMATISATION								
01.01.0	PRODUCTION								
	POMPE A CHALEUR A CONDENSATION PAR AIR	2.0	ENS	18 353.00	40.00	36 706.00	80.00	800.00	37 506.00
	PUISSANCE FRIGORIFIQUE 130KW								
	MODULE HYDRAULIQUE AVEC ACCESSOIRES	2.0	ENS	3 500.00	16.00	7 000.00	32.00	320.00	7 320.00
	Total sous chapitre niveau 1					<b>43 706.00</b>	<b>112.00</b>	<b>1 120.00</b>	<b>44 826.00</b>
01.01.0	ACCESSOIRES								
	Manchon anti vibratile	8.0	U	54.00	1.00	432.00	8.00	80.00	512.00
	filtre à tamis DN80	2.0	U	24.00	1.00	48.00	2.00	20.00	68.00
	vanne d'isolement DN 80	4.0	U	28.00	2.00	112.00	8.00	80.00	192.00
	clapet anti retour DN 80	2.0	U	52.00	1.00	104.00	2.00	20.00	124.00
	bride et contre bride DN 80 et joint	16.0	U	8.40	1.00	134.40	16.00	160.00	294.40
	kit manométrique	2.0	U	8.00	1.00	16.00	2.00	20.00	36.00
	vase d'expansion	2.0	U	550.00	4.00	1 100.00	8.00	80.00	1 180.00
	Séparateur d'air DN80 à souder	2.0	U	122.00	6.00	244.00	12.00	120.00	364.00
	vanne de vidange 1/4 de tour DN32	2.0	U	6.75	1.00	13.50	2.00	20.00	33.50
	thermomètres avec doigt de gant	2.0	U	12.75	1.00	25.50	2.00	20.00	45.50
	Total sous chapitre niveau 1					<b>2 229.40</b>	<b>62.00</b>	<b>620.00</b>	<b>2 849.40</b>
01.01.0	CANALISATION								
	- Tube acier noir y compris raccords et supportage								
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN15	1	ML	1.50	0.50	1 566.00	522.00	5 220.00	6 786.00
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN20	168.0	ML	2.00	0.50	336.00	84.00	840.00	1 176.00
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN25	180.0	ML	2.50	0.50	450.00	90.00	900.00	1 350.00
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN 32	182.0	ML	3.75	1.00	682.50	182.00	1 820.00	2 502.50
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN40	48.0	ML	4.33	1.00	207.84	48.00	480.00	687.84
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN50	48.0	ML	5.60	1.50	268.80	72.00	720.00	988.80
	TUBE TARIF 3 NSF NFA 49-115 DN80	76.0	ML	8.75	1.50	665.00	114.00	1 140.00	1 805.00
	Ensemble coude, Té, réduction,	1.0	ENS	1 592.00	80.00	1 592.00	80.00	800.00	2 392.00
	- Calorifuge type armafle								
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 19mm. tube Dn 15	1		1.50	0.25	1 566.00	261.00	2 610.00	4 176.00
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 19mm. tube Dn 20	168.0	ML	1.77	0.25	297.36	42.00	420.00	717.36
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 25mm. tube Dn 25	180.0	ML	2.40	0.25	432.00	45.00	450.00	882.00
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 32mm. tube Dn 32	182.0	ML	7.84	0.25	1 426.88	45.50	455.00	1 881.88
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 32mm. tube Dn 40	48.0	ML	8.20	0.25	393.60	12.00	120.00	513.60
	Manchon isolant ARMAFLEX-M1 épaisseur 32mm. tube Dn 50	48.0	ML	9.60	0.25	460.80	12.00	120.00	580.80
	- Calorifuge type coquille STYROCLIM								
	ép. : 32 mm DN 80	80.0	ML	12.18	1.00	974.40	80.00	800.00	1 774.40
	Ensemble boîte à vanne	1.0	ENS	250.00	12.00	250.00	12.00	120.00	370.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>11 569.18</b>	<b>1 701.50</b>	<b>17 015.00</b>	<b>28 584.18</b>
01.01.0	<b>ROBINETTERIE</b>								
	Vanne d'isolement								
	Vanne à papillons plus bride et contre bride DN80	4.0	U	28.00	2.00	112.00	8.00	80.00	192.00
	Bride, contre bride, joint et boulon	1.0	Ens	184.00	2.00	184.00	2.00	20.00	204.00
	Vanne à boisseau sphérique DN15	348.0	U	3.00	0.50	1 044.00	174.00	1 740.00	2 784.00
	DN25	2.0	U	4.60	0.50	9.20	1.00	10.00	19.20
	DN32	30.0	U	13.75	1.00	412.50	30.00	300.00	712.50
	Vannes d'équilibrage du réseau								
	vanne TA STAD DN 80	2.0	U	306.00	2.00	612.00	4.00	40.00	652.00
	vanne TA STAD DN 32	15.0	U	83.00	1.00	1 245.00	15.00	150.00	1 395.00
	vanne TA STAD DN 32	1.0	U	83.00	1.00	83.00	1.00	10.00	93.00
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>3 701.70</b>	<b>235.00</b>	<b>2 350.00</b>	<b>6 051.70</b>
01.01.0	<b>ALIMENTATION EN EAU DE VILLE</b>								
	Ensemble alimentation en eau de ville								
	Disconnecteur contrôlable DN20	2.0		189.00	1.00	378.00	2.00	20.00	398.00
	Vanne à boisseau sphérique DN20	2.0		4.00	1.00	8.00	2.00	20.00	28.00
	Filtre à tamis DN20	2.0		5.00	1.00	10.00	2.00	20.00	30.00
	Compteur DN20	2.0		105.00	2.00	210.00	4.00	40.00	250.00
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>606.00</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>706.00</b>
01.01.0	<b>UNITES TERMINALES</b>								
01.01.0	<b>Climatisation R+1 à R+6</b>								
	Chambre standard et suite								
	Ventilo Convecteur type cassette gainable Pf= 2.3 kW	174.0	U	142.00	6.00	24 708.00	1 044.00	10 440.00	35 148.00
	Gainé en mousse	372.0	M2	12.00	1.00	4 464.00	372.00	3 720.00	8 184.00
	Grille de soufflage	174.0	U	22.00	2.00	3 828.00	348.00	3 480.00	7 308.00
	Grille de reprise	174.0	U	22.00	2.00	3 828.00	348.00	3 480.00	7 308.00
	Kit vanne (vanne trois voies plus vanne d'isolement)	174.0	U	64.00	2.00	11 136.00	348.00	3 480.00	14 616.00
	Thermostat de commande câblé	174.0	U	42.00	2.00	7 308.00	348.00	3 480.00	10 788.00
	<b>Total sous chapitre niveau 2</b>					<b>55 272.00</b>	<b>2 808.00</b>	<b>28 080.00</b>	<b>83 352.00</b>
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>55 272.00</b>	<b>2 808.00</b>	<b>28 080.00</b>	<b>83 352.00</b>
01.01.0	<b>Condensât</b>								
	Evacuation des condensats	1.0	ENS	2 500.00	80.00	2 500.00	80.00	800.00	3 300.00
	Par gravitation à raccorder sur une attente verticale								
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>2 500.00</b>	<b>80.00</b>	<b>800.00</b>	<b>3 300.00</b>
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>119 584.28</b>	<b>5 008.50</b>	<b>50 085.00</b>	<b>169 669.28</b>
01.02	<b>VENTILATION</b>								
	<b>EXTRACTION</b>								
01.02.0	<b>VMC SANITAIRES chambres R+1 au R+6</b>								
	- Caisson d'extraction en toiture y compris inter M/A de proximité, manchettes, visièrre pare-pluie et grillage								

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Ote	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	anti volatile, Débit 2160 m3/h - Conduit en tôle spiralée y compris supports et raccords	4.0	ENS	990.00	6.00	3 960.00	24.00	240.00	4 200.00
	DN 125	192.0	ml	5.44	1.00	1 044.48	192.00	1 920.00	2 964.48
	DN 160	84.0	ml	7.00	1.00	588.00	84.00	840.00	1 428.00
	DN 200	24.0	ml	11.34	1.50	272.16	36.00	360.00	632.16
	DN 250	9.0	ml	14.00	1.50	126.00	13.50	135.00	261.00
	DN 315	36.0	ml	17.50	1.50	630.00	54.00	540.00	1 170.00
	-Bouche d'extraction avec module de régulation de débit et manchon de fixation	174.0	U	9.00	1.00	1 566.00	174.00	1 740.00	3 306.00
	Gaine flexible diam 125 rouleaux de 10 m	18.0	ctx	22.00	2.00	396.00	36.00	360.00	756.00
	<b>Total sous chapitre niveau 1</b>					<b>8 582.64</b>	<b>613.50</b>	<b>6 135.00</b>	<b>14 717.64</b>
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>8 582.64</b>	<b>613.50</b>	<b>6 135.00</b>	<b>14 717.64</b>
01.04	<b>ELECTRICITE</b>								
	Armoire de climatisation et de ventilation	1.0	ENS	420.00	40.00	420.00	40.00	400.00	820.00
	Liaison électrique	1.0	ENS	450.00	80.00	450.00	80.00	800.00	1 250.00
	- Raccordement sur attente électrique à proximité	1.0	ENS	150.00	80.00	150.00	80.00	800.00	950.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>1 020.00</b>	<b>200.00</b>	<b>2 000.00</b>	<b>3 020.00</b>
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>1 020.00</b>	<b>200.00</b>	<b>2 000.00</b>	<b>3 020.00</b>
01.05	<b>MISE EN SERVICE</b>								
	ESSAIS ET SUIVI DE FONCTIONNEMENT	1.0	ENS	250.00	160.00	250.00	160.00	1 600.00	1 850.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>250.00</b>	<b>160.00</b>	<b>1 600.00</b>	<b>1 850.00</b>
	<b>Total chapitre</b>					<b>129 436.92</b>	<b>5 982.00</b>	<b>59 820.00</b>	<b>189 256.92</b>

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
01	<b>1. EQUIPEMENTS DE CUISINE</b>								
01.01	<b>1.1 - CONTRÔLE</b>								
	BALANCE DE CONTRÔLE ELECTRONIQUE Portée : 150 kg par 50 g Plateau inox de 660 x 545 mm Secteur 230 V Afficheur électronique à fixer au mur	1.0	U	1 292.00	1.00	1 292.00	1.00	10.00	1 302.00
	TABLE ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Avec dossier arrière Construction inox 18-10 Dimensions : 1200 x 700 x 900	1.0	U	306.00	3.00	306.00	3.00	30.00	336.00
	ARMOIRE SUSPENDUE INOX 2 PORTES COULISSANTES Dimensions : 1200 x 400 x 600 2 portes coulissantes	1.0	U	308.00	6.00	308.00	6.00	60.00	368.00
	BALANCE DE COMPTOIR Portée : 6 kg par 1 g Plateau inox de 310 x 275 mm Secteur et accus rechargeables, autonomie 24 H Une seule touche : Marche/arrêt Tarage - remise à zéro	1.0	U	540.50	1.00	540.50	1.00	10.00	550.50
	CHARIOT DE MANUTENTION Chariot à plate forme 1000 x 600mm 4 roues, 2 fixes, 2 pivotantes diamètre 160mm à chappe acier électrozingués Bandage nylon Dimensions : 1200 x 600 x 1000mm	1.0	U	341.00	4.00	341.00	4.00	40.00	381.00
	TUE INSECTES MURAL - tube de 40 W Surface protégée : 80 m2 Dimensions : 765 x 80 x 170 mm	1.0	U	139.83	1.00	139.83	1.00	10.00	149.83
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mm avec fixation du sac par son Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	1.00	172.50	1.00	10.00	182.50

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	POSTE MURAL DE LAVAGE ET DESINFECTION Tuyau de 15 m de qualité alimentaire avec poignée pistolet Pistolet anti choc avec raccord rapide Support pour bidon de 5 litres en acier inox Coffret avec enrouleur de tuyau intégré et incassable Kit d'alimentation avec tresse inox Appareil équipé d'un anti pollution NF conforme aux normes SRIPS (laboratoire d	1.0	U	659.12	2.00	659.12	2.00	20.00	679.12
	DIABLE DE MANUTENTION Construction en aluminium Ultra léger Charge : 200kg Poignées de sécurité multiprise Dimensions : 1315 x 580 x 570 Pelle : 300 x 280mm	1.0	U	213.08	4.00	213.08	4.00	40.00	253.08
	TRANSPALETTE MANUELLE Charge : 3 tonnes Pompe hydraulique Commande manuelle à 3 positions Point bas à 85mm, point haut 205mm Roues directrices diamètres 200mm Fourches : 1150 x 540mm Largeur des fourches : 160mm	1.0	U	560.00	2.00	560.00	2.00	20.00	580.00
	THERMOMETRE A VISEE LASER Utilisation : -20°C à +260°C Précision +- 3ù Fonctionne avec pile 9 volts. Livré avec étui de protection - Marquage CE	1.0	U	163.03	1.00	163.03	1.00	10.00	173.03
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>4 695.06</b>	<b>26.00</b>	<b>260.00</b>	<b>4 955.06</b>
01.02	<b>1.2 - LOCAL POUBELLE</b> CONTENEURS DECHETS Plastique polyéthylène vierge haute densité Roues en caoutchouc massif avec jantes en polypropylène Poignées sur le corps et le couvercle Dimensions : 1370 x 1050 x 1300mm Capacité : 660 litres	2.0	U	296.10	1.00	592.20	2.00	20.00	612.20
	TUE INSECTES MURAL - tube de 40 W	1.0	U	143.00	1.00	143.00	1.00	10.00	153.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Surface protégée : 80 m2 Dimensions : 765 x 80 x 170 mm								
	CLIMATISATION DU LOCAL POUBELLE HORS LOT EQUIPEMENT DE CUISINE	1.0	U	590.00	12.00	590.00	12.00	120.00	710.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>1 325.20</b>	<b>15.00</b>	<b>150.00</b>	<b>1 475.20</b>
01.03	<b>1.3 - ECONOMAT</b> RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 3976 x 500 x 1750 - 1 retour de 2793 x 500 x 1750mm - 1 retour de 2091 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	1 467.20	4.00	1 467.20	4.00	40.00	1 507.20
	TUE INSECTES MURAL - tube de 40 W Surface protégée : 80 m2 Dimensions : 765 x 80 x 170 mm	1.0	U	140.00	1.00	140.00	1.00	10.00	150.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>1 607.20</b>	<b>5.00</b>	<b>50.00</b>	<b>1 657.20</b>
01.04	<b>1.4 - VINS / ALCOLS</b> RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 3976 x 500 x 1750 - 1 retour de 2793 x 500 x 1750mm - 1 retour de 2091 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	1 467.20	1.00	1 467.20	1.00	10.00	1 477.20
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>1 467.20</b>	<b>1.00</b>	<b>10.00</b>	<b>1 477.20</b>
01.05	<b>1.5 - CHAMBRE FROIDE LEGUMES</b> CHAMBRE FROIDE POSITIVE SANS SOL ACCOLEE - 13,85M3 Dimensions intérieures : 2030 x 2830 x 2410 Panneaux de 60 mm laqué blanc 2 faces Sans sol 1 porte pivotante avec fermeture à clé de 950x1870 Groupe frigorifique PROFROID MDH 316ZC- 2931 W pour T int. = +3°C Groupe à 10 m maxi sur le toit terrasse	1.0	U	4 096.50	60.00	4 096.50	60.00	600.00	4 696.50

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2634 x 500 x 1750 4 niveaux de 500 mm de largeur	2.0	U	668.44	8.00	1 336.88	16.00	160.00	1 496.88
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>5 433.38</b>	<b>76.00</b>	<b>760.00</b>	<b>6 193.38</b>
01.06	<b>1.6 - CHAMBRE FROIDE POSITIVE DE JOUR</b> CHAMBRE FROIDE POSITIVE SANS SOL ACCOLEE - 13,85M3 Dimensions intérieures : 2030 x 2830 x 2410 Panneaux de 60 mm laqué blanc 2 faces Sans sol 1 porte pivotante avec fermeture à clé de 950x1870 Groupe frigorifique PROFROID MDH 316ZC- 2931 W pour T int. = +3°C Groupe à 10 m maxi sur le toit terrasse	1.0	U	4 096.50	60.00	4 096.50	60.00	600.00	4 696.50
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2634 x 500 x 1750 4 niveaux de 500 mm de largeur	2.0	U	668.50	8.00	1 337.00	16.00	160.00	1 497.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>5 433.50</b>	<b>76.00</b>	<b>760.00</b>	<b>6 193.50</b>
01.07	<b>1.7 - BIERES EAU MINERALE</b> CLIMATISATION DU LOCAL BEM HORS LOT EQUIPEMENT DE CUISINE Groupe à 10 m maxi sur le toit terrasse	1.0	U	650.00	16.00	650.00	16.00	160.00	810.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>650.00</b>	<b>16.00</b>	<b>160.00</b>	<b>810.00</b>
01.08	<b>1.8 - RESERVE</b> RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2432 x 500 x 1750 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	660.00	8.00	660.00	8.00	80.00	740.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>660.00</b>	<b>8.00</b>	<b>80.00</b>	<b>740.00</b>

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Débourisé
01.09	<b>1.9 - LOCAL PRODUITS D'ENTRETIEN</b> RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2432 x 500 x 1750 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	660.00	8.00	660.00	8.00	80.00	740.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>660.00</b>	<b>8.00</b>	<b>80.00</b>	<b>740.00</b>
01.10	<b>1.10 - LEGUMERIE</b> PLONGE BATTERIE 2 BACS 2 Bacs de 500 x 500 x 300 avec robinet monotrou ec/ef Dimensions : 1200 x 700 Dossieret arrière de 100mm	1.0	U	645.00	10.00	645.00	10.00	100.00	745.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1400x400mm	1.0	U	76.00	2.00	76.00	2.00	20.00	96.00
	TABLE ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Avec dossieret arrière Constrcturctioninox 18-10 Dimensions : 1200 x 700 x 900	1.0	U	249.00	4.00	249.00	4.00	40.00	289.00
	ARMOIRE DE STERILISATION DES COUTEAUX Capacité : 10 couteaux - porte plexiglass Dimensions : 310 x 125 x 600 mm Carrosserie en inox brossé 18/10 Minuterie de 0 à 2 heures Fermeture magnétique	1.0	U	492.50	2.00	492.50	2.00	20.00	512.50
	OUVRE BOITE MANUELLE Fixation sur table par serre joint Equipée d'une tête porte couteaux facilement amovibles sans outils, par simple b de la poignée Tête et poignées en matériaux composite Socle inox à serre joint pouvant aussi être vissé Longueur : 910 mm	1.0	U	113.50	1.00	113.50	1.00	10.00	123.50
	CUVE MOBILE ACIER INOX Cuve capacité 140 litres avec grille crépine et bonde surverse 4 roues pivotantes diamètre dont 2 à freins	1.0	U	710.00	2.00	710.00	2.00	20.00	730.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Dimensions : 810x560x540mm ESSOREUSE A SALADE Pour essorer 4/5 kg de légumes ou 5/6 têtes de salades 1 avec rotation et arrêt du panier par défouillage, l'autre sans défouillage pour p Volume du panier : 32 litres Sécurité à l'ouverture du couvercle Tableau de commande à touches tactiles Puissance : 370W - MONO 230V Dimensions : 460 x 540 x 800mm	1.0	U	2 436.50	2.00	2 436.50	2.00	20.00	2 456.50
	TUE INSECTES MURAL - tube de 40 W Surface protégée : 80 m2 Dimensions : 765 x 80 x 170 mm	1.0	U	140.00	2.00	140.00	2.00	20.00	160.00
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mm avec fixation du sac par san Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	1.00				
	POSTE MURAL DE LAVAGE ET DESINFECTION Tuyau de 15 m de qualité alimebntaire avec poignée pistolet Pistolet anti choc avec raccord rapide Support pour bidon de 5 litres en acier inox Coffret avec enrouleur de tuyau intégré et incassable Kit d'alimentation avec tresse inox Appareil équipé d'un anti pollution NF conforme aux normes SRIPS ( laboratoire d	1.0	U	659.12	4.00	659.12	4.00	40.00	699.12
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>5 521.62</b>	<b>29.00</b>	<b>290.00</b>	<b>5 811.62</b>
01.11	<b>1.11 - PREPARATION POISSONS</b> ARMOIRE REFRIGEREE POUR POISSONS Structure interne et externe en acier inoxydable AISI 304 Système de réfrigération avec unité d'évaporation statique et possibilité de rég Gamme de la température entre 0° et -5°C	1.0	U	1 938.50	2.00	1 938.50	2.00	20.00	1 958.50

Protection de l'environnement et études économique

sNo	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Capacité: 5 bacs 410x480x140mm (fournis) Isolation de 60mm d'épaisseur Puissance : 362W - MONO 230V Dimensions : 600 x 600 x 1900								
	TABLE DE PREPARATIONS POISSON Construction en acier inoxydable Dessus polyéthylène Piétement en tube 40x40mm Dossieret arrière hauteur 100mm Fournis avec douchette 1 bac de lavage 400 x 340 x 200mm 1 trou vide déchets + bac de récupération Dimensions : 1800 x 600 x 895mm	1.0	U	1 137.50	6.00	1 137.50	6.00	60.00	1 197.50
	ARMOIRE DE STERILISATION DES COUTEAUX Capacité : 10 couteaux - porte plexiglass Dimensions : 310 x 125 x 600 mm Carrosserie en inox brossé 18/10 Minuterie de 0 à 2 heures Fermeture magnétique	1.0	U	492.50	2.00	492.50	2.00	20.00	512.50
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>3 568.50</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>3 668.50</b>
01.12	<b>1.12 - PREPARATION VIANDES</b>								
	LAVE MAINS CNM Construction acier inoxydable 18-10 Cuve 345 x 245mm profondeur 120mm Commande au genou Prémélangeur eau chaude eau froide avec clapets anti retour et réglages de la te Distributeur de savon 350ml Dimensions : 440 x 335 x 540mm	1.0	U	352.50	6.00	352.50	6.00	60.00	412.50
	ARMOIRE REFRIGEREE POSITIVE 1 PORTE Dégivrage automatique avec réévaporation des eaux de dégivrages Tout inox 18/10 3 clayettes GN 2/1 par portes Fermeture à clés Régulation électronique Puissance : 456W - MONO 230V Dimensions : 740 x 830 x 2010mm	1.0	U	1 196.50	2.00	1 196.50	2.00	20.00	1 216.50
	TABLE DE DECOUPE VIANDES Construction en acier inoxydable	1.0	U	1 185.50	4.00	1 185.50	4.00	40.00	1 225.50

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Dessus polyéthylène Piétement en tube 40x40mm Dossieret arrière hauteur 100mm Fournis avec douchette 1 bac de lavage 400 x 340 x 200mm 1 trou vide déchets + bac de récupération Dimensions : 1800 x 600 x 895mm								
	ETAGERE MURALE A CREMAILLERES Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Crémaillères inox 18-10 Hauteur : 2 niveaux 700mm Plateaux réglables inox 18-10 Dossieret arrière hauteur 50mm Dimensions : 1800 x 400mm	1.0	U	76.00	4.00	76.00	4.00	40.00	116.00
	ARMOIRE DE STERILISATION DES COUTEAUX Capacité : 10 couteaux - porte plexiglass Dimensions : 310 x 125 x 600 mm Carrosserie en inox brossé 18/10 Minuterie de 0 à 2 heures Fermeture magnétique	1.0	U	492.50	2.00	492.50	2.00	20.00	512.50
	BILLOTS SUR PIEDS Dessus polyéthylène Billot épaisseur 100mm Dimensions : 600 x 600mm	1.0	U	386.50	1.00	386.50	1.00	10.00	396.50
	TUE INSECTES MURAL - tube de 40 W Surface protégée : 80 m2 Dimensions : 765 x 80 x 170 mm	1.0	U	140.00	2.00	140.00	2.00	20.00	160.00
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mm avec fixation du sac par san Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	2.00	172.50	2.00	20.00	192.50
	REFROIDISSEMENT DU LOCAL VIANDES ET POISSONS Groupe frigorifique carrossé complet; Puissance frigorifique: 4070 W pour T int.	1.0	U	2 307.00	16.00	2 307.00	16.00	160.00	2 467.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Débourisé
	Groupe à 20 m maxi sur le toit terrasse Evaporateur plafonnier double flux								
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>6 309.00</b>	<b>39.00</b>	<b>390.00</b>	<b>6 699.00</b>
<b>01.13</b>	<b>1.13 - CHAMBRE FROIDE POSITIVE VIANDES</b> CHAMBRE FROIDE POSITIVE SANS SOL ACCOLEE - 13,05M3	1.0	U	3 875.50	60.00	3 875.50	60.00	600.00	4 475.50
	Dimensions intérieures : 2230 x 2430 x 2410 Panneaux de 60 mm laqué blanc 2 faces Sans sol 1 porte pivotante avec fermeture à clé de 950x1870 Groupe frigorifique carrossé complet; Puissance frigorifique: 2765 W pour T int. Groupe à 20 m maxi sur le toit terrasse								
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2132 x 500 x 1750 - 2 retour de 1789 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	914.98	8.00	914.98	8.00	80.00	994.98
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>4 790.48</b>	<b>68.00</b>	<b>680.00</b>	<b>5 470.48</b>
<b>01.14</b>	<b>1.14 - CHAMBRE FROIDE SURGELES</b> CHAMBRE FROIDE NEGATIVE - 14,23 m3	1.0	U	5 235.00	60.00	5 235.00	60.00	600.00	5 835.00
	Dimensions intérieures : 2430 x 2430 x 2410 Panneaux de 100 mm laqué blanc 2 faces Avec sol isolé sur chevrons PVC 1 porte pivotante avec fermeture à clé de 950x1870 Groupe frigorifique carrossé complet; Puissance frigorifique: 2490 W pour T int. Groupe à 20 m maxi sur le toit terrasse								
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2334 x 500 x 1750 - 2 retour de 1789 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	870.41	8.00	870.41	8.00	80.00	950.41
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>6 105.41</b>	<b>68.00</b>	<b>680.00</b>	<b>6 785.41</b>

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
01.15	<b>1.15 - CHAMBRE FROIDE PRODUITS PRETRAITES</b> CHAMBRE FROIDE POSITIVE SANS SOL ACCOLEE - 14,23M3  Dimensions intérieures : 2430 x 2430 x 2410 Panneaux de 60 mm laqué blanc 2 faces Sans sol 1 porte pivotante avec fermeture à clé de 950x1870 Groupe frigorifique carrossé complet; Puissance frigorifique: 2930 W pour T int. Groupe à 20 m maxi sur le toit terrasse	1.0	U	3 968.50	60.00	3 968.50	60.00	600.00	4 568.50
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : - 1 élément de : 2334 x 500 x 1750 - 2 retour de 1789 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	870.50	8.00	870.50	8.00	80.00	950.50
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>4 839.00</b>	<b>68.00</b>	<b>680.00</b>	<b>5 519.00</b>
01.16	<b>1.16 - PREPARATION FROIDES</b> LAVE MAINS CNM Construction acier inoxydable 18-10 Cuve 345 x 245mm profondeur 120mm Commande au genou Prémélangeur eau chaude eau froide avec clapets anti retour et réglages de la te Distributeur de savon 350ml Dimensions : 440 x 335 x 540mm	1.0	U	352.50	8.00	352.50	8.00	80.00	432.50
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mmavec fixation du sac par san Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	2.00	172.50	2.00	20.00	192.50
	MEUBLE REFRIGERE 3 PORTES Intérieur / Extérieur inox 18-10 avec angles arrondis Dossieret arrière de 100mm Portes reversibles avec dispositif de fermeture, charnières inox et joint déclip	1.0	U	1 623.00	2.00	1 623.00	2.00	20.00	1 643.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Ote	Unit	Achat U	Pose	FO Total	MO Total	Coût	Déboursé
	Pieds inox réqlables Gaz R134a Compresseur hermetique ventilé Danfoss sur glisières Evaporateur ventilé traité anti corrosion Thermostat électronique avec affichage digitale Alarme haute et basse température sur contrôleur digital Dimensions : 1800 x 700 x 850mm								
	ARMOIRE SUSPENDUE INOX 2 PORTES COULISSANTES Construction tout inox 18-10 Dimensions : 1800 x 400 x 600 2 portes coulissantes	1.0	U	376.00	4.00	376.00	4.00	40.00	416.00
	COMBINE CUTTER/COUPE LEGUMES Puissance : 1000watt - MONO 230V Vitesse variable : de 300 à 3000tr/minute en cutter de 300 à 3000tr/minute en coupe legumes Dimensions : 590 x 320 x 304mm Fournis avec : éminceurs : 2 et 4 mm râpeur 2mm, bâtonnet 2x2mm, équipement macédoine : éminceur 10mm + grille 10x1 Cuve inox 4 litres pour cutter	1.0	U	670.00	2.00	670.00	2.00	20.00	690.00
	TABLE ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Avec dossier arrière Constrructioninox 18-10 Dimensions : 2200 x 700 x 900	1.0	U	405.00	4.00	405.00	4.00	40.00	445.00
	ARMOIRE SUSPENDUE INOX 2 PORTES COULISSANTES Construction tout inox 18-10 Dimensions : 2200 x 400 x 600 2 portes coulissantes	1.0	U	400.50	4.00	400.50	4.00	40.00	440.50
	TRANCHEUR DE 300 MM Carter aluminium, lame en acier traité de 300 mm Avec règle chariot Moteur 200W / 230 V Dimensions : 620 x 510 x 450 mm	1.0	U	1 074.00	2.00	1 074.00	2.00	20.00	1 094.00
	TABLE DU CHEF ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Bac soudé : 400 x 400 x 250 avec tube surverse Dossier arrière hauteur 100mm Fournis avec robinetterie mélangeuse col de cygne, avec tube surverse et siphon	1.0	U	604.00	4.00	604.00	4.00	40.00	644.00

sNo	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Dimensions : 2000 x 700 x 850 mm ETAGERE MURALE A CREMAILLERES Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Crémailleres inox 18-10 Hauteur : 2 niveaux 700mm Plateaux réglables inox 18-10 Dossieret arrière hauteur 50mm Dimensions : 2000 x 400mm	1.0		133.00	4.00	133.00	4.00	40.00	173.00
	BATTEUR MELANGEUR 5 LITRES Variation de vitesse électronique Adapté à un usage intensif Cuve capacité 5,2 litres Fournis avec 3 outils (fouets+palette+crochet spirale) Ecran de protection Puissance : 0,3kW - MONO 230V Dimensions : 279 x 416 x 487mm	1.0	U	691.50	2.00	691.50	2.00	20.00	711.50
	BALANCE DE CONTRÔLE ELECTRONIQUE Portée : 150 kg par 50 g Plateau inox de 660 x 545 mm Secteur 230 V Afficheur électronique à fixer au mur	1.0	U	553.50	1.00	553.50	1.00	10.00	563.50
	REFROIDISSEMENT DU LOCAL PREPARATIONS FROIDES Groupe frigorifique carrossé complet; Puissance frigorifique: 4070 W pour T int. Groupe à 20 m maxi sur le toit terrasse Evaporateur plafonnier double flux	1.0	U	2 650.00	16.00	2 650.00	16.00	160.00	2 810.00
	<b>Total sous chapitre</b>					<b>9 705.50</b>	<b>55.00</b>	<b>550.00</b>	<b>10 255.50</b>
01.17	<b>1.17 - CUISSON</b> MEUBLE REFRIGERE 3 PORTES Intérieur / Extérieur inox 18-10 avec angles arrondis Dossieret arrière de 100mm Portes reversibles avec dispositif de fermeture, charnières inox et joint déclip Pieds inox réglables Gaz R134a Compresseur hermetique ventilé Danfoss sur glisières Evaporateur ventilé traité anti corrosion Thermostat électronique avec affichage digitale	1.0	U	1 623.00	2.00	1 623.00	2.00	20.00	1 643.00

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Alarme haute et basse température sur contrôleur digital Dimensions : 1800 x 700 x 850mm								
	TABLE ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Avec dossier arrière sur 2 côtés afin de préserver la continuité des tables Construction inox 18-10 Dimensions : 700 x 700 x 900	1.0	U	274.50	4.00	274.50	4.00	40.00	314.50
	MEUBLES NEUTRE 2 PORTES COULISSANTES Construction en acier inox 18-10 Plan de travail doublée par panneau stratifié hydrofuge Dossier arrière hauteur 100mm Une étagère réglables Dimensions : 2000 x 700 x 850mm	1.0	U	819.00	4.00	819.00	4.00	40.00	859.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 2000x400mm	1.0	U	76.00	2.00	76.00	2.00	20.00	96.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 700x400mm	1.0	U	66.50	2.00	66.50	2.00	20.00	86.50
	LAVE MAINS CNM Construction acier inoxydable 18-10 Cuve 345 x 245mm profondeur 120mm Commande au genou Prémélangeur eau chaude eau froide avec clapets anti retour et réglages de la te Distributeur de savon 350ml Dimensions : 440 x 335 x 540mm	1.0	U	352.50	8.00	352.50	8.00	80.00	432.50
	TABLE DU CHEF ADOSSEE AVEC ETAGERE BASSE Bac soudé : 400 x 400 x 250 avec tube surverse Dossier arrière hauteur 100mm Fournis avec robinetterie mélangeuse col de cygne, avec tube surverse et siphon Dimensions : 1800 x 700 x 850 mm	1.0	U	604.00	4.00	604.00	4.00	40.00	644.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable	1.0	U	76.00	4.00	76.00	4.00	40.00	116.00

Protection de l'environnement et études économique

No	Article	Qte	Unit	Achat U	Pose	FO Total	MO Total	Coût Pose	Débourisé
	Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1800x400mm								
	MEUBLE REFRIGERE 3 PORTES Intérieur / Extérieur inox 18-10 avec angles arrondis Dossieret arrière de 100mm Portes reversibles avec dispositif de fermeture, charnières inox et joint déclip Pieds inox réglables Gaz R134a Compresseur hermetique ventilé Danfoss sur glisières Evaporateur ventilé traité anti corrosion Thermostat électronique avec affichage digitale Alarme haute et basse température sur contrôleur digital Dimensions : 1800 x 700 x 850mm	1.0	U	1 623.00	2.00	1 623.00	2.00	20.00	1 643.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1800x400mm	1.0	U	66.50	4.00	66.50	4.00	40.00	106.50
	FOUR MICRO ONDES PROGRAMMABLES Capacité : 28 litres Electronique Sol fixe en céramique GN 2/3 Int/Ext en tôle époxy Portes en inox Puissance : 1300 W - MONO 230V Dimensions : 530 x 394 x 359mm	1.0	U	569.00	1.00	569.00	1.00	10.00	579.00
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mmavec fixation du sac par san Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	4.00	172.50	4.00	40.00	212.50
	MEUBLES CHAUFFANT 2 PORTES COULISSANTES Construction en acier inox 18-10 - Dessus chauffant Intérieures chauffant ventilés Parois latérales doublés Une étagère réglables Dimensions : 2200 x 700 x 850mm	1.0	U	1 148.00	2.00	1 148.00	2.00	20.00	1 168.00

Protection de l'environnement et études économique

sNo	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Débourisé
	Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1800x400mm								
	MEUBLE REFRIGERE 3 PORTES Intérieur / Extérieur inox 18-10 avec angles arrondis Dossieret arrière de 100mm Portes reversibles avec dispositif de fermeture, charnières inox et joint déclip Pieds inox réglables Gaz R134a Compresseur hermetique ventilé Danfoss sur glisières Evaporateur ventilé traité anti corrosion Thermostat électronique avec affichage digitale Alarme haute et basse température sur contrôleur digital Dimensions : 1800 x 700 x 850mm	1.0	U	1 623.00	2.00	1 623.00	2.00	20.00	1 643.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1800x400mm	1.0	U	66.50	4.00	66.50	4.00	40.00	106.50
	FOUR MICRO ONDES PROGRAMMABLES Capacité : 28 litres Electronique Sol fixe en céramique GN 2/3 Int/Ext en tôle époxy Portes en inox Puissance : 1300 W - MONO 230V Dimensions : 530 x 394 x 359mm	1.0	U	569.00	1.00	569.00	1.00	10.00	579.00
	PORTE SAC POUBELLE CNM MOBILE Structure en tube acier inox 20mm de diamètre Support sac très rigide en méplat inox épaisseur 4mmavec fixation du sac par san Système de relevage du sac robuste et fiable 2 roues lisses diam. 150mm Poignée de transport largement dimensionnées Dimensions : 450 x 535 x 900mm	1.0	U	172.50	4.00	172.50	4.00	40.00	212.50
	MEUBLES CHAUFFANT 2 PORTES COULISSANTES Construction en acier inox 18-10 - Dessus chauffant Intérieures chauffant ventilés Parois latérales doublés Une étagère réglables Dimensions : 2200 x 700 x 850mm	1.0	U	1 148.00	2.00	1 148.00	2.00	20.00	1 168.00

No	Article	Qte	Unit	Achat U	Pose	FO Total	MO Total	Coût	Débourisé
	Puissance : 4kW - TRI 400V+N+T								
	ETAGERE POUR MEUBLE CHAUFFANT Etagère chauffante Dimensions : 2200 x 350 x 380mm	1.0	U	736.24	4.00	736.24	4.00	40.00	776.24
	SALAMANDRE A PLAFOND MOBILE Largeur 650mm Puissance : 3,8kW - MONO230V Dimensions : 650 x 450 x 465mm Grille réglable en hauteur Surface de cuisson : 580 x 395 mm chauffage par résistances blindées; 400 V TRI	1.0	U	1 214.00	12.00	1 214.00	12.00	120.00	1 334.00
	TABLE CENTRALE AVEC ETAGERE BASSE Constrction inox 18-10 Dimensions : 1800 x 700 x 900	1.0	U	326.00	4.00	326.00	4.00	40.00	366.00
	ETAGERE SUPERIEUR POUR TABLE INOX Construction tout inox 18-10 Montants en tubes cylindriques 32mm Plateaux réglables en inox brossés Largeur 300mm - Hauteur 400mm Longueur : 1800mm	1.0	U	304.29	2.00	304.29	2.00	20.00	324.29
	MEUBLE REFRIGERE 3 PORTES Intérieur / Extérieur inox 18-10 avec angles Dossier arrière de 100mm Portes reversibles avec dispositif de fermeture, charnières inox et joint déclip Pieds inox réglables Gaz R134a Compresseur hermetique ventilé Danfoss sur glisières Evaporateur ventilé traité anti corrosion Thermostat électronique avec affichage digitale Alarme haute et basse température sur contrôleur digital Dimensions : 1800 x 700 x 850mm	1.0	U	1 623.00	2.00	1 623.00	2.00	20.00	1 643.00
	ETAGERE MURALE Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Dimensions : 1800x400mm	1.0	U	76.00	2.00	76.00	2.00	20.00	96.00
	FOUR MIXTE A GAZ 10 NIVEAUX GN 1/1 Dimensions : 890 x 900 x 970+850mm	1.0	U	5 234.00	32.00	5 234.00	32.00	320.00	5 554.00

No	Article	Qte	Unité	Achat U	Pose U	FO Total	MO Total	Coût Pose	Déboursé
	Capacité : 10 NIVEAUX GN 1/1 Production de vapeur par chaudière; sonde à coeur Cuisson: vapeur, mixte et air pulsé Tableau de commande type 4 Chauffage électrique : 17,3 kw tri 400 V Filtre à graisse incorporé Avec support et rangement platerie								
	FOURNEAU 2 FEUX / BAIE LIBRE - GAMME 900 SUR PLACARD Dimensions : 400 x 900 x 900 Puissance : 20 KW- GAZ	1.0	U	956.00	16.00	956.00	16.00	160.00	1 116.00
	FOURNEAU 2 FEUX +PLAQUE DE MIJOTAGE/ BAIE LIBRE - GAMME 900 Dimensions : 800 x 900 x 900 Puissance : 20 KW- GAZ+ 8 kw TRI 400V+N+T	1.0	U	1 452.50	16.00	1 452.50	16.00	160.00	1 612.50
	DESSUS NEUTRE/ BAIE LIBRE Dimensions : 400 x 900 x 900 Dessous placard ouvert	1.0	U	505.50	8.00	505.50	8.00	80.00	585.50
	BAIN MARIE ELECTRIQUES / BAIE LIBRE Dessous placard ouvert Dimensions : 400 x 900 x 900 Puissance : 1,5 KW- mono 230V+N+T	1.0	U	1 073.50	16.00	1 073.50	16.00	160.00	1 233.50
	GRILL FONTE LISSE GAZ/BAIE LIBRE Dessous placard ouvert Dimensions : 400 x 900 x 900 Plaque lisse fonte avec ramasse jus Puissance : 10,0 KW - TRI 400V+N+T	1.0	U	1 286.50	16.00	1 286.50	16.00	160.00	1 446.50
	GRILL FONTE NERVUREE A GAZ/BAIE LIBRE Dessous placard ouvert Dimensions : 400 x 900 x 900 Plaque nervurée fonte avec ramasse jus Puissance : 10,0 KW - TRI 400V+N+T	1.0	U	1 312.00	16.00	1 312.00	16.00	160.00	1 472.00
	GRILL FONTE NERVUREE A GAZ/BAIE LIBRE Dimensions : 400 x 900 x 900 Plaque nervurée fonte avec ramasse jus Puissance : 10,0 KW - TRI 400V+N+T	1.0	U	1 312.00	16.00	1 312.00	16.00	160.00	1 472.00
	DESSUS NEUTRE/ BAIE LIBRE Dimensions : 400 x 900 x 900 Dessous placard ouvert	1.0	U	505.50	8.00	505.50	8.00	80.00	585.50

Protection de l'environnement et études économique

sNo	Article	Qte	Unit	Achat U	Pose	FO Total	MO Total	Coût	Déboursé
	FRITEUSE A GAZ DE 18 LITRES SUR PLACARD Dimensions : 400 x 900 x 900 Production : 42 kg/H de surgelées à cuites Puissance : 16,5 KW - TRI 400 V	1.0	U	1 293.00	16.00	1 293.00	16.00	160.00	1 453.00
	HOTTE D'EXTRACTION CENTRALE A COMPENSATION Dimensions : 3000 x 2370x 390 12 filtres à choc inox Eclairage par 4 luminaires en applique de 36W Habillage inox entre le module et le faux plafond NOTA: système d'extraction et gaines hors lot équipement de cuisine	1.0	U	7 895.00	40.00	7 895.00	40.00	400.00	8 295.00
	<b>Total sous</b>					<b>34 575.53</b>	<b>269.00</b>	<b>2 690.00</b>	<b>37 265.53</b>
<b>01.18</b>	<b>1.18 - PLONGE BATTERIE</b>								
	PLONGE BATTERIE 2 BACS 2 Bacs de 760 x 510 x 380 avec robinet monotrou Dimensions : 1800 x 700	1.0	U	738.50	8.00	738.50	8.00	80.00	818.50
	ETAGERE MURALE A CREMAILLERES Construction en acier inoxydable Plateaux largeur 400mm Crémailleres inox 18-10 Hauteur : 2 niveaux 700mm Plateaux réglables inox 18-10 Dossieret arrière hauteur 50mm Dimensions : 1800 x 400mm	1.0	U	76.00	4.00	76.00	4.00	40.00	116.00
	RAYONNAGE A CLAYETTES POLYPROPYLENE AMOVIBLES Plateaux auto ventilés amovibles Montants en duralinox Ensemble composé de : Dimensions : 1932 x 500 x 1750mm 4 niveaux de 500 mm de largeur	1.0	U	395.74	8.00	395.74	8.00	80.00	475.74
	<b>Total sous</b>					<b>1 210.24</b>	<b>20.00</b>	<b>200.00</b>	<b>1 410.24</b>
	<b>Total chapitre</b>					<b>98 556.82</b>	<b>857.00</b>	<b>8 570.00</b>	<b>107 126.82</b>

## a) Détermination du cout d'installation

### a.1 Prix de revient des matériels

Par rapport au tableau récapitulatif des prix d'achat des matériels, nous pouvons déterminer le prix de revient de ces équipements techniques.

Afin de déterminer ce prix de revient des matériels rendus à Antananarivo, le colisage des matériels ainsi que les tarifs douaniers.

#### - Le colisage des matériels

Après le calcul des encombrements, on peut en déduire que tous les matériels de climatisation feront 2 containers de 40 pieds et un de 20 pieds.

A propos des matériels de grande cuisine, ils feront un container de 40 pieds et un 20 pieds.

#### - Les tarifs douaniers

Le tarif douanier des équipements de conditionnement d'air tourne au tour du code 84 15 81 00 et 73 21 11 00 pour les matériels de cuisine.

Ci-après le tableau récapitulatif de calcul de prix de revient des matériels.

### CLIMATISATION

DESIGNATION	TAUX	MONTANT EN €
PRIX DEPART USINE (PDU)		130 000
FRAIS D'APPROCHE	3% DU PDU	3 900
MISE À FOB	790 € /20' ET 1015 € /40'	2 820
FRET MARITIME	1650 € /20' ET 2590 € /40'	6 830
COUT ET FRET		143 550
IFP	405 € ET 796 € /40'	1 997
TID	12 € / DECLARATION	12
Frais fixe	30 €	30
ASSURANCE	0.6% sur valeur Coût et frêt majoré de 20%	1 033.56
VALEUR CIF OU CAF		146 622.56
DROIT DE DOUANE	20%	29 324.51
FRAIS D'APPROCHE TNR/TMV	285 € /20' ET 450 € /40'	1 185.00
<b>PRIX DE REVIENT MATERIELS RENDU A TANA en €</b>		<b>177 132.07</b>

**CUISINE**

DESIGNATION	TAUX	MONTANT EN €
PRIX DEPART USINE (PDU)		98 600.00
FRAIS D'APPROCHE	3% DU PDU	2 958.00
MISE À FOB	790 € /20' ET 1015 € /40'	1 805.00
FRET MARITIME	1650 € /20' ET 2590 € /40'	4 240.00
COÛT ET FRET		<b>107 603.00</b>
IFP	405 € ET 796 € /40'	1 201.00
TID	12 € / DECLARATION	12.00
FRAIS FIXE	30 €	30.00
ASSURANCE	0.6% sur valeur Coût et fret majoré de 20%	775.00
VALEUR CIF OU CAF		109 621.00
DROIT DE DOUANE	10%	10 962.10
FRAIS D'APPROCHE TNR/TMV	285 € /20' ET 450 € /40'	735.00
<b>PRIX DE REVIENT MATERIELS RENDU A TANA en €</b>		<b>121 318.10</b>

**LE PRIX DE REVIENT TOTAL DES MATERIELS EST 177 132.07 + 121 318.10**

**SOIT 298 450.17 €**

**a.2 Prix de revient du montage**

Toutes les charges indirectes seront intégrées dans le taux horaire moyen pondéré de l'installation.

Pour une entreprise prestataire de service capable d'exécuter ces travaux ayant 75 à 100 employés, ce taux est de 10 €/heure.

### **a.3 Durée de montage**

La durée de montage était obtenue par rapport au tableau de déboursé. Par expérience, des entreprises ont établi une bible pour les durées d'installation nécessaire à chaque article.

Cette bible de montage s'intitule BATIPRIX, là où nous avons épuisé ces informations dans les tableaux de déboursés.

- Pour les matériels de climatisation, la durée est de : 5 982 heures

- Pour les matériels de cuisine, la durée est de : 857 heures

**DUREE TOTALE DE MONTAGE EST DE  $5\,982 + 857 = 6\,839$  heures**

- Pour un taux horaire de 10 €

**MONTANT TOTAL DU MONTAGE  $6\,839\text{h} \times 10 \text{ €/h} = 68\,390 \text{ €}$**

LE PRIX DE REVIENT TOTAL EST DE  **$298\,450.17 \text{ €} + 68\,390 \text{ €} = 366\,840.17 \text{ €}$**

**Pour une marge bénéficière de 35%, le prix budget à prévoir est de :**

**564 369.49 €.**

## CONCLUSION GENERALE

Ce travail fait l'objet d'étude et conception des équipements techniques d'un hôtel de classe 4 étoiles avec 174 chambres.

Il nous a permis, avec l'aide en documentation de la Société SMEF de pouvoir faire l'inventaire technico-économique des matériels constituent ces équipements. Ceci après avoir fait non seulement le bilan thermique des installations frigorifiques, spécifique à la climatisation mais aussi le bilan des installations de cuisine : chaud et froid.

La climatisation à grande échelle, comme ce type de travail, nous a conduits à considérer des valeurs et paramètres déjà en relation directe avec les besoins de l'hôtel, des données des sociétés de construction des appareillages et les pédagogies acquises au sein de la filière Génie Industriel.

Ainsi, nous pensons que ce travail de mémoire nous aidera à pouvoir mettre en place un bureau d'étude en installations industrielles frigorifiques.

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- Angelopo
- Arrêté royal du 07 février 1997 relatif à l'hygiène générale des denrées alimentaires
- Batiprix Bible de la construction
- Cours de technologies chauffage Pierre Dessere
- France air année 2008
- H.-J BREIDERT, traduit par J-J CAUHEPIN, « calcul des chambres froides ».Paris, 1995 ,121p
- JACQUARD. P, « cours de thermodynamique appliquée », paris, 1995,121p
- La robinetterie industrielle
- « Madagascar Action Plane », engagement 7.
- Manuel Carrier 1<sup>ère</sup> partie
- P.DAL ZOTTO, J.M.LARRE, A.MELERT, L.PICAU, « MEMOTHECH Génie Energétique », paris, Edition CASTEILLA, 1996,320p
- PORCHER .G ; « cours des climatisations : base de calcul de l'installation des climatisations »,7<sup>ème</sup> édition, édition parisienne 1993,320p
- Salmson année 2008
- Serseg
- Tarif des douanes 2008
- Traité d'Ingénierie hôtellerie
- York International

**SITE INTERNET :**

- [WWW.multiglass.be](http://WWW.multiglass.be)
- [WWW.Xpair.com](http://WWW.Xpair.com)
- [WWW.climweb.com](http://WWW.climweb.com)
- [WWW.carrier.com/climatisation-maison.php](http://WWW.carrier.com/climatisation-maison.php)
- <http://perso.orange.fr/roger.co/conseilclim.html>
- [WWW.York.com](http://WWW.York.com)
- [WWW.climamaison.com/climatisation-maison.php](http://WWW.climamaison.com/climatisation-maison.php)
- [WWW.drycoolers.com](http://WWW.drycoolers.com)

NOM : ANDRIAMANANARIVO

Prénoms : Rovaniaina Vahandanitra

Contact : Tél : 034.13.003.77

E-mail : [andriaman@yahoo.fr](mailto:andriaman@yahoo.fr)

Encadreur : Monsieur RANAIVOSON Andriambala

Nombre de page : 116

Nombre de tableau : 16

Nombre de figure : 23

**RESUME :**

Le tourisme est l'une des secteurs clé du développement de Madagascar. C'est dans ce cadre que ce mémoire est basé : projet d'étude et de conception d'un hôtel de classe quatre étoiles avec 174 chambres.

Les climatisations employées sont de type eau glacée et en Ventilation Mécanique Contrôlé (VMC). On a fait un bilan thermique de chaque chambre afin de déduire la puissance totale à installer. Avec cette puissance, on a pu déterminer le débit nécessaire pour assurer le refroidissement de chaque chambre. Le traçage de synoptique de l'installation tout en identifiant le nombre de colonne principale et les antennes a pour fin de déterminer les pertes de charge que la pompe doit vaincre. Pour un environnement sain et paisible des clients, on a élaboré un espace cuisine et restauration perfectionné.

Pour le respect de l'environnement, l'étude c'est porté sur l'optimisation des impacts favorables et des mesures d'atténuation des impactes négatifs au projet.

Mot clé : Climatisation, Charge thermique, VMC, cuisine