République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université YAHIA FARES -MEDEA
Faculté de Technologie
Département de Génie mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Génie climatique
Spécialité : Génie climatique

THÈME

Etude et Dimensionnement d'une installation de climatisation pour un immeuble administratif

Encadreur :
- **Dr. TRIKI Zakaria**
- **C.Promoteur-BENYEKHLEF Ahmed**

presenter par :
- ***ZERROUAL Noureddine***
- **MELIANI Walid**

Promotion 2017-2018


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant toutes ces années d'études et que grâce à lui que ce travail a pu être réalisé.

Nous exprimons nos sincères remerciements à Mr : *TRIKI .Mr :BENYEKHLEF,* *Mr :CHIBA* ***pour avoir bien voulu codiriger notre mémoire, pour ses conseils judicieux et pour les passionnantes discussions que nous avons eues ensemble.***

Nous tenons aussi à présenter nos remerciements aux membres du jury et qu'ils veuillent bien trouver l'expression de notre gratitude pour lire et juger notre travail.

<u>Dédicace</u>

Aujourd'hui et plus que jamais, je tiens à dédier ce modeste travail

à ceux que sont chères à mon cœur :

Ma mère

…que je l'aime beaucoup, la chandelle qui éclaire ma vie, la source de tendresse, d'amour et de sacrifice, que dieu me la garde en vie.

Mon père

A Mon père qui est mon bras droit dans tous côtés de la vie, Merci.

A mes frères

Mes proches, mes cousins, mes cousines et toute ma famille.

A tous mes amis d'enfance, de scolarité et mes collègues de l'Université.

A tous ceux qui m'ont encouragé pour arriver jusqu'à ce dédicace.

ملخص

هذا البحث هو دراسة تكييف بناية إدارية و المتواجدة على مستوى مدينة البرواقية ولاية المدية.
تهتم هذه الدراسة من جهة بحساب الحوصلة الحرارية الصيفية والشتوية لكل البناية وبالتفصيل على مستوي كل الطوابق وهذا باستعمال النظام المعتمد في الجزائر ومن جهة أخرى باختيار نظام التكييف والتهيئة والمراقبة.

الكلمات المفتاحية : الراحة الحرارية ، حوصلة حرارية ، تحجيم ، تكييف

Résumé

Le présent travail est une étude de climatisation d'un immeuble administratif qui se trouve à la ville de berrouaghia, wilaya de medea. Cette étude s'intéresse d'une part au calcul des bilans thermiques hivernal et estival pour chaque étage en utilisant le règlement (D.T.R), D'autre part au choix des systèmes de climatisation de ventilation et de régulation.

Mots-clés : confort thermique, bilan thermique, dimensionnement ,conditionnement .

abstract

The present work is a study of air conditioning of an administrative building which is located in berrouaghia, wilaya of medea. This study is interested by the calculation of the winter and summer thermal balances for Each floor and using the settlement (D.T.R), the choice of air conditioning systems and regulation.

Keywords: thermal comfort, thermal study, sizing, conditioning.

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Différents locaux de l'immeuble. (RDC)……....01

Tableau I.2 : Différents locaux de l'immeuble (1ére étage)……..…02

Tableau I.3 : Conditions extérieures de base……03

Tableau I.4 : conditions intérieures de base……..…03

Tableau II.1 : Résistance des différentes couches de la paroi……..…05

Tableau II.2 : Résistance des différentes couches de la paroi……..…06

Tableau II.4 : Résistance des différentes couches de la toiture……07

Tableau II.3 : Résistance des différentes couches du plancher entre étage…….08

Tableau II.5 : Valeur de coefficient K pour les fenêtres et les portes……..08

Tableau II.7 : Les pressions partielles au niveau des interfaces…….…..12

Tableau II.8 : La résistance de chaque couche……..13

Tableau II.9 : Pression de saturation et pression partielle……..…14

Tableau III.1 : Gains due à l'éclairage……..…22

Tableau III.2 : Températures des locaux non chauffées du RDC……25

Tableau III.3 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01……25

Tableau III.4 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RCD……30

Tableau III.5 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1….……31

Tableau III.6 : Déperditions thermiques total……..….31

Tableau III.7 : Coefficients a, b, c, d, e ……32

Tableau III.8 : Rayonnement total de base It,b et diffus de base Id,b (w/m2)……33

Tableau III.9 : Facteur de correction C□te……...33

Tableau III.11 : Gains due à l'éclairage……33

Tableau III.12 : Apports à travers les différentes parois de RDC……34

Tableau III.13 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 01……35

Tableau III.14 : Apports thermiques total……37

TableauxV.2 : paramètres de fonctionnement des ventilo-convecteurs (RDC)……44

TableauxV.3 : paramètres de fonctionnement des ventilo-convecteurs (1eretage)……45

Tableau V.1 : résultats de calcul hydraulique…….....56

Tableau V.4 : Taux de renouvellement……61

Liste des figures :

FigureII.1: Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison……..……..…04

FigureII.2: Vue en coupe d'un mur extérieur entre……...…05

FigureII.3: Vue en coupe d'un plancher entre étage……..…06

FigureII.4: Vue en coupe d'une toiture terrasse……07

FigureII.1: Diagramme de GLASER (mur extérieur)……..14

Figure IV.1: pompe à haleur……..…43

Figure IV.2:Les ventilo-convecteurs à cassettes « gainables »……44

Figures IV.3 : Pompe SALMSON PBS 100-220/7.5/4/22……..….45

Figures IV.4 : Vase d'expansion SALMSON 66308……47

Figures IV.5 : Conduit d'air neuf VINYL M1……..48

FigureV.1:Ventilateur série td-mixventsilent……...…62

Figure V.2 : Schéma de régulation d'un ventilo convecteur à deux tubes…….....66

Figure V.3 : Schéma de gestion du microprocesseur……..……..67

Sommaire

Ch-1. PRESENTATION ET LA DESCRIPTION DU PROJET……P[1-3]

I.1/- SITUATION GEOGRAPHIQUE

I.2 /-DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE DE BUREAUX

I.3 /-ZONE CLIMATIQUE

I.4/- L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR

I.4.1/- Les Conditions extérieures de base

I.4.2/- Les conditions intérieures de base

Ch-2. ÉTUDE THERMIQUE…….……..P[4-14]

II.1/-Calcul thermique de la paroi

II.1.1/-Calcul de coefficient K

II.2.2/-Etude de la condensation

II.2.3/-La condensation superficielle

II.2.4/-La condensation dans la masse

II.2.5/-Détermination des pressions de saturation

II.2.6/-Détermination des pressions partielles

Ch-3. Bilan Thermique ……..…..P[15-37]

III.1/- METHODE DE CALCUL DU BILAN THERMIQUE EN PERIODE HIVERNALE

III.1.1/- Présentation de DTR

A.Calcul des déperditions de base par transmission

B. Les déperditions par renouvellement d'air

III.2 /-METHODE DE CALCUL DU BILAN THERMIQUE EN PERIODE ESTIVAL

III.2.1/- Calcul des apports thermique

III.2.2/- Principe et méthode de calcul des apports thermiques

III.2.3/- Les apports calorifiques pour chaque volume thermiques

A. Les murs extérieurs

B. Les murs intérieurs

C. Apports à travers les parois en contact avec le sol

III.2.3.4 /-Apports de chaleur par introduction d'air extérieur

Ch-4.Choix du système de climatisation ……..……..…….P[38-48]

IV.1/-Généralités

IV.2/-Système de climatisation

IV.3/- Confort thermique

IV.4/- Classification des systèmes de climatisation

IV.5/- Système proposé

IV.6/-Ventilo-convecteurs

IV.7/- Différents type de ventilo-convecteur
:

IV.8/- Classifications des ventilo-convecteurs

IV.9-/Climatisation par ventilo-convecteur

IV.10/- Choix de l'appareillage

Ch-5.Calcul hydraulique…….…….…….P[49-67]
.

V.1/-Calcul hydraulique

V.1.1. Introduction

V.1.2 .Pertes de charge

V.1.3. Méthode de calcul

V.1.4.Application du projet

VENTILATION

VI.1 /-Introduction

V.2 /-VENTILATION NATURELLE (libre)

V.3 /-Ventilation mécanique (force)

V.4 /-Calcul du débit d'extraction de l'air pour les locaux à ventiler

V.5 /-VENTILATION DES TOILETTES

REGULATION

V6.1/-Généralité

V6.2/- Boucle de régulation

V.7/-Appareille de régulation utilisée dans les installations de climatisation

V.8/- Choix du mode de régulation

V.9/-Régulation des ventilo-convecteurs

V.10/-Régulation du groupe de production réversible

CONCLUSION : ……P[68]

Introduction

La climatisation désigne l'ensemble des techniques du traitement de l'air ayant pour but l'obtention d'une ambiance interne définie en température et en humidité. Elle évoque des équipements agissant sur :

- La température de l'air,

- L'humidité de l'air,

- Les mouvements de l'air, vitesses, débits, direction,

- La qualité de l'air, teneur en impuretés.

Les conditions à obtenir dans les locaux par les installations de climatisation doivent, toute l'année, être favorables à la vie occupants, leur santé et leur bien-être. Donc, la qualité d'une installation de climatisation est son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs.

Outre le respect des conditions internes annoncées, la qualité d'une installation passe aussi par ses qualités acoustiques, esthétique et le maintien d'autre engagement (comme par exemple les absences de pannes).

L'objectif de respect des conditions internes annoncées, la qualité d'une installation de climatisation pour un immeuble situé à medea,

Dans ce mémoire, nous allons présenter les différentes étapes nécessaires pour le calcul et la proposition d'un système de climatisation.

Les trois premiers chapitres sont réservés à la présentation du projet (le coefficient de conductivité thermique des différents paroi s , la résistance minimale de chaque paroi, la condensation superficielle et la condensation dans la masse)et finalement au calcul des bilans thermique hivernale et estivale des différents locaux .L'étude et la vérification des caractéristique de la construction et le calcul des bilans thermiques (hivernal et estivale) nous permettent de choisir la puissance du système de climatisation retenu.

Dans les autres chapitres, nous présenterons le choix et le calcul du système de climatisation, le calcule hydraulique et aéraulique, la sélection du matériel du système de climatisation et l'étude de la ventilation de certain locaux (comme par exemple, toilettes et la

cuisine). Nous traiterons également dans ces chapitres d'autres aspectes des systèmes de climatisation comme le traitement de l'eau, la régulation.

CHAPITRE 01 : PRESENTATION ET LA DESCRIPTION DU PROJET

PRESENTATION ET LA DESCRIPTION DU PROJET

Afin que le dimensionnement de l'installation de la climatisation centrale soit correct et précis, il est important de connaitre tous les données sur situation géographique et la zone climatique de la région où est implanté le projet (Siege de daïra) ainsi que les conditions thermiques de base de l'air qui est en contact avec l'immeuble à conditionner.

I.1/- SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Dans notre étude il est impérativement nécessaire de connaitre les informations concernant la situation géographique tel que :

- La wilaya,medea
- La commune,Berrouaghia
- l'altitude du site par rapport au niveau de la mer,946m
- La latitude de la région où est implanté le projet, 36°08′06″ Nord
- La longitude, 2°54′39″ Est

Notre projet est situé dans la wilaya Médéa commune de Berrouaghia.

I.2 /-DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE DE BUREAUX :

L'immeuble des bureaux composé d'un réez de chaussez et un étages (R+1).
Les différents bureaux sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau I.1 : Différents locaux de l'immeuble. (RDC)

Locaux	Désignation	Hauteurs(m)	Surfaces (m^2)
R 01	Hall d'accueil	4.08	158.71
R 02	Archive	4.08	37.61
R 03	Bureau 1	4.08	37.61
R 04	Bureau 2	4.08	45.02
R 05	Bureau 3	4.08	30.09
R 06	Bureau 4	4.08	29.58
R 07	Bureau 5	4.08	29.58
R 08	Bureau 6	4.08	36.12
R 09	Bureau chef de service	4.08	44.94
R 10	Bureau secrétaire	4.08	20.93
R 11	dégagement		201.38
R 13	WC H	4.08	8.84
R 14	WC F	4.08	8.84

Tableau I.2 : Différents locaux de l'immeuble (1ére étage).

Locaux	Désignation	Hauteurs(m)	Surfaces (m^2)
E 1 01	Archive	4.08	108.90
E 1 02	Bureau 7	4.08	35.70
E 1 03	Bureau 8	4.08	39.60
E 1 04	Bureau 9	4.08	38.16
E 1 05	Bureau 10	4.08	37.56
E 1 06	Bureau 11	4.08	37.56
E 1 07	Bureau 12	4.08	51.09
E 1 08	Bureau chef de service	4.08	38.77
E 1 09	Bureau secrétaire	4.08	36.71
E 1 10	Dégagement	4.08	226.65
E 1 11	Salle D'attente		
E 1 12	Salle De Réunion	4.08	26.66
E 1 13	WC H	4.08	6.54
E 1 14	WC F	4.08	6.3
E 1 15	Vide Sur Hall	4.08	7.00

I.3 /-ZONE CLIMATIQUE :[1]

Pour déterminé l'appartenance de la zone climatique de notre projet on se réfère selon la classification thermique (hivernale et estivale) des communes d'Algérie donnée dans l'annexe A.34 du tableau de la norme DTR.
Selon le tableau de l'annexe notre projet est situé dans la zone climatique B qui comprend le rivage de la mer et parfois le versant nord des chaines côtières.

I.4/- L'ENVIRONNEMENT INTERIEUR :

C'est l'ensemble des facteurs climatiques, chimiques et biologiques susceptibles d'avoir une influence direct ou indirects, immédiat ou à terme sur le milieu dans lequel nous vivons.

L'étude de l'environnement extérieur permet de fixer les conditions de base extérieure, qui seront l'un des points de départ pour déterminer la puissance des installations de climatisations.

Dans notre étude on va s'intéressé aux caractéristiques du climat d'Alger centre (Algérie).

I.4.1/- Les Conditions extérieures de base :

Tableau I.3: Conditions extérieures de base.

				Période hivernal		Période estival	
Zone	Altitude (m)	Latitude	Longitude	T° de Base °C	L'humidité relative %	T° de Base °C	L'humidité relative ° %
B	946	36°08′06″ Nord	2°54′39″ Est	8	80	40	40

I.4.2/- Les conditions intérieures de base :

Tableau I.4 : conditions intérieures de base.

Désignation	**PERIOD HIVERNALE**		**PERIODE ESTIVALE**	
	T_i(°C)	φ (°C)	T_i(°C)	φ (°C)
Les Salles	21	50	24	45
Les bureaux	21	50	24	45
Les espaces de circulation	21	50	24	45
Kitchenette	21	50	24	45
Séjour	21	50	24	45

CHAPITRE 02 :
ETUDE THERMIQUE

ÉTUDE THERMIQUE

Une étude thermique permet de définir une installation de chauffage ou de climatisation ou de réaliser un bilan thermique en étudiant les caractéristiques thermique du bâtiment, ce qui nous permettre de connaitre les facteurs qui auront une influence sur le calcul, et connaitre les données sur les parois et leurs structures : murs, planchers, toitures, les fenêtres et les portes …ets.

II.1/-Calcul thermique de la paroi :

La chaleur est une forme d'énergie, son flux est toujours dirigé des températures les plus élevées vers les températures les plus basses.

Des éléments tels que planchers, parois, dalles, toitures, fenêtres et portes opposent une certaine résistance aux échanges thermiques. Le flux de chaleur qui traverse un élément est défini par le coefficient de transmission thermique K.

II.1.1/-Calcul de coefficient K :

Pour des parois à plusieurs couches le coefficient K se calcul par la formule suivante :

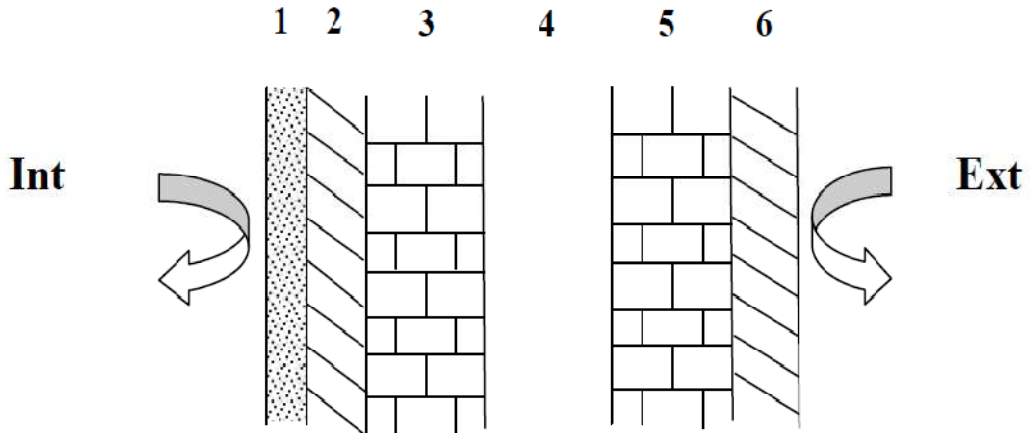
$K=\frac{1}{R_{tot}}$ tel que : $R_{tot}=R_i+\sum R_I+ R$

Donc : $K=\frac{1}{Ri+\sum Ri+ Re}$ avec : $R_i=\frac{1}{hi}$ et $R_e=\frac{1}{he}$

- **Application au projet :**

a. Mur extérieur :

Le mur extérieur est fini, il est constitué de 6 couches :



FigureII.1: Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison.

Tableau II.1:Résistance des différentes couches de la paroi.

Référance	Mur éxterieur	e_i (m)	$\lambda_i(\frac{w}{m.k})$	$R_i(\frac{m^2.k}{w})$
1	Enduit platre	0.005	0.35	0.014
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.1	0.48	0.2
4	Lame d'air	0.1	0.625	0.16
5	Brique creuse	0.1	0.48	0.2
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.594\ \frac{m^2.k}{w}$

a.1/-Hiver :

$\frac{1}{h_i}$= 0.11 $\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.06 $\frac{m^2.k}{w}$

A.N : K=$\frac{1}{(0.11+0.549+0.06)}$ K_{hiver}= 1.3 $\frac{w}{m^2\,k}$

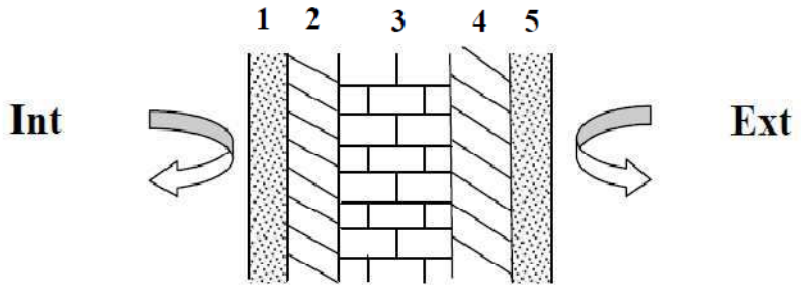
a.2/-Eté:

$\frac{1}{h_i}$= 0.10$\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.04$\frac{m^2.k}{w}$

A.N : K=$\frac{1}{(0.10+0.549+0.04)}$ $K_{été}$= 1.45 $\frac{w}{m^2\,k}$

b. Mur intérieur (entre locaux):

Le mur intérieur est compose de 5 couches.



FigureII.2: Vue en coupe d'un mur extérieur entre.

Tableau II.2 :Résistance des différentes couches de la paroi.

Référance	Mur interne	e_i (m)	$\lambda_i(\frac{w}{m.k})$	$R_i(\frac{m^2.k}{w})$
1	Enduit platre	0.005	0.35	0.014
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.1	0.48	0.2
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
	Enduit platre	0.005	0.35	0.014
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.248\ \frac{m^2.k}{w}$

b.1/-Hiver :

$\frac{1}{h_i}$= 0.11 $\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.11$\frac{m^2.k}{w}$

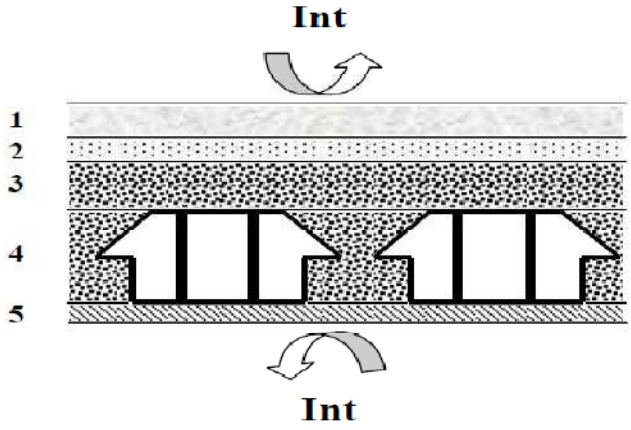
A.N : K=$\frac{1}{(0.11+0.248+0.11)}$ K_{hiver}= 2.13 $\frac{w}{m^2\,k}$

b.2/-Eté:

$\frac{1}{h_i}$= 0.10$\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.11$\frac{m^2.k}{w}$

A.N : K=$\frac{1}{(0.10+0.248+0.11)}$ $K_{été}$= 2.18$\frac{w}{m^2\,k}$

c.Plancher entre étage:



FigureII.3: Vue en coupe d'un plancher entre étage.

Tableau II.3 : Résistance des différentes couches du plancher entre étage.

Référance	Plancher entre étage	e_i (m)	$\lambda_i(\frac{w}{m.k})$	$R_i(\frac{m^2.k}{w})$
1	Carrelage	0.025	0.55	0.045
2	Ciment	0.025	1.4	0.018
3	Béton armé	0.1	0.75	0.057
4	Hourdis	0.1	1.98	0.102
5	Enduit platre	0.005	0.35	0.014
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.236\frac{m^2.k}{w}$

c.1/-Hiver :

$\frac{1}{h_i}= 0.17\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}= 0.17\frac{m^2.k}{w}$

A.N : $K=\frac{1}{(0.17+0.236+0.17)}$ $K_{hiver}= 1.73\frac{w}{m^2\,k}$

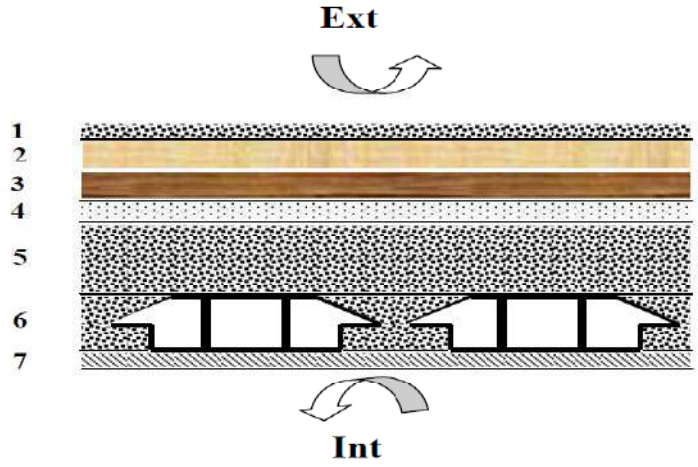
c.2/-Eté:

$\frac{1}{h_i}= 0.08\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}= 0.04\frac{m^2.k}{w}$

A.N : $K=\frac{1}{(0.08+0.236+0.04)}$ $K_{été}= 2.8\frac{w}{m^2\,k}$

d.La toiture :

La toiture a une épaisseur de 40 cm et elle est formée de 7 couches



FigureII.4: Vue en coupe d'une toiture terrasse.

Tableau II.4 :Résistance des différentes couches de la toiture.

Référance	Toiture	e_i (m)	$\lambda_i(\frac{w}{m.k})$	$R_i(\frac{m^2.k}{w})$
1	Gravillon	0.02	0.95	0.021
2	Carte bitumée	0.03	0.2	0.15
3	Liège	0.02	0.06	0.33
4	Chape en ciment	0.01	1.63	0.006
5	Béton	0.2	1.75	0.44
6	Hourdis	0.1	1.98	0.102
7	Enduit platre	0.02	0.35	0.057
				$\sum R\,\mathrm{i} = 1.106\frac{m^2.k}{w}$

d.1/-Hiver :

$\frac{1}{h_i}$= 0.17 ,$\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.05$\frac{m^2.k}{w}$

A.N : K=$\frac{1}{(0.17+1.106+0.05)}$ K_{hiver}= 0.75$\frac{w}{m^2\,k}$

d.2/-Eté:

$\frac{1}{h_i}$= 0.16$\frac{m^2.k}{w}$ $\frac{1}{h_e}$= 0.04 $\frac{m^2.k}{w}$

A.N : K=$\frac{1}{(0.16+1.106+0.04)}$ $K_{été}$= 0.76$\frac{w}{m^2\,k}$

e.Portes et fenetres:

Tableau II.5 : Valeur de coefficient K pour les fenetres et les portes.

Désignation		K($\frac{w}{m^2\,k}$)
Porte	En bois	3.50
	En métal	5.80
	30% vitrage	4.00
	30-60% vitrage	4.70
	En métal ou verre	5.80
Fenetre	En verre glissante	4.50
	En verre	5.00

e.1/-Portes :

La surface : s=2.4*1=2.4m²

Métal : K = 5,8 w /m² k DTR C 3 2 tableau 3.3

Bois : opaque : K= 3,5$w\ /m^2\ k$. 30% vitrage: K= 4 $w\ /m^2\ k$.

30-60% vitrage : K= 4,5 $w\ /m^2\ k$

e.2/-Fenêtre:

La surface : s=2*0.9=1.8m²

Métal: K = 5,8 w /m² k

Bois : K= 5 w /m² k DTR C 3 2 tableau 3.2

K=4.7 w /m² k : Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30% et 60% Annexe Tableau II.5

II.2/-Etude de la stabilité thermique :

En hiver, on doit réaliser à l'intérieur des habitations un certain confort thermique, ce Confort est principalement lié aux propriétés thermiques de la construction (essentiellement la résistance thermique).

II.2.1/-La résistance minimale Rmin :

La résistance thermique d'une paroi exposée à l'extérieur doit être supérieure à une certaine valeur appelé résistance minimale Rmin , qui assure une bonne isolation thermique de la paroi en limitant les échanges de la chaleur entre l'intérieur et l'extérieur et un confort aux occupants en limitant l'échange par rayonnement entre les occupants et les surfaces intérieurs des parois exposées à l'extérieur , elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{Rmin} = \frac{\mathbf{n(Ti-Te)}}{\mathbf{hi\ \Delta\theta max}} (\mathrm{m}^2 . °\mathrm{C} /\mathrm{w})$$

Avec :

Ti : la température de l'air intérieur (°C).
Te : la température extérieur (°C).
hi : coefficient superficiel de la chaleur($\mathrm{m}^2 . °\mathrm{C} /\mathrm{w}$).
n : Coefficient donné en fonction du positon de l'élément de construction.
n=1 pour mur extérieur
n=0.9 pour terrasse et plancher sur sol.
n=0.75 pour plancher sur vide sanitaire ventilé.
n=0.6 pour plancher sur vide sanitaire non ventilé.
$\Delta\theta max$: La différence de température maximale entre l'air intérieur et la surface des parois (°C).
$\boldsymbol{\Delta\theta}_{max}$=5°C pour les murs extérieur.
$\boldsymbol{\Delta\theta}_{max}$=4.5°C pour les terrasses.

On doit vérifier : $\mathbf{R_{paroi} > R_{min}}$ et $R_{paroi}=\frac{1}{K} (m^2 . °C /w)$

➢ **Application au projet :**

- **Mur extérieur :**

Ti=21 °C. Te= 8°C n=1 et $\Delta\theta$max=5°C

$\frac{1}{hi} = 0,11 hi = \frac{1}{0,11}$ hi= 9,09

$Rmin = \frac{1(21-8)}{9,09 .5} \Rightarrow Rmin = 0.286\ m^2 . °C /w$

$Rparoi = \frac{1}{K}$ et K=1,3 $\Rightarrow Rparoi = \frac{1}{1,3}$ $Rparoi = 0,769\ m^2 . °C /w$

On remarque que Rmin<Rparoi donc la structure est bonne.

Le tableau suivant montre la vérification de la condition (Rmin<Rparoi) pour chaque type de paroi extérieure de la construction.

Tableau II.6vérification de la condition (Rmin<Rparoi)

Parois	T_e(°C)	K($\frac{w}{m^2 k}$)	$\Delta\theta_{max}$(°C)	n	R_{paroi} ($m^2 . °C /w$)	R_{min} ($m^2 . °C /w$)	R_{min}<R_{paroi}
Mur extérieur	8	1,3	5	1	0,769	0,286	Vérifier
Toiture	8	0,75	4,5	0,9	1.333	0,442	Vérifier

On a trouvé que la résistance minimale des parois de projet est vérifiée donc la construction est bonne.

II.2.2/-Etude de la condensation:

La condensation est la transformation sous forme d'eau liquide de la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant et son apparition à la surface ou à l'intérieur d'une paroi de construction.

L'humidité qui apparaît parfois dans la surface à l'intérieure même de la paroi de la construction est souvent l'origine de désordre grave, il peut s'agir de condensation superficielle qui provoque par exemple : le décollement du papier peint, la détérioration du peinture, la formation des moisissures, il peut s'agir également de condensation dans la masse même des matériaux qui leur fait perdre leur caractéristiques d'isolation thermique.

L'étude de ces phénomènes est complexe. Nous nous limiterons ici à une analyse qualitative et en nous intéressant uniquement au régime permanent, c'est-à-dire quenous supposons que les états des ambiances (température et degré hygrométrique de l'air) intérieurs et extérieurs ne varient pas.

II.2.3/-La condensation superficielle :

En hiver les faces intérieures des parois donnant sur l'extérieur sont à une température θi inferieur à la température Ti de l'ambiance intérieure:

$$\theta_i = T_i - \frac{1}{hi}(T_i - T_e)\ k(°C)$$

Ti : la température intérieure du local (°C).
Te : la température extérieur (°C).
hi : le coefficient d'échange superficiel de la surface intérieure ($m^2 . °C / w$)
K : Le coefficient de transmission surfacique de la paroi w /m^2 k

Des condensations se manifesteront sur la face intérieure des parois si la température superficielle est inférieure au point de rosé de l'ambiance intérieure $\theta_i < T_r$

Application au projet :

- **Contact avec l'extérieur :**

On a T_i=21 °C T_e= 8°C
Et
T_i=21 °C , φ= 50% ⇒ Après le diagramme psychrométrique T_r=10,15°C

θ_i=21-0,11(21-8)1,3 ⇒θ_i=19.14°C

θ_i=19.14°C > T_r=10,15°C

On a trouvé que la température superficielle intérieure est supérieure à la température de rosée ce qui signifie qu'il n'y a pas de condensation superficielle.

II.2.4/-La condensation dans la masse:

Ce type de condensation se forme sous l'effet de différence de température et de pression partielle à l'intérieur des parois, ainsi s'établit un flux de vapeur d'eau de l'ambiance. Le risque de condensation dans la masse s'établit graphiquement par le diagramme de Glaser. Cette détermination est basée sur l'étude de variation de la pression de saturation comparée à la pression partielle de la vapeur d'eau à travers la paroi.

- **Détermination du risque de condensation dans une paroi** «diagramme de Glaser »**:**

Cette détermination est basée sur l'étude de la variation de la pression de saturation comparée à celle de la pression partielle de la vapeur d'eau à la paroi. Se faire graphiquement et est nommée habituellement le tracé du diagramme de Glaser.

Le diagramme de l'air humide nous à montrer que pour une ambiance donnée (température et humidité) il y aura condensation si la température de l'ambiance (ou localement) si la température de surface d'une paroi en contact avec l'ambiance s'abaisse en dessous de la température de rosée.

Cette condition se traduit également en pression partielle de la vapeur d'eau qui resteinférieure à la pression de saturation. C'est cette dernière notion qui est utilisé pour évaluer les risques de condensation dans la masse des parois.

Application au projet :

- **Contact avec l'extérieur :**

$\mathbf{T_j = T_{j-1} - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right)(T_i - T_e)}$ (°C)

$T_1 = 19{,}14 - 1{,}3\left(\frac{0{,}005}{0{,}35}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_1 = 18{,}90$°C

$T_2 = 18{,}90 - 1{,}3\left(\frac{0{,}015}{1{,}4}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_2 = 18{,}72$°C

$T_3 = 18{,}72 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}48}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_3 = 15.2$°C

$T_4 = 15.2 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}625}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_4 = 12{,}5$°C

$T_5 = 12.5 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}48}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_5 = 8.98$°C

$T_6 = 8.98 - 1{,}3\left(\frac{0{,}015}{1{,}4}\right)(\mathbf{21-8}) \Rightarrow$ $T_6 = 8.79$°C

II.2.5/-Détermination des pressions de saturation:

On utilisant le diagramme de l'air humide ou la Norme NF EN ISO 13788pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température.

$\mathbf{P_{saturation} = 610{,}5\ exp\left(\frac{17{,}269\,T - 4717{,}03}{T - 35{,}85}\right)}$ **pour T ≥ 273,15 K**

$\mathbf{P_{saturation} = 610{,}5\ exp\left(\frac{21{,}875\,T - 5975{,}16}{T - 7{,}65}\right)}$ **pour T < 273,15 K**(Norme NF EN ISO 13788)

Tableau II.7: Les pressions partielles au niveau des interfaces.

T(°C)	21	19,14	18,90	18,72	15.2	12,5	8.98	8.79	8
$P_{saturation}$	2.49	2.22	2.18	2,16	1.72	1,45	1.15	1.13	1.07

II.2.6/-Détermination des pressions partielles :

$\varphi=\frac{Pv}{Ps}\Rightarrow P_v=\varphi\ .\ P_s$ (kpa)

$P_{vi}=\varphi.\ P_{si}$ $\varphi=50\%$ $P_{vi}=0{,}5.2{,}49\Rightarrow P_{vi}=1{,}245$kpa.

$P_{ve}=\varphi.\ P_{se}\varphi=80\%$ $P_{ve}=0{,}8.1{,}07\Rightarrow P_{ve}=0{,}856$kpa.

$\Pi=2.10^{-7}\ (\frac{T^{0.81}}{P_0})(kg/m.s.Pa)$

Tableau II.8: La résistance de chaque couche.

Référance	Mur éxterieur	e(m)	$\Pi(\frac{g}{kpa.m.h})$	$e/\pi\ (\frac{kpa.m^2.h}{g})$
1	Enduit platre	0.005	0.077	0.064
2	Enduit ciment	0.015	0.077	0.194
3	Brique creuse	0.1	0.065	1.538
4	ame d'air	0.1	0.055	1.818
5	Brique creuse	0.1	0.042	2.380
6	Enduit ciment	0.015	0.041	0.365
				$\sum\frac{e}{\pi}=6.359$

$P_{vn}=P_{ve}+\left(\frac{e_n}{\pi_n}\right).\left(\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}}\right)$ **(kpa)**

$\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}}=\frac{1.245-0.856}{6.359}=0.061$

$P_{v1}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}\right)0.061=0.878$kpa

$P_{v2}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}\right)0.061=1.023$ kpa

$P_{v3}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}\right)0.061=1.134$kpa

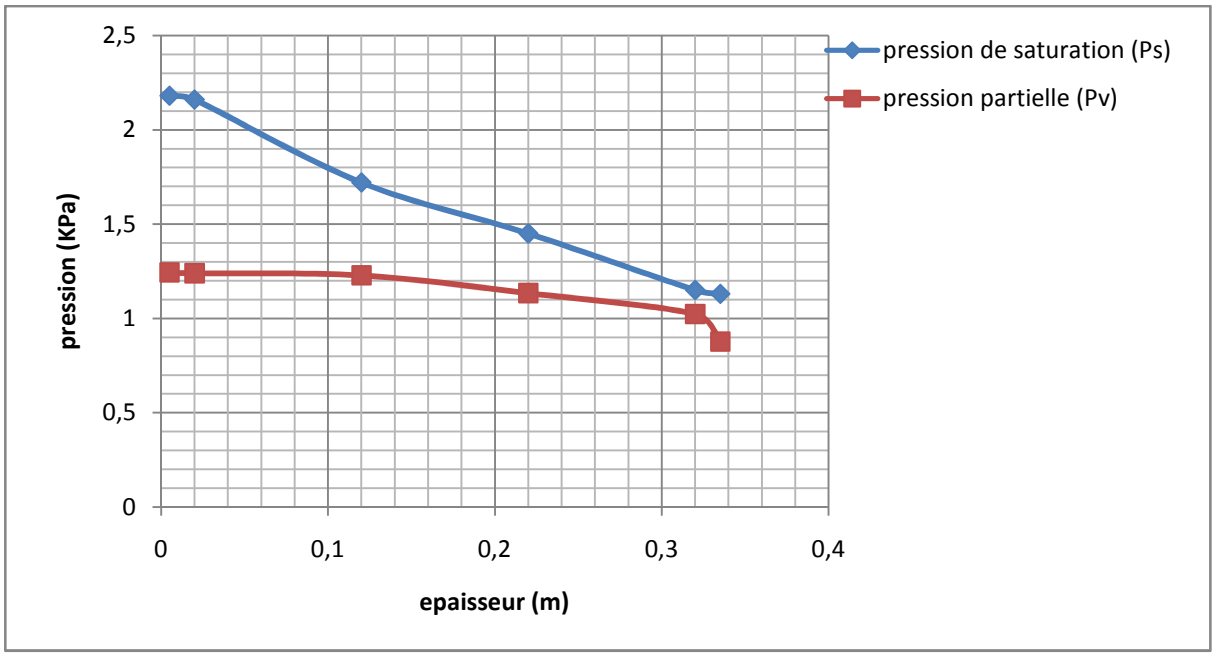
$P_{v4}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}\right)0.061=1.228$kpa

$P_{v5}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}\right)0.061=1.239$kpa

$P_{v6}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}\right)0.061=1.243$kpa

Tableau II.9: Pression de saturation et pression partielle.

e (m)	0.005	0.015	0.1	0.1	0.1	0.015
$P_{saturation}$ (kpa)	2.18	2.16	1.72	1.45	1.15	1.13
$P_{partielle}$ (kpa)	1.243	1.239	1.228	1.134	1.023	0.878



FigureII.1: Diagramme de GLASER (mur extérieur).

CONCLUSION :

D'après le diagramme on constate que les pressions de vapeur sont toujours en dessous de la pression de saturation, ce qui signifie qu'il n'y a pas une condensation dans la masse dans le mur extérieur.

CHAPITRE 03 :
BILAN THERMIQUE

Bilan Thermique

Pour réaliser une installation de traitement d'air dans un local, il est nécessaire d'établir un bilan thermique qui servira de base de calcul à toute l'installation.

Le bilan permet de distinguer les apports et les déperditions thermiques pour un local, il a une influence directe sur le dimensionnement des réseaux d'apport et d'évacuation de l'air ; il est donc nécessaire de connaître avec précision les facteurs qui auront une influence sur lui avant de l'établir.

On distingue trois facteurs :
Facteur géométrique : tel que les dimensions du local (superficie, volume).

Facteur géographique : tel que la latitude, l'orientation du local et l'altitude.

Facteur thermique :

- Dû aux occupants : leur nombre, leur activité et durée de l'occupation
- Eclairage : puissance et type d'éclairage.
- Machine : moteur, ménagères,...
- Matériaux de construction.

III.1/- METHODE DE CALCUL DU BILAN THERMIQUE EN PERIODE HIVERNALE : [1]

On établit un calcul qui nous permet de déterminer la puissance calorifique à mettre en œuvre pour maintenir la température stable pour cela on a choisi le document technique réglementaire (D.T.R) qui nous permettra d'effectuer les calculs suivants les normes et avec une grande précision.

III.1.1/- Présentation de DTR :

III.1.1.1/- Objet de DTR :

Le document technique règlement (DTR) a pour objet fixé :

- Pour l'été :
  - détermination des apports calorifiques des bâtiments
  - vérification de la conformité à la DTR des bâtiments
- Pour l'hiver :
  - détermination des déperditions calorifiques des bâtiments
  - vérification de la conformité à la DTR des bâtiments

III.1.1.2/- Domaine d'application :

Les méthodes de détermination des apports calorifiques du DTR s'appliquent aux locaux :

- à usage d'habitation.
- d'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salle de repos,…).
- à usage de bureaux.
- Enseignement (classes, salles d'études, …),
- Salle réunion,
- Point de vente (boutique,…),
- D'accueil (bibliothèques,…),
- Salle restauration (café,…),
- Usage artisanal (salon de coiffure,…).

III.1.1.3/- Déperditions par transmission :

On distingue deux types de déperdition thermique :

- La déperdition par transmission à travers l'enveloppe de l'immeuble (murs, portes, toit, fenêtres...)
- Les déperditions par renouvellement d'air (fuite d'air).

A.Calcul des déperditions de base par transmission :

Pour le calcul de ces déperditions nous avons la formule suivante :

$$D_T=D_s+D_{li}+D_{sol}+D_{lnc} \quad \text{(3.1)}$$

Sachons que :

D_T : Déperditions par transmission
D_S : Déperditions surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.
D_{li} : Déperditions à travers les liaisons.
D_{sol} : Déperditions à travers les parois en contact avec le sol.
D_{lnc} : Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.

A.1 /-Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi séparant deux ambiances différentes sont données par la formule suivante :

$$D_S=K \times A \times (T_i - T_e) \quad \text{(3.2)}$$

A: surface de l'élément de construction (m^2).
K: coefficient global de transmission de la chaleur (W/m^2 °C).
T_e : température extérieure (°C).
T_i: température.

A.2 /-Les Déperditions à travers les ponts thermiques :

Les déperditions à travers les liaisons, ou comme on les appelle aussi déperditions à travers les ponts thermiques, sont donnés par la formule suivante :

Dli = Ki × A × ΔT = Ki × A× (Ti-Te)……………………………………(3.3)

Pour simplifier les calculs on prend :
Dli = 0.2 × Ds

A.3/- Les Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol :

Dans ce type de déperdition on distingue trois types de parois, les plancher bas enterrés, les murs enterrent et les planchers hauts enterrent. Pour ce qui concerne l'immeuble étudié, on trouve deux parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterré.

Les déperditions D_{sol}pour un plancher bas ou un mur enterré, sont données par la formule suivante :
Dsol = Ks ×A ×ΔT ……………………………………………………. (3.4)

A.4/-Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffé :

Les déperditions à travers les parois en contact avec un local non chauffé ou des locaux non chauffés (D_{lnc}), sont données par la formule suivante :

D_{lnc} = T × [Σ(K × A × ΔT) + 0.2Σ(K × L × ΔT)] ……………………… (3.5)

On constate que ces déperditions (D_{lnc}) sont pondérées par un coefficient Tau, dit « coefficient de réduction de température ». La valeur de T_{au} est comprise entre 0 et 1, ce dernier est donné par la formule suivante :

$$Tau = \frac{\text{ti} - \text{tn}}{\text{ti} - \text{te}} = \frac{\text{de}}{\text{de} - \text{ac}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots . (3.6)$$

Avec : ti: température intérieure. (°C)
tn: température de l'espace non chauffe. (°C)
te : température extérieure. (°C)
ac: apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé. (W. $°C^{-1}$)
de: déperditions du local non chauffe vers l'extérieur. (W. $°C^{-1}$)

➢ Calcul des températures non chauffées :

$t_n = t_i - [(t_i - t_e)(\frac{de}{de+ac})]$…………………………………………………….(3.7)

B. Les déperditions par renouvellement d'air :

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

- des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; on associe à ces déperditions le débit spécifique de ventilation.
- des déperditions supplémentaires par infiltrations dues à l'effet de vent.
- Les déperditions par renouvellement d'air de l'immeuble ont pour expression

Dr=0.34 (Qv+Qs). …….(3.8)

0.34 : la chaleur volumique d'air.

Qv : le débit volumique de ventilateur.

Qs : le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur.

Q_v= MAX [(0.6×V_h), Q_{vref}].

Vh : volume habitable.

Q_{vref} : le débit extrait de référence.

$Q_{vref} = \frac{(5Qvmin - Qvmax)}{6}$

Qs =Pp × ev

Pp=P0 × A

ev : coefficient d'exposition au vent effectue à la paroi.
Pp : infiltration dues à l'air de la paroi.
P0 : infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant.
Q_{vmin} : Annexe Tableau A.30.
Q_{vmax} : Annexe Tableau A.31.

III.2 /-METHODE DE CALCUL DU BILAN THERMIQUE EN PERIODE ESTIVAL :

III.2.1/- Calcul des apports thermique :

Les apports calorifiques (appelés aussi gains) d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleur sensibles et latentes, provenant d'une source intérieure ou extérieure du local, pour des conditions extérieures et intérieures déterminées.

III.2.2/- Principe et méthode de calcul des apports thermiques :

Les apports calorifiques doivent être déterminés selon les étapes suivantes :

- définition des zones (ou volumes) thermiques,
- détermination de l'intervalle de temps critique,
- calcul Les apports calorifiques pour chaque volume thermiques,
- calcul la puissance frigorifique.

- **Remarque :**

Les calculs doivent être menés pour le mois de juillet.

III.2.3/- Les apports calorifiques pour chaque volume thermiques :

Les apports calorifiques sensibles As et latents Al sont donnés par :

$AS = APO(t) + AV(t) + AI_S + AINF_S(t)$ (W)…… (3.11)

$Al = AI_l + AINF_l(t)$ (W). …… (3.12)

Où :

APO (t) : apports par les parois opaques (W).

AV (t) : apports à travers les parois vitrées (W).

AIs et AI_l : parties sensibles et latentes des apports internes (W).

AINF(t)s et $AINF(t)_l$: parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (W).

III.2.3.1/- Apports à travers les parois opaques :

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à une instante t, APO (t), sont donnes par la formule suivante :

APO(t)=APO(t)ext+APO(t)int+APOsol……. (3.13)

APO (t)ext : apports par les parois extérieur (W).

APO (t)int : apports par les parois intérieur (W).

APOens : apports par les parois en contact avec le sol (W).

A. Les murs extérieurs :

$APO(t) = 1.2 \times K_{ete} \times S_{int} \times \Delta te(t)$ …… (3.14)

1.2 : coefficient majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques).

Kete: coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été (W/m².C°). Annexe Tableau A.12.

Sint: surface intérieure totale de la paroi considérée (m²).

Δte(t): différence équivalente de température a l'instant t. (°C).

$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\,\Delta te(t) + \alpha.(\Delta tem(t) - \Delta tes(t)) \times (Itb / Itb(40))$…… (3.15)

Paroi a l'ombre 24 h / 24 :

$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C\,\Delta te$ …… (3.16)

Δtes (t): différence de température équivalente a l'heure t considérée. Annexe Tableau A.15.

CΔte (t): est un facteur de correction du, d'une part. Annexe Tableau A.17.

α: facteur d'absorption de la paroi.
Δtem (t): différence de température équivalente de a l'heure t considérée à l'ombre. Annexe Tableau A.16.

B. Les murs intérieurs :

APO = Kete × Sint ×ΔT …… (3.17)

ΔT: différence de température entre les deux locales.

Les apports de chaleur à un instant t, APO(t) traversant une paroi opaque en contact avec un local non conditionnée sont donnés par la formule suivante :

APO = Kete × Sint ×ΔtInc(t) …… (3.18)

ΔtInc(t) : 2cart de température entre l'espace non conditionnée et le local considère (°C)

ΔtInc(t) = [(TSe(t) - Cinc) - TSb,i] ……..(3.19)

TSe (t): température extérieur sèche a l'instant considérée. (°C)
Cinc: coefficient correcteur.
TSb,I : température intérieur du local conditionnée. (°C)

Remarque :

Dans le cas des valeurs déterminer dans les parois intérieurs sont négatifs on n'en tendra pas compte dans les calculs.

C. Apports à travers les parois en contact avec le sol :

APO = KétéSapp (TSm -TSi,b) …… (3.20)

Kété : Coefficient de transmission de la paroi calculé comme si la paroi été en contact avec l'extérieur. (W/m2°C)

Sapp : Surface de la zone d'apport. (m2)

TSm : Température du local conditionnée. (°C).Annexe Tableau A.5

TSi,b : Température moyenne sèche de l'air extérieur. (°C). Annexe Tableau A.5

III.2.3.2/- Apports à travers les parois vitrées :

Apports à travers les parois vitrées AV (t) est donnes par la formule suivante :

AV (t) = AVT (t) + AVE (t) …….(3.21)

AVT (t) : Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées (W).

AVE (t) : Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées (W).

A. Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées:

Les apports dus au gradient de température AVT (t) à travers les parois vitrées extérieures sont donnés par la formule suivante :

AVT (t) = 1.2×Kété × Souv × (TSe(t)-TSbi) ……. (3.22)

1.2 : coefficient majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques).

Kété : le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (W/m². °C°).
Souv : la surface de l'ouverture dans les parois opaques (m²).
TSe : la température extérieure sèche a l'instant t (°C).
TSbi : la température intérieure de base (°C).

B. Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées :

Les apports dus au rayonnement solaire AVE (t) à travers les parois vitrées extérieures sont donnés par la formule suivante :

AVE (t) = (SVens×It+ (SV-SVomb)×Id)×FS×Npvi(t)……..(3.23)

SVens : (m²) la surface vitrée ensoleillée.

SVomb : (en m2) la surface vitrée a l'ombre.

It: le rayonnement total maximal réel (W/m²).Annexe Tableau A.8.

Id : le rayonnement diffus maximal réel (W/m²). Annexe Tableau A.8.

Npvi(t): le coefficient d'amortissement relatif aux apports par ensoleillement a travers les parois vitrées a l'heure t considérée. Annexe Tableau A.7.

FS : le facteur solaire du vitrage. Annexe Tableau A.4.

III.2.3.3/- Apports de chaleur interne :

On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieure des locaux conditionnés.

- **Calcul des apports internes :**

A. Apports dus aux occupants :

Les gains dus aux occupants sont une source de chaleur sensible et latente. Leur calcul doit tenir compte des personnes susceptibles de fréquenter les locaux à climatiser.

Les gains dus aux occupants sont données par la formule suivante :

AI (t)= AIs(t)+AIl (t) = Σ (CS×AS×N) + Σ (CS×Al) …….. (3.24)

AS : partie sensible de l'apport interne (W),

Al : partie latente de l'apport interne (W),

CS : coefficient de simultanéité relatif,Annexe Tableau A.22.

N : coefficient d'amortissement relatif.

B. Apports dus à l'éclairage :

Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible.
Si l'on connaît la puissance installée pour l'éclairage, les gains dus à celui-ci sont donnés par la formule suivante :

$AL= \Sigma(W_n \times C_{me} \times C_{er})$ ……. (3.25)

Wn : la puissance nominale de l'ampoule ou tub fluorescent (W).

Cme : coefficient de majoration :

- 1.2 pour les lampes à incandescence.
- 1.25 pour les tubes fluorescents.

Cer : le pourcentage de chaleur résiduelle : Ccr dans notre cas est égal à 1.

Si l'on ne connaît pas la puissance installée pour l'éclairage, on calculera les gains dus à celui-ci et prend en considération la surface de chaque local en utilisant le tableau suivant :

Tableau III.1 : Gains due à l'éclairage.

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée (Lux)	Puissance dégagé des lampes ou des tubes (W/m^2)	
		Lampes à incandescences	Lampes fluorescentes
Bureaux, salle de cours	250	55	16

C. Les Apports dus machines électriques :

Les apports dus aux machines électriques, on utilisera soit :

- les indications données par le fabricant ;
- donnée par les tableaux A25, A26.A27(Annexes).

III.2.3.4 /-Apports de chaleur par introduction d'air extérieur :

Les apports de chaleur dus à l'introduction d'air extérieur sont une source de chaleur latente sensible. On distingue :

- Les apports dus aux infiltrations qui interviennent directement dans le bilan du local ; ces apports sont à associer au débit d'infiltrations Qvinf.
- les apports dus à l'introduction d'air neuf qui interviennent dans le bilan calorifique total ; ces apports sont à associer au débit d'air neuf Qv_{an}

Les apports sensibles dus au renouvellement de l'air $AREN_s$, et dus aux infiltrations. $AINF_s$ sont donnés par les formules suivantes :

$AREN_S=0.32 \times qv_{an} \times (TS_e\ (t) - TS_{bi})$ ……. (3.26)

$AINF_S=0.32 \times qv_{an} \times (TS_e\ (t) - TS_{bi})$ ……. (3.27)

- 0.32 (J/m3. °C) : le produit de la chaleur spécifique de l'air (1004 J/Kg. °C) par la masse volumique de l'air (1.15 Kg/m3) et par facteur de conversion (1/3600),
- qvan: le débit d'air neuf (m3/h),
- qvinf : le débit dû aux infiltrations (m3/h),
- TS_e (t) : la température sèche de l'air extérieure à l'instant t (°C),
- TS_{bi}: la température sèche de l'air intérieure (°C).

Les apports latents dus au renouvellement de l'air ARENS, et dus aux infiltrations AINFS sont donnés par les formules suivantes :

$AREN_S(t) = 0.979 \times qv_{an} \times Max((HS_{b,e} - HS_{b,i}) ;0)$ …….(3.28)

$AINF_S(t) = 0.979 \times qv_{inf} \times Max((HS_{b,e} - HS_{b,i}) ;0)$ …….(3.29)

0.797 (J.kgair /gvap.m^3 air) : est le produit de la masse volumique moyenne de l'air (1.15 Kg/m^3) par la chaleur de vaporisation de l'eau (2498J/g) et par facteur de conversion (1/3600),

- qvan: le débit d'air neuf (m^3/h),
- qvinf: le débit dû aux infiltrations (m^3/h),
- $HS_{b,e}$ (t): l'humidité spécifique de base de l'air extérieur (°C),
- $HS_{b,i}$: l'humidité spécifique de base de l'air intérieur (°C).

- **Le débit d'air neuf :**

Le débit d'air neuf d'un local est données par la formule suivante selon le DTR C 3-2, fascicule n°1 :

$qv_{an}=0.6 \times V_h$ …….. (3.30)

- **Le débit d'air dû aux infiltrations :**

Le débit d'air neuf d'un local est donnés par la formule suivante selon le DTR C 3-2, fascicule n°1 :

$qv_{inf}=(qvo_{inf,i} \times S_{ouv,i})$……..(3.31)

$qvo_{inf,i}$, (m3 /h) : le débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i considéré ; les valeurs de $qvo_{inf,I}$ doivent être fournies soit par le fabricant, soit par l'avis technique ; à défaut, on utilisera les valeurs du tableau.

- **Apports de référence des parois vitrées :**

Les apports de référence pour les parois vitrées sont donnés par la somme des apports de référence de chaque paroi vitrée.

Les apports de référence $A_{réf, PVI}$ pour une paroi vitrée en contact avec l'extérieur sont Données par :

Où :

AVE $_{réf}$: les apports de référence dus à l'ensoleillement,

$AVT_{réf}$: les apports de référence dus au gradient de température.

Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée AVEréf sont donnés par :

$AVE_{réf} = [SV\ ens \times I\ t + (SV - SVens.) \times Id]\ FS_{réf} \times N_{PVI, réf}$…… (3.37)

Où :

SV : la surface totale vitrée,

SV ens : la surface vitrée ensoleillée à 15 h TSV,

It : le rayonnement total maximal réel pour l'orientation et la latitude considérées, Annexe Tableau A.08

Id : le rayonnement diffus maximal A réf,PVI = AVE réf + AVTréf (W).

$FS_{réf}$: est le facteur solaire de référence,

- 0,15 pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,
- 0,38 pour les locaux à usage de bureaux.

NPVI, réf : coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour l'orientation considérée ; les valeurs de NPVI,réf sont données par

Les apports de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée AVTréf Sont donnés par :

$AVT_{réf} = e' \times S_{ouv} \times \Delta TS_{réf,PVI}$…….. (3.38)

Où :

e' : est un coefficient relatif à la nature des locaux ; la valeur de e' (W/m2. °C) est prise égale a :

- 4,2 pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,

- 5,4 pour les locaux à usage de bureaux ;

Souv : la surface d'ouverture dans le mur ;

ΔTSréf,PVI: la différence de température de référence des parois vitrées. Annexe Tableau A.06.

1. Calcul des températures des locaux non chauffées :

Tau est donné par la formule suivante : $T_{au} = \frac{t_{i-}t_n}{t_{i-}t_e} = \frac{d_e}{d_{e-}a_c}$ (2.2.DTR 3-2).

de=2404,138 watt

ac=1389,262 watt Tau=0,63

$(t_{i-}t_n) = T_{au}(t_{i-}t_e) \Rightarrow t_n = t_i - T_{au}(t_{i-}t_e)$ t_n = 12,8°C

de=589,24 watt

ac=242,52 watt Tau=0,7

$(t_{i-}t_n) = T_{au}(t_{i-}t_e) \Rightarrow t_n = t_i - T_{au}(t_{i-}t_e) t_n = 11,9°$

Tableau III.2 : Températures des locaux non chauffées du RDC.

RCD	
Local	T (°C)
Archive	12,8
WC F	11,9
WC H	11,9

Tableau III.3 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01.

Etage 01	
Local	T (°C)
Archive	12,8
WC H (E1)	11,9
WC F (E1)	11,9

Exemple de calcule :

Hall D'accueilR01, Bureau(1) R02, Bureau(2)R03, Bureau(3) R04, Bureau(4)R05, Bureau(5) R05, Bureau(6) R06,Bureau Chef De Service R07,Bureau Secrétaire R08,Dégagement R09.

Dt = Ds+Dli+Dsol

Déperdition surfacique par transmission à travers les parois en contact avec l'extérieur et la déperdition à travers les parois en contact avec le sol :
Ds=K×S × (Ti-Te)

Hall D'accueil R01:

Mur1: Ds =2.42((4,5×4,08) -1,8)(21-8) Ds = 520.977w

Mur2: Ds =1.3(3.27×4,08)(21-8) DS=225.473w

Mur3: Ds = 2,13((4,7×4,08) -4,8)(21-8) Ds=398,071W

Mur4: Ds = 0

Plancher haute : Ds = 0

Portes : DS = 2 (5,8(2,4)13) DS=361,92W

Fenêtres : DS = 5(1.8)13DS = 117w

D_{sol}= K×S × (Ti-TS) ⇒D_{sol} =0,83×158,71(21-10) D_{sol}=1499,022 w

Ds = (520.977 + 225,473+398,071+361,92 + 117⇒Ds = 1623.441w

Bureau(1) R02 :

Mur1: Ds=2.42(5,2×4,08) 13Ds=667.455w

Mur2: Ds =2.13(7.15×4.08) (21-12.8) Ds=503.304 w

Mur3: Ds = 1.3(4.5×4.08) (21-8) Ds=310.284 w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 0

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83×37.64× 11 D_{sol}=157.335 w

Ds = 2413.27w

Bureau(2) R03 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =0

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds=0

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83×45.09 (11) D_{sol}=411.671w

Ds = 0 w

Bureau 3 R04 :

Mur1: Ds =1.96×(5.5× 4.08-1.8)13Ds=525.907 w

Mur2: Ds =0

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.8)13Ds = 117w

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83× 30.09×11 D_{sol}=274.721 w

Ds=642.907 w

Bureau 4 R05 :

Mur1: Ds =1.96 (5.4× 4.08-1.8)13Ds=515.511 w

Mur2: Ds =0

Mur3: Ds =0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.8)13Ds = 117w

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83× 29.58 (11) D_{sol}=270.065 w

Ds = 632.511 w

Bureau(5) R05 :

Mur1: Ds =1.96 (5.4× 4.08-1.8)13Ds=515.511 w

Mur2: Ds =0

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes :Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.8)13Ds = 117w

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83× 29.58 (11) D_{sol}=270.065 w

Ds = 632.511 w

Bureau(6) R06:

Mur1: Ds =1,96(1,9×4,08) (13)Ds=197,52 w

Mur2: Ds =1.3(8,635×4,08) (13) Ds=975,54w

Mur3: Ds = 1.3 (3.27×4,08) (21-8) Ds=225,473 w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds =0

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0,83× 36,12(21-10) D_{sol}=329,775 w

Ds = 1018,393 w

Bureau Chef De Service R07:

Murs(1): Ds =1,96 (8.2×4,08-1,8×2) (21-8) Ds=760,73 w

Murs(2) :1.96(5.5×4.08-1.8) (13)=525.907 ds=525.907w

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.8)(13) (3) Ds = 351w

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83(44,94) (21-10) D_{sol}=410.3 w

Ds = 1637,637 w

Bureau Secrétaire R08 :

Mur1: Ds =1,96(5.2×4,08-1.8) (13)Ds=494,719 w

Murs(2) :Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.8)(13) Ds = 117w

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83(20.93) (21-10) D_{sol}=191.09 w

Ds = 611,719w

Dégagement R09

Murs(1):Ds=1,3(3.1×4,08-2×2.4)(13) Ds=132.631w

Murs(2) :Ds = 2.13(5.28*4.08-2*2.4)*(21-11.9) Ds=324.517w

Murs(3) : Ds = 2.13(5.5*4.08-2.4) (21-12.8) Ds=350.018w

Portes : Ds = 5.8(2.4) (13) 2 Ds = 361.92w

Ds = 3.5 (2.4) (21-11.9) 2 Ds =152.88w

Ds=3.5(2.4) (21-12.8) Ds=68.88w

Fenêtres : Ds = 0

D_{sol}= K×S × (Ti-Te) ⇒D_{sol} =0.83(201.38) (21-10) D_{sol}=1838.599 w

Ds = 1434.526w

Déperdition par renouvellement d'air :

Dr = 0.34× (Qv+Qs) ×ΔT

Drv = 0.34×Qv ×ΔT

Drs = 0.34×Qs ×ΔT

Qv = Max [(0.6×Vl) ; Qréf]

Drv=0.34×21.64×(11.9-8)+0.34×92.14×(12.8-8)+0.34×1921.87×(21-8)

⇒Drv=28.69+442.27+8494.66 Drv=8965.62w

Drs=0.34×Qs×ΔT

Qs=$\sum(\boldsymbol{P_{0j}}.\boldsymbol{A_j})\boldsymbol{e_{vj}}$

Drs= 0.34×$\boldsymbol{e_{vj}}$ [$\sum(\boldsymbol{P_{0j}}.\boldsymbol{A_j})\boldsymbol{\Delta T}$]

Drs=0.34×7.08[(2.4×3×6)×(11.9-6) + (6×2.4+4×1.8)×(21-8)] ⇒Drs = 1289.48w

Dr = Drv+Drs⇒ Dr=10255.10 w

RCD :

Tableau III.4 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RCD.

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K** ($w/m^2.°C$)	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	147.526	1.3	13	2493.2
	M.D.C	28.152	1.3	9.1	333.38
	M.E.L	85.13	2.13	13	2357.24
	M.E.L	29.172	2.13	8.2	509.52
	M.D.V	138.764	1.96	13	3535.7
	M.S.V	37.776	2.42	13	1188.43
Plancher		671.51	1.73	0	0
toiture		142.28	0.75	13	1387.23
Sol		813.851	0.83	11	7422.69
Fenetres	Métal	1.8(7)	5	13	819
Portes	Métal	2.4(10)	5.8	13	1809.6
	Bois	2.4	3.5	8.2	68.88
	Bois	2.4(2)	3.5	9.1	152.88
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					22077.75
La déperdition à travers les liaisons D_{Li}(w)					2931.012
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					10255.10
La somme totale des déperditions D_{Tot}					35263.862

Etage 1:

Tableau III.5 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1.

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K** ($w/m^2.°C$)	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	0	1.3	13	0
	M.E.L	41.256	**2.13**	8.2	720.577
	M.E.L	27.84	**2.13**	9.1	539.622
	M.D.V	171.792	**1.96**	13	4377.26
	M.S.V	90.052	**2.42**	13	2833.035
Plancher		808.51	1.73	0	0
Sol		808.51	0.83	0	0
Fenetres	Métal	1.8(12)	5	13	1404
Portes	Bois	2.4(2)	3.5	9.1	152.88
	Bois	2.4	3.5	8.2	68.88
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					10096.254
La déperdition à travers les liaisons D_{Li}(w)					2019.25
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					2629.128
La somme totale des déperditions D_{Tot}					14744.632

Déperditions thermiques total:

Tableau III.6 : Déperditions thermiques total.

Niveaux	**D_t (w)**
RDC	35263.862
ETAGE 01	14744.632
$\sum D_{tot}$ (w)	50008.494

Vérification réglementaire :

Les déperditions par transmission DT de l'immeuble doivent vérifier la relation suivante :

$D_T \leq 1.05\ D_{réf}$(3.9)

D_T : Les déperditions par transmission de l'immeuble (W/°C)

$D_{réf}$: Les déperditions de référence. (W/°C)

Dréf = a ×S1+ b × S2+ c × S3 + d × S4 + e × S5(3.10)

Les Si (en m^2) représentent les surfaces des parois à travers lesquelles il y a des déperditions.
Elles concernent respectivement :

- S1: la toiture.
- S2: le plancher bas y compris les planchers bas donnant sur des locaux non chauffés.
- S3: les murs.
- S4: les portes.
- S5: les fenêtres

Les coefficients a, b, c, d, e (en W/m^2. °C) sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau III.7 : Coefficients a, b, c, d, e .

Zone	Immeuble collectif				
	a	b	c	d	e
B	0 .9	2.4	1.20	3.50	4.50

Exemple de calcul:

RCD:

Dréf = a ×S1 ×ΔT + b × S2 ×ΔT + c × S3× ΔT + d × S4 ×ΔT + e × S5 ×ΔT

Dréf=[0.9×142.28×(21-8)]+[2.4×37.64×(21-12.8)+2.4×17.68×(21-11.9)+2.4×776.21×(21-8)]+[1.2×28.152×(21-11.9)+1.2×29.172×(21-12.8)+ 1.2×490.169×(21-8)]+[3.5×24×(21-8)+3.5×2.4(21-12.8)+3.5×4.8×(21-11.9)]+[4.5×12.6×(21-8)]

Dréf = 35792.906 w

1.05 × $D_{réf}$=37582.551 w

22077.75w < 37582551 w

D_T< 1.05 × $D_{réf}$donc la condition est vérifiée.

Bilan estivale :[2]
Exemple de calcule : RCD
Les apports calorifiques sensibles As et les latents Al :

$$\mathbf{As} = \mathbf{APO}(\mathbf{t}) + \mathbf{AV}(\mathbf{t}) + \mathbf{AIs} + \mathbf{AINFs} \quad (3.11)$$
$$\mathbf{Al} = \mathbf{AIl} + \mathbf{AINFl} \quad (3.12)$$

Apports à travers les parois opaques :

$$\mathbf{APO}(\mathbf{t}) = \mathbf{1.2} \times \mathbf{K_{été}} \times \mathbf{S_{int}} \times \mathbf{\Delta te(t)}. \quad (3.14)$$

$$\Delta te(t) = \Delta tes(t) + C_{\Delta te} + \frac{\propto}{0.9} \times [(\Delta tem(t) - \Delta teS(t)] \times \frac{I_{t,b}}{I_{t,b}(40)} \quad (3.3.DTR).$$

Tableau III.8 : Rayonnement total de base It,b et diffus de base Id,b (w/m2).

	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horizon
30	50	413	516	315	94	315	516	413	776
36	48.2	405.2	516	362.4	167.8	362.4	516	405.2	756.2
40	47	400	516	394	217	394	516	400	734

Tableau III.9 : Facteur de correction $C_{\Delta te}$.

ΔTS_{max}	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13°C	7.8	7.3	8.7	6.2	5.7	5.3	4.8	4.3	3.9
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	3.4	2.8	2.3	1.8	1.4	0.9	0.3	-0.2	-0.8

Parois EST :

$$\Delta te(8) = 0 + 5.2 + 0.5 \times [(-2.2 - 0] \times \frac{516}{516} \Rightarrow \quad \Delta te(8) = 4.1°C$$

Tableau III.10 :*resultat de calcul $\Delta te(t)$*

t(heure)	ΔTes (t)	CΔTe	α	ΔTem(t)	ΔTes (t)	Itb/Itb(40)	ΔTe(t)	APO
8	0	5,2	0,5	-2,2	0	1	4,1	117,283
9	11,7	4,7	0,5	-1,7	11,7	1	9,7	277,474
10	16,7	4,3	0,5	-1,1	16,7	1	12,1	346,128
11	17,2	3,2	0,5	-0,5	17,2	1	11,55	330,395
12	17,2	3,3	0,5	0	17,2	1	11,9	340,407
13	10,6	2,9	0,5	1,7	10,6	1	9,05	258,881
14	7,8	2,4	0,5	3,3	7,8	1	7,95	227,415
15	7,2	1,8	0,5	4,4	7,2	1	7,6	217,403
16	6,7	1,3	0,5	5,5	6,7	1	7,4	211,681

Après les calculs $\boldsymbol{\Delta te(t)\,max = \Delta te(10) = 12.1°C}$

- Parois Nord : $\boldsymbol{\Delta te(16) = 6.8°C}$
- Parois OUEST :$\boldsymbol{\Delta te(t) = valeurs négatives}$(Déperditions) on n'en tiendra pas compte dans les calculs.
- Parois en contact avec le sol :

APO = $K_{été} \times S_{int} \times (TS_m - TS_{i.b})$.

$TS_m - TS_{i.b}$= 26.5-24=2.5 °C

APO = 0.83×44.94×2.5 = 93.24 W

- Apports à travers les parois vitrées :

AV(t) = AVT(t) + AVE(t)

AVT(t) = 1.2 × $K_{été} \times S_{ouv} \times (TS_e(t) - TS_{b.i})$

$TS_e(t)= TS_e-(CTS\times E_b)$ et CTS (Tab 2.2 DTR) E_b= 15(Tab 2.1 DTR)

$TS_e(8) = 34- (0.77 \times 15) \Rightarrow TS_e(8) = 25.45°C.$

Tableau III.10 :resultat de calcul Tse(t)

Heure	Tse(t)	Tse	CTS	Eb
8	25,45	37	0,77	15
9	27,55	37	0,63	15
10	29,8	37	0,48	15
11	31,75	37	0,35	15
12	33,85	37	0,21	15
13	35,995	37	0,067	15
14	37	37	0	15
15	37	37	0	15
16	37	37	0	15

$TS_e(13) = 36°C$
$K_{été}$ (vitrage fenêtre) =2.42 (vitrage simple Tab.3.2 DTR).
$S_{auv}=16.5\ m^2$ $TS_{b,i}= 24°C$

AVT (13) = 1.2 ×2.42×16.5 (36-24) ⇒**AVT (13) = 575 w**

$AVE(t)= (SV_{ens}\times I_t + (SV-SV_{omb}) \times I_d) \times FS \times N_{pvi}(t)$

N_{pvi}= 0.65 (Tab1.7 DTR). Fs=1 (vitrage ordinaire DTR)

$I_t=[C_{cadre}\times C_{limp}\times C_{alt}\times C_{ros}] \times I_{t.b} \Rightarrow I_t=[1\times 0.92\times 1\times 0.99] \times 217$ $I_t=197.64\ w/m^2$

$I_d=[C_{cadre}\times C_{limp}\times C_{alt}\times C_{ros}] \times I_{d.b} \Rightarrow I_t=[1\times 0.92\times 1\times 0.99] \times 47$ $I_d=42.80\ w/m^2$

$AVE(13) = (SV_{ens}\times I_t + (SV-SV_{ens}) \times I_d) \times FS \times N_{pvi}(t)$
AVE(13) = 272 w
AV(13) = AVT(13) + AVE(13) = 575 + 272 ⇒**AV(13) = 847W**

Apports internes :

<u>Apports dus aux occupants *:*</u>

C'est la quantité de chaleur dégagée par les occupants sous forme sensible etlatente ; cette dernière dépend essentiellement de la température du local etde l'activité de l'occupant, ces apports sont calculés par la relation :

$AI(t) = \boldsymbol{AI(t)} = \sum_j \left(\boldsymbol{CS_j \times AI_{S,j} \times N_{Al,j}}\right) + \sum\left(\boldsymbol{CS_j \times AI_{l,j}}\right)$

$AI(t) = AI_s(t) + AI_l(t)$

CS=0.8 (Tab 5.1-DTR) ,$\boldsymbol{N_{Al,j}}$ = 0.96 (Tab 5.2-DTR) et 4.5 $m^2 \Rightarrow$ 1 occupant (DTR).

$\boldsymbol{AI_{l,j}=\frac{44.94}{4.5} AI_{l,j}} = \mathbf{10}$ occupants

$AI_s(t)= \sum(CS \times AI_S \times N_{Al})= 0.8\times 10\times 0.96*67 \Rightarrow AI_s(t) = 514.56$ w

$AI_l(t)= \sum\left(CS_j \times AI_{l,j}\right)= 0.8\times 10\times 35 \Rightarrow AI_l(t) = 280$ w

$AI(t) = AI_s(t) + AI_l(t) = 514.56 + 280$

AI(t) = 794.56 w

Apports dus à l'éclairage :

Tableau III.11 : Gains due à l'éclairage.

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée (Lux)	Puissance dégagé des lampes ou des tubes (W/m^2)	
		Lampes à incandescences	Lampes fluorescentes
Bureaux, salle de cours	250	55	16

Les Apports dus machines électriques :

Les apports dus aux machines électriques, on utilisera soit :

- les indications données par le fabricant ;
- donnée par les tableaux A25, A26.A27 (Annexes).

Apports de chaleur par introduction d'air extérieur :

$AREN_S=0.32 \times qv_{an} \times (TS_e(t) - TS_{bi})$

$AINF_S=0.32 \times qv_{inf} \times (TS_e(t) - TS_{bi})$

$qv_{an}=0.6 \times V_h = 0.6*44.94*4.08 = 110$

$qv_{inf}=(qvo_{inf,i} \times S_{ouv,i}) = 143.27$

$AREN_S=0.32 \times qv_{an} \times (TS_e(t) - TS_{bi}) = 0.32*110*12 = 457.6$

$AINF_S=0.32 \times qv_{inf} \times (TS_e(t) - TS_{bi}) = 0.32*143.27*12 = 596$

$AREN_S(t) = 0.979 \times qv_{an} \times Max((HS_{b,e} - HS_{b,i}) ;0) = 0$

$AINF_S(t) = 0.979 \times qv_{inf} \times Max((HS_{b,e} - HS_{b,i}) ;0) = 0$

verificationreglementaire

$APO(16h)+AV(16h) \leq 1.05*A_{ref}(16h)$ …… (W)

Les apport calorifique de referencesA_{ref} sont donnés par :

$A_{ref}=A_{ref}$ PH + A_{ref} PH+ A_{ref}PVI ……(W)

apport de reference des parois opaque horizontales

A_{ref} PH = $\sum(a * Sint * \Delta TSrefPH)$ (w)

A_{ref} PH =731 W

apport de reference des parois opaque vertical

A_{ref} PH = $\sum(C * Sint * \Delta TSrefPV)$ (w)

A_{ref} PH = 1099.32 W

apport de reference des parois opaque vetrees

$A_{ref}PVI = AVE_{ref} + AVT_{ref}$

$AVE_{ref} = (SV_{ens}*It + (SV-SVens)*Id)*FS_{ref}*Npvi_{ref}$

AVE_{ref} = 355 W

AVT_{ref} = è *Souv* $\Delta TSrefPVI$

AVT_{ref} = 864 W

$APO(16h)+AV(16h) \leq 1.05*A_{ref}(16h)$

$346.12+ 895.42 +272.51+ 93.25 \leq 1.05*(1099.32+731.6+1219)$

1607.3 ≤ 3202.41verifier

Application au projet :

RDC :

Tableau III.12 : Apports à travers les différentes parois de RDC.

Parois	**Types**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$**	$\Delta te(t)$	**$\Delta t_{inc}(t)$**	**A (w)**
Murs	M.D.C	45.72	N	1.45	7.8	-	593.34
	M.D.C	53.77	E	1.45	1.75	-	227.57
	M.D.C	48.66	S	1.45	4	-	360.18
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Sol	-	775.7	-	0.83	-	1.5	1065.24
Portes	metal	4.08	-	5.8	-	13	228.52
Fenêtres	metal	7.2	-	5	-	13	424
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							6675.6
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							8349.5
Apports internes AI(t) (W)							13340.4
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							396.8
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							402.3
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							71.57
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							914.38
Σ AP(t) (W)							33049.55.

1ere ETAGE :

Tableau III.13: Apports à travers les différentes parois d'Etage 01.

Parois	**Types**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$**	$\Delta te(t)$	**Δt_{lnc}(t)**	**A (w)**
Murs	M.D.C	45.72	N	1.45	7.8	-	589.15
	M.D.C	53.77	E	1.45	1.75	-	327.23
	M.D.C	48.66	S	1.45	4	-	355.72
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Portes	metal	9.50	-	5.8	-	13	399.25
Fenêtres	metal	7.2	-	5	-	13	424
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							7165.2
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							9328.6
Apports internes AI(t) (W)							10720.56
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							443.1
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							403.65
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							520.3
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							630.58
Σ AP(t) (W)							29812.6

Apports thermiques total :

Tableau III.14 : Apports thermiques total

Niveaux	AP_{tot} **(w)**
RDC	33049.55
ETAGE 01	29812.6
$\sum AP_{tot}$ (w)	62862,15

CHAPITRE 04 : CHOIX DU SYSTEME DE CLIMATISATION

Choix du système de climatisation

Après l'évaluation des charges thermique de la construction, on a besoin de compenser celles-ci par l'utilisation d'un système de climatisation.

IV.2/-Système de climatisation :

Un système de climatisation est définit comme un dispositif d'équipementqui permet de traiter l'ambiance d'un local toute l'année afin de procuré le bienêtre et leconfort des occupants.

Au sein d'un bâtiment un système de climatisation assure plusieursfonctions que l'on peut regrouper sous l'appellation "maîtrise de la qualité desambiances" celle-ci comprend la qualité hygrothermique, la qualité sonore et laqualité de l'air.

La maîtrise hygrothermique regroupe le chauffage, le rafraîchissement et le contrôle de l'humidité de l'air.

La maîtrise acoustique permet de supprimer les nuisances extérieures parla fermeture des ouvrants tout en respectant la nouvelle réglementationacoustique pour offrir à l'intérieur des locaux un niveau sonore plus faible quecelui des autres appareils (ordinateur dans un bureau par exemple).

Enfin, la qualité de l'air sera obtenue grâce à la filtration de l'air (propriétéde l'air) au renouvellement de l'air (évacuation des polluants et assainissements)et au contrôle de la circulation de l'air dans l'espace (homogénéisation de laqualité de l'air dans le local).

IV.3/- Confort thermique:

a) Confort et température:

Dans les conditions habituelles, l'homme assure le maintien de sa température corporelle autour de 36,7°C. Cette température est en permanence supérieure à la température d'ambiance, aussi un équilibre doit-il être trouvé afin d'assurer le bien-être de l'individu.

b) Confort et humidité:

L'humidité relative ambiante influe sur la capacité de notre corps à éliminer une chaleur excédentaire. L'inconfort n'apparaît que dans des situations extrêmes :

- ✓ Soit une humidité relative inférieure à 30%.
- ✓ Soit une humidité relative supérieure à 70%.

c) Confort et vitesse de l'air :

La vitesse de l'air (plus précisément la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu) est un paramètre à prendre en considération car elle influe sur les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau.

d) Confort acoustique :

Pour imposer un niveau de confort, la première idée consiste à imposer un niveau de bruit maximal, un seuil en décibel à ne pas dépasserµ

IV.4/- Classification des systèmes de climatisation :

Les systèmes de climatisation peuvent être divisés en trois catégories:

- **Système centralisé** :

L'air est traité au niveau d'une centrale de climatisation ; la distribution de l'air se fait par un réseau de gain liant la centrale à des bouches de soufflage situées à l'intérieur des locaux à climatiser.

- **Système décentralisé :**

C'est le cas où chaque local est équipé par un appareil monobloc composé de deux parties ; une partie de traitement et une autre de production d'énergie, il peut être un climatiseur individuel de type Split système ou bien une armoire de climatiseur.

- **Système semi centralisé :**

Le but de ce système est de permettre une régulation, tout en conservant les avantages de la centralisation.

IV.5/- Système proposé:

Le choix d'un système de climatisation dépend de plusieurs facteurs, donc pour effectuer un choix adéquat on doit réaliser un compromis entre ces divers facteurs :

- Les conditions climatiques de la région.
- Type d'habitat.
- Volume de l'habitation.
- Nombre de pièces à climatisé.
- Budget.

Pour mon projet, le choix était comme suit: ***une installation en ventilo-convecteur.***

IV.6/-Ventilo-convecteurs:

Le système a ventilo-convecteurs est le système le plus adapté pour la climatisation des différents bureaux et petits locaux du fait qu'il permet une régulation locale dans chaque bureau.

Le Chauffage et le rafraîchissement du local est réalisé par une batterie incorporée dans un appareil appelé Ventilo-convecteur, ce dernier est relié avec les sources de production du chaud et froid par un réseau de tuyauterie aller-retour pour la distribution de l'eau chaude ou glacée.

IV.6.1. Principe de fonctionnement :

Les ventilo-convecteurs sont des appareils individuels principalement utilisés dans le cas de construction de locaux multiples pour les conditions d'ambiance différentes, mais la production de l'eau chaude et de l'eau glacée reste centralisée.

Un ventilo-convecteur a pour but :

-Filtration de l'air repris et de l'air neuf admis dans l'appareil.

-Chauffage ou refroidissement de l'air mélangé.

-Soufflage dans le local de l'air mélangé (réchauffage ou refroidissement).

L'installation de ventilo-convecteur demande :

-Un ou plusieurs générateurs de chaleur produisant l'eau chaude, généralement des chaudières.

-Un groupe de préparation d'eau glacée.

-Un groupe réversible de préparation d'eau glacée et l'eau chaude.

-Un dispositif manuel ou automatique permettant d'alimenter alternativement les batteries des ventilo-convecteurs en eau chaude ou en glacée selon la saison.

-Un réseau de tuyauterie distribue de l'eau chaude ou glacée.

IV.6.2.Avantage des ventilo-convecteurs :

- les ventilo-convecteurs n'utilisent que les canalisations hydrauliques de faibles diamètres d'où l'absence d'encombrement.
- grande facilité de pose et de raccordements électriques et hydrauliques.
- fonctionnement extrêmement silencieux.
- grande flexibilité d'adaptation aux types les plus divers d'immeubles.
- entretient simple et peu coûteux.
- grande autonomie de fonctionnement (possibilité d'un contrôle individuel, par local).

IV .6.3. Inconvénients des ventilo-convecteurs:

➢dans le cas d'une batterie unique il n'est guère possible de contrôler l'humidité relative de l'air intérieur.

➢le passage du froid au chaud (ou vice-versa) dans le cas d'une batterie unique n'est pas instantané et demande un certain temps nécessaire pour inverser le régime.

➢les prises d'air extérieures ne sont pas toujours faciles à exécuter.

IV.7/- Différents type de ventilo-convecteur :

Il existe plusieurs types :

- Les ventilo-convecteurs d'allège : qui sont installés contre une parois extérieure généralement en allège de façon à admettre une certaine quantité d'air neuf extérieur.
- Les ventilo-convecteurs plafonniers : sont installés en plafonds (faux plafonds) près d'une paroi extérieure.
- Des ventilo-convecteurs verticaux : qui sont incorporés dans un habillage prévu dans le local.

IV.8/- Classifications des ventilo-convecteurs :

✓ **Système à deux tubes :**

C'est le système le plus simple et le moins coûteux; toutes les batteries des appareils sont Alimentées en même temps en eau chaude ou en eau glacée, cependant ce système présente Certains inconvénients tels que l'apparition des zones inconfortables en demi-saison d'où la nécessité de faire un zonage dans l'ensemble de l'immeuble bien que cette solution se traduit inévitablement par un coût élevé.

✓ **Système à trois tubes :**

Dans ce système les ventilo-convecteurs sont normalement alimentés en toute saison en air primaire chaud ou froid, en eau chaude et en eau glacée distribuées par l'ensemble de trois tuyaux qui comprend :

➢distribution d'eau chaude.

➢distribution d'eau froide.

➢retour commun de l'eau chaude et l'eau froide.

✓ **Système à quatre tubes :**

Les ventilo-convecteurs sont alimentés en toutes saisons par un réseau de quatre tuyaux :

-une distribution de l'eau chaude.

-une distribution de l'eau glacée.

-un retour de l'eau chaude.

-un retour de l'eau glacée.

Ce système revient plus cher à l'installation mais présente l'avantage de simplifier considérablement l'étude de la régulation de l'installation de climatisation, tout en permettant un degré de confort élevé dans tous les locaux à climatiser.

• Puisque les considérations économiques sont loin d'être les seules à jouer un rôle décisif dès qu'il s'agit d'une installation destinée à assurer toute l'année le meilleur confort et vue les avantages et les inconvénients de chaque système, mon choix est porté sur le système à quatre tuyaux.

IV.9-/Climatisation par ventilo-convecteur :

a) Sélection d'un ventilo-convecteur:

La sélection d'un ventilo-convecteur est basée sur les paramètres suivants:

• La température de l'eau à l'entrée de la batterie d'échange.

• La température de l'eau à la sortie de la batterie d'échange.

• La température de l'air à la reprise "Ti"

IV.10/- Choix de l'appareillage :

IV.10.1. Choix du Pompe à chaleur :

On a choisi la pompe à chaleur HYDROCIAT

Les avantages de ce type sont les suivants :

• Efficacité énergétique excellente grâce au fluide à haut rendement, aux échangeurs optimisés à volume de fluide réduit, aux compresseurs performants, à la régulation de puissance en continue et au séparateur d'huile à 3 étages

• Augmentation conséquente de la puissance frigorifique et calorifique, grâce au système HPS (High Power System), proposé sur toute la gamme

• Large plage de fonctionnement de -8°C à 50 ou 60°C suivant le fluide

• Respect de l'environnement par l'utilisation de fluide frigorigène à effet nul sur la couche

d'ozone

- Dimensions restreintes facilitant la mise en place
- Alimentation électrique sans neutre car le transformateur est prévu dans l'armoire
- Entretien à portée de main grâce à un affichage clair des informations et une bonne accessibilité à tous les organes Le choix sera fait à partir de la puissance frigorifique totale des ventilo convecteur : Pour nous La puissance frigorifique totale des ventilo convecteur (au R.D.C, 1 et étage) est de 80.5 KW Pour cela on a choisi la pompe à chaleur HYDROCIAT modèle 3600 BX HPS (voire la figure IV.1).



Figure IV.1:pompe à chaleur

IV.10.2. Choix des ventilo convecteurs :

Le ventilo-convecteur est un appareil terminal, peut être placé au sol, fixé au mur ou au plafond ou intégré dans le plafond, se compose pour l'essentiel d'un ou deux échangeurs de chaleur pour assurer le chauffage et le refroidissement, un bac de récupération des condensais, un ventilateur de type centrifuge ou à turbine tangentielle et un filtre

L'unité ARIA EC LENNOX est une unité ventilo-convecteur gainable horizontalement pour les installations nécessitant une pression statique moyenne à élever.

L'ARIA EC est fournie avec un ventilateurstandard assurant une consommation d'énergie faible.

L'ARIA EC est disponible en 4 tailles : 2 tubes et 4 tubes.

L'unité monobloc ARIA EC est équipée de manchettes de refoulement et de reprise et d'un piquage d'air neuf.

Concernant mon projet, en référence au catalogue **« DAIKIN ».**je fais mon choix

à partir des charges de chaque local.

le choix s'est porté sur les ventilo-convecteurs à cassettes « gainables »

le modèle « **FWD** »



Figure IV.2:les ventilo-convecteurs à cassettes « gainables »

TableauxV.1 : paramètres de fonctionnement des ventilo-convecteurs (RDC)

RDC							
local	**type**	**dep(kw)**	**apport (KW)**	**Qcal(w)**	**Qfri(w)**	**Δp(kpa)**	**N**
R01	FDW4A	3,474	8,28	1095.57	1788.03	27.1	4
R02	FDW4A	1,934	1,96	653.94	2183.52	11.7	2
R03	FDW4A	0,411	2,35	502.21	1880.20	27.1	3
R04	FDW4A	1,046	1,57	514.04	2168.04	11.7	2
R05	FDW4A	1,029	1,54	584	2231.37	11.7	2
R06	FDW4A	1,029	1,54	675.49	1876.19	11.7	2
R07	FDW4A	2,071	1,89	1300.01	2299.58	11.7	2
R08	FDW4A	2,375	2,35	1182.78	1860.25	27.1	3
R09	FDW4A	0,925	1,09	631.08	2544.79	19.2	2
R10	FDW4A	3,616	10,51	755	2284.96	11.7	6
R11	FDW4A	5,529	1,95	947.64	2531.88	19.2	2

TableauxV.2 : paramètres de fonctionnement des ventilo-convecteurs (1er etage)

1 ER							
local	**type**	**dep(kw)**	**apport (kw)**	**Qcal(w)**	**Qfri(w)**	**Δp(kpa)**	**N**
E01	FDW4A	1,034	5,68	1490.27	3931.80	14.2	4
E02	FDW4A	1,081	1,86	1097.01	5634.56	25 .1	2
E03	FDW4A	0,772	2,07	500.08	2968.10	19.2	3
E04	FDW4A	0,759	1,99	520.11	2032.25	31.4	2
E05	FDW4A	0,759	1,96	604.72	1923.71	31.4	2
E06	FDW4A	1,897	1,96	662.15	2024.71	31.4	2
E07	FDW4A	1,512	2,67	643.22	2383.23	19.2	3
E08	FDW4A	1,555	2,02	1495.90	2811.46	19.2	3
E09	FDW4A	2,482	1,92	1340.69	2369.83	19.2	2
E10	FDW4A	0,732	11,83	661.05	2553.68	19.2	1
R11	FDW4A	0,759	1,12	1193.25	2148.55	11.7	2
E12	FDW4A	2,482	1,39	1233.56	4842.26	20.9	2

IV.10.3. choix de la pompe :

Les pompes sont des appareilles assurant la circulation de l'eau nécessaire, et par conséquent vaincre toutes les pertes de charges du circuit le plus défavorisé. La puissance nécessaire pour entraîner la pompe se calcule d'après la formule :

P = Qv. Δpt / η (en W) (4.1)

Qv : débit d'eau en circulation (en m3/s)

Δpt : chute total de pression (en Pa)

η : rendement de la pompe (sans unité), on prenant pour notre projet η = 0.8 Pour nous QV = 140 m3/h = 0.038 m3/s, Δpt = 96610 Pa, η = 0.8 Donc la puissance nécessaire pour entraîner la pompe P = 4.69 KW ; Pour cette puissance et un débit de 140 m3/h on a choisi pompe monobloc horizontales normalisées SALMSON PBS 100-220/7.5/4/22 (Figure IV.3)



Figures IV.3 : Pompe SALMSON PBS 100-220/7.5/4/22

Les applications de cette pompe sont les suivants :

- Circulation d'eau chaude ou d'au froid
- Circuits d'eau de refroidissement
- Vidange, remplissage, surpression, irrigation, lavage
- Toutes industries où il s'agit de pomper des liquides clairs, non abrasifs et

•Chimiquement neutres.

Les avantages de ce type de pompe sont les suivants :

- Haut rendement hydraulique
- Faibles consommations électriques
- Encombrements réduit
- Faible niveau sonore
- Pas de risque de désalignement pompe-moteur

IV.10.4. Choix du vase d'expansion :

Le vase d'expansion sert dans un premier temps à compenser les variations de volume que subit la masse d'eau de l'installation suite aux fluctuations de température. Le choix du vase d'expansion sera fait à partir de la relation suivante :

V = Vt. (Cm – Cr) / (1- P1/P2) (en l) ……(4.2)

V : volume total du réservoir (en l).

Vt : volume total de l'installation (en l).

Cm : coefficient de dilatation à la température moyenne.

Cr : coefficient de dilatation à la température de remplissage (10° à 12°C).

P1 : pression effective de gonflage correspondant à la hauteur statique + 1bar.

P2 : pression d'ouverture de la soupape + 1bar.

Pour nous :

- Vt = 4370 l , P1 = 2 bar , P2 = 4 bar

- Cm = 0.0107 pour une température hivernal moyenne de 47°C (Annexe tableau A.33)

- Cr = 0.0004 pour une température de remplissage de 10°C (Annexe tableau A.33)

Donc le volume total du réservoir et de V= 80l Pour cela on a choisi le vase d'expansion type SALMSON de référence 66308 (Figure IV.5)



Figures IV.4 : Vase d'expansion SALMSON 66308

Les avantages de ce type de pompe sont les suivants :

- Vases fermés supprimant tous risques d'évaporation et de gel.
- Réserve d'eau utile importante évitant les démarrages trop fréquents des pompes.
- Installation rapide et facile.

IV.10.5. Choix de la tuyauterie :

Pour nous on a choisi tuyauteries PVC et pour le calcul et le dimensionnement de la tuyauterie voire Chapitre 5(calcul hydraulique). Les avantages de ce type de tuyauterie sont les suivants :

- Faible coût
- Facile à transporter
- Facilité de montage
- Choix très important

Pour les inconvénients :

- Bien connaître les règles de mise en œuvre par rapport à sa forte dilatation.

IV.10.6. Choix de conduit d'air neuf :

Les conduits généralement rectangulaires ou circulaires les conduits en tôle d'acier de section rectangulaire ou circulaire.

- les conduits métalliques souples de section circulaires.
- les conduits textiles.
- les conduits plastiques.

On utilise pour notre projet un conduit circulaire flexible du type VINYL M1 nu (Figure IV.5)



Figures IV.5 : conduit d'air neuf VINYL M1

Les avantages de ce type de conduit sont les suivants :

- Flexible vinyl à bonne résistance mécanique.
- Rapidité de mise en œuvre.

Les applications de ce type de conduit sont les suivants :

- Installations de ventilation, climatisation, aspiration de fumée de soudure…
- Raccordements à basse, moyenne et haute pressions.
- Tertiaire et habitat.
- Utilisé pour certaines applications industrielles

CHAPITRE 05 : CALCUL HYRAULIQUE

Calcul hydraulique

V.1/-Calcul hydraulique :

V.1.1. Introduction :

Pour assurer la circulation de l'eau dans l'ensemble de l'installation, la pression exercée sur cette eau en départ de la centrale doit être suffisante pour vaincre l'ensemble des résistances opposées par la longueur de la tuyauterie, les coudes, les raccords,

les ventilo-convecteurs, etc. . .

Cette résistance constitue une perte de charge, cette perte charge est donnée par la relation suivante :

$H = \Delta p = \Sigma (RL + Z)$

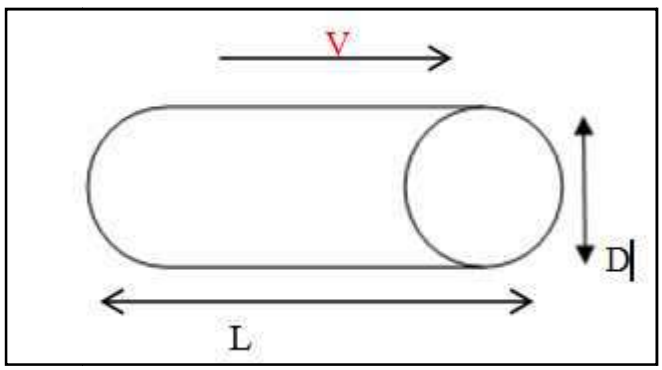
Si on examine les différentes pertes de charge qui composent «H» on note qu'elles sont de deux espèces : Les pertes de charges dues aux frottements des molécules du fluide entre elles et contre la paroi et qu'on appelle « perte de charge linéaire ou frottement ». Les pertes de charges dues aux obstacles que le fluide rencontre au cours de son évolution et qu'on appelle « pertes de charges locales ou particulières ».

V.1.2 .Pertes de charge :



A-Pertes de charge linéaire ou par frottement :

Entre deux points ou deux sections de conduite étudiées.



La perte de charges Δp appliqué entre les deux points P1 et P2 est donnée par la formule générale suivante :

$\Delta p = \lambda \rho V^2 / 2g D$

λ: coefficient de perte de charge. Si l'on veut exprimer la perte de charge en mètre d'eau.

$\Delta h = \lambda \rho V^2 L / 2g D$

Pour les calculs, on utilise souvent la perte de charge unitaire « R »

$R = \Delta h / L = \lambda \rho V^2 / g D$

R: est exprimé en millimètre de colonne d'eau par mètre de conduite.

Donc :

$R = \lambda \rho V^2 / 2g D$ [mm CE/m]

D'où :

ρ: masse volumique de l'eau. [kg/m3].

V : vitesse d'écoulement. [m/s]. D : diamètre de la conduite. [m]. g : accélération de la pesanteur. [m/s2].

Donc**:**

$\Delta h = R.L$ [mm CE]

B-Perte de charge locale ou singulière :

la perte de charge singulière est déterminée par la relation :

$Z = \Sigma\xi \times (w^2 \rho /2g)$ [mm CE]

Dans laquelle :

Z : perte de charge singulière. [mm CE] V : la vitesse. [m/s].

ξ: c'est la somme des coefficients qui dépend de la nature de la résistance locale existant dans le tronçon étudié.

ρ: masse volumétrique de l'eau. [kg/m3]. Donc :

$\Delta p = \Sigma (Z + R.L)$ [mm CE]

V.1.3. Méthode de calcul :

• Le circuit le plus défavorable La méthode de calcul sera comme suit :

1-en premier lieu on doit tracer l'axonométrie de l'installation, suivant le plan architectural et l'emplacement de ventilo-convecteurs dans chaque local, ensuite on détermine le ventilateur le plus défavorable, ainsi que le circuit le plus défavorable qui est le plus loin

horizontalement et le plus haut verticalement (dans notre cas en raison de la similitude de notre axonométrie).

2- on divise le circuit en tronçons partiels, ou chaque tronçon est nommé ou numéroté. La numérotation des tronçons s'effectue de la manière suivante : - Les conduites d'aller et de retour sont toujours parallèles, de même longueur, on note alors les circuits allé et retour par la même notation.

3-on détermine le débit massique G de chaque tronçon.

4-on porte sur chaque tronçon la longueur relevée sur plan.

5-on choisie la chute de pression R qui sera constante R = 10 mm ce / m

6-à l'aide de planche N°2 et en fonction du débit massique G et la chute de pression R on tire : le diamètre Φ, la vitesse d'écoulement V, la résistance linéaire réelle R.

7-on calcule les pertes de charge RL.

8-on calcule pour chaque tronçon la somme des coefficients des résistances locales Σξ, puis le calcul de Z.

9-on détermine les pertes de charges totales (linéaire, locale) pour chaque tronçon.

V.1.4.Application du projet :

On prend le tronçon (1) du circuit le plus défavorable au période estivale G=9605.62 kg/h L=2 m On choisit R= 10 mm CE/m On prend le planche N°2 et en fonction du débit massique G et la chute de pression R on tire :

• Le diamètre : Φ=60 mm

• La vitesse d'écoulement : v= 0.9 m/s

• La résistance linéaire réelle :R= 9mm CE/m

On calcul les pertes de charge : R*L = 18 mm CE

On calcul la somme des coefficients des résistances locales Σξ à partir du planche N°5 Σξ=0.7 On calcul Z=28.66 mm CE

On corrige Z avec β=0.98 Z=28.09 mm CE Les pertes de charge totales : (RL+Z) =46.66 mm CE

Tronçon	Longueur	Ø	V	R	F1	Rc	Rc*L	Σξ	ß	Zc	RcL+Zc
	m	mm	m/s	mmCE/m		mmCE/m	mmCE			mm CE	mmCE
1	2	60	0,9	9	1	9	18	0,7	0,98	28,092	46.66
2	1	50	0,7	10	1	10	21,4	0,35	0,98	8,4969	29,896
3	3,7	50	0,6	18	1	18	53,46	2,17	0,98	38,704	92,164
4	5,5	40	0,9	24	1	24	24,72	1,72	0,98	69,029	93,749
5	5,5	40	0,6	18	1	18	85,86	2,17	0,98	38,705	124,86
6	4,6	40	0,6	10	1	10	83	2,52	0,98	44,922	127,94
7	4,5	40	0,3	6	1	6	30,12	2,17	0,98	9,6738	39,794
8	5,9	40	0,55	9	1	9	14,76	2,17	0,98	32,527	47,287
9	5,4	40	0,36	6,5	1	6,5	6,695	2,17	0,98	13,934	20,624
10	5,5	40	0,46	7,5	1	7,5	43,5	2,52	0,98	26,418	69,918
11	1,6	25	0,42	9	1	9	13,5	2,17	0,98	18,923	32,463
12	4,8	25	0,42	9	1	9	30,6	2,17	0,98	18,923	49,563
13	3,7	65	0,85	10	1	10	30,3	2,17	0,98	77,688	107,99
14	3,3	50	0,75	10	1	10	18,5	0,35	0,98	9,7571	28,257
15	4	20	0,32	7	1	7	28,35	2,17	0,98	11,029	39,359
16	3,6	50	0,7	9	1	9	6,12	0,35	0,98	8,4967	14,697
17	6,5	20	0,26	5	1	5	14,5	2,17	0,98	7,2674	21,785
18	5,5	50	0,8	13	1	13	24,05	0,35	0,98	11,098	35,108

19	5,1	25	0,42	9	1	9	16,65	2,17	0,98	18,963	35,523
20	1	50	0,7	10	1	10	6,6	0,35	0,98	8,497	15,697
21	6,5	20	0,38	10	1	10	30,3	2,17	0,98	15,523	45,883
22	3,9	50	0,65	9	1	9	22,32	0,35	0,98	7,3266	29,646
23	5,25	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,929
24	4,9	50	0,6	7,5	1	7,5	4,35	0,35	0,98	6,2669	10,267
25	4,9	20	0,32	7	1	7	21,21	2,17	0,98	11,009	32,299
26	4,9	50	0,55	6	1	6	15,48	0,35	0,98	5,246	20,758
27	2	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,392
28	2	40	0,8	19	1	19	13,49	0,35	0,98	11,098	24,588
29	2,5	20	0,36	9	1	9	27,27	2,17	0,98	13,933	41,204
30	2,5	40	0,7	15	1	15	37,5	0,35	0,98	8,4969	45,996
31	2,5	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,309
32	2,5	40	0,6	11	1	11	28,6	0,35	0,98	6,2429	34,847
33	2,5	20	0,26	5	1	5	24,5	2,17	0,98	7,2674	31,785
34	2,5	40	0,55	9	1	9	8,37	0,35	0,98	5,245	13,618
35	2,5	25	0,42	9	1	9	7,2	2,17	0,98	18,963	26,163
36	2,5	32	0,44	6,5	1	6,5	17,095	0,35	0,98	3,359	20,417
37	2,5	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,329
38	1	25	0,55	15	1	15	9,6	0,35	0,98	5,2452	14,848
39	1	20	0,36	9	1	9	27,27	2,17	0,98	13,933	41,264

40	1	25	0,34	6	1	6	13,86	1,72	0,98	9,8514	23,71
41	1	20	0,32	7	1	7	21,84	2,17	0,98	11,029	32,849
42	1	20	0,24	4,5	1	4,5	22,05	2,17	0,98	6,1728	28,243
43	1	50	0,7	10	1	10	50,2	0,35	0,98	8,4964	58,697
44	1	20	0,3	6,5	1	6,5	20,735	2,17	0,98	9,6384	30,411
45	1	50	0,6	8	1	8	5,04	1,72	0,98	30,676	35,726
46	1	20	0,34	8	1	8	36,08	2,17	0,98	12,426	48,508
47	1	50	0,55	7	1	7	30,73	0,35	0,98	5,246	35,75
48	1,5	20	0,28	5,5	1	5,5	9,9	2,17	0,98	8,428_	18,899
49	4,5	40	0,85	22	1	22	16,28	0,35	0,98	12,528	28,869
50	3,7	20	0,4	11	1	11	44	2,17	0,98	17,202	61,202
51	5,5	40	0,8	18	1	18	41,94	0,35	0,98	11,098	53,03
52	5,5	20	0,26	5	1	5	25,4	2,17	0,98	7,2674	32,665
53	4,6	40	0,65	12	1	12	6,72	0,35	0,98	7,3266	14,046
54	4,5	20	0,34	8	1	8	32	2,17	0,98	12,426	44,428
55	5,9	40	0,6	11	1	11	6,38	0,35	0,98	6,2429	12,622
56	5,4	20	0,36	9	1	9	7,47	2,17	0,98	13,934	21,403
57	1,6	40	0,5	7,5	1	7,5	13,95	0,35	0,98	4,337	18,285
58	4,8	20	0,46	11	1	11	55,88	2,17	0,98	22,747	78,629
59	3,7	32	0,46	7,5	1	7,5	22,5	0,35	0,98	3,669	26,169
60	3,3	25	0,5	12	1	12	90,72	2,17	0,98	26,878	117,598
61	4	20	0,55	19	1	19	189,43	2,17	0,98	32,522	221,952

62	2,5	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,309
63	2,5	40	0,6	11	1	11	28,6	0,35	0,98	6,2429	34,847
64	2,5	20	0,26	5	1	5	24,5	2,17	0,98	7,2674	31,785
65	2,5	40	0,55	9	1	9	8,37	0,35	0,98	5,245	13,618
66	2,5	25	0,42	9	1	9	7,2	2,17	0,98	18,963	26,163
67	2,5	32	0,44	6,5	1	6,5	17,095	0,35	0,98	3,359	20,417
68	2,5	20	0,32	7	1	7	34,3	2,17	0,98	11,009	45,329
69	1	25	0,55	15	1	15	9,6	0,35	0,98	5,2452	14,848
70	1	20	0,36	9	1	9	27,27	2,17	0,98	13,933	41,264
71	1	25	0,34	6	1	6	13,86	1,72	0,98	9,8514	23,71
72	1	20	0,32	7	1	7	21,84	2,17	0,98	11,029	32,849
73	1	20	0,24	4,5	1	4,5	22,05	2,17	0,98	6,1728	28,243
74	1	50	0,7	10	1	10	50,2	0,35	0,98	8,4964	58,697
75	1	20	0,3	6,5	1	6,5	20,735	2,17	0,98	9,6384	30,411
76	1	50	0,6	8	1	8	5,04	1,72	0,98	30,676	35,726
77	1	20	0,34	8	1	8	36,08	2,17	0,98	12,426	48,508
78	1	50	0,55	7	1	7	30,73	0,35	0,98	5,246	35,75
79	1,5	20	0,28	5,5	1	5,5	9,9	2,17	0,98	8,428_	18,899
80	4,5	40	0,85	22	1	22	16,28	0,35	0,98	12,528	28,869
81	3,7	20	0,4	11	1	11	44	2,17	0,98	17,202	61,202
82	5,5	40	0,8	18	1	18	41,94	0,35	0,98	11,098	53,03

83	5,5	20	0,26	5	1	5	25,4	2,17	0,98	7,2674	32,665
84	4,6	40	0,65	12	1	12	6,72	0,35	0,98	7,3266	14,046
85	4,5	20	0,34	8	1	8	32	2,17	0,98	12,426	44,428
86	5,9	40	0,6	11	1	11	6,38	0,35	0,98	6,2429	12,622
87	5,4	20	0,36	9	1	9	7,47	2,17	0,98	13,934	21,403
88	1,6	40	0,5	7,5	1	7,5	13,95	0,35	0,98	4,337	18,285
89	4,8	20	0,46	11	1	11	55,88	2,17	0,98	22,747	78,629

Tableau V.1 :résultats de calculhydraulique

VENTILATION

L'aération a pour but d'améliorer la nature de l'air que nous respirons dans le lieu d'habitation et de travail. L'introduction d'air frais est l'évacuation d'un autre vicié, l'aération permanente est constante selon un taux normal quelque soient les perturbations dans un local définissant la ventilation. En d'autre terme c'est l'amélioration de l'état de l'air intérieur par son renouvellement régulier dans un local. Pour éviter les nombreux désagréments et vivre plus confortablement il faut :

évacuer l'air vicié et les pollutions là où cela est nécessaire en évitant qu'ils ne se propagent ailleurs.

remplacer l'air vicié par de l'air propre. On distingue deux types de ventilation qui sont :

V.2 /-VENTILATION NATURELLE (libre) :

Dans la ventilation naturelle, aucun ventilateur n'intervient. L'air se déplace grâce aux différences de pression qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température. L'air peut pénétrer dans un bâtiment au travers des inétanchéités. On ne peut considérer à proprement parler ce phénomène comme de la ventilation. En effet, les débits d'air résultants sont tout à fait incontrôlables en fonction du vent, des ouvertures parasites on parle dans ce cas d'infiltrations.

Avantage :

- La ventilation entièrement naturelle ne demande aucune consommation électrique, le moteur du déplacement d'air étant la pression du vent et les différences de température. Elle est en ce sens économique et réduit l'impact du bâtiment sur l'environnement. - En outre, les éléments de ventilation naturelle demandent généralement très peu d'entretien et ne comprennent pas de ventilateurs bruyants.

Inconvénients :

- L'air neuf n'est pas filtré et les grilles d'amenée d'air peuvent laisser filtrer les bruits extérieurs, ce qui peut être délicat en site urbain ou fortement pollué. - Les grilles d'ouvertures peuvent engendrer un inconfort, par exemple en plein hiver, sauf si la grille d'ouverture est placée à une hauteur supérieure à 1,80 m par rapport au sol ou derrière un corps de chauffe. Les ouvertures entre locaux, favorisent le passage de bruits pouvant être très gênants. Un traitement acoustique des grilles doit alors être prévu. Mais en pratique, la présence d'absorbeur acoustique dans une ouverture augmente son épaisseur et sous-entend généralement que la grille doit être placée dans l'épaisseur du mur (et non dans le vitrage ou dans la porte).

- En fin, les ouvertures dans les façades ne sont pas toujours du goût des architectes.

V.3 /-Ventilation mécanique (force) :

On parle de ventilation mécanique lorsque soit l'évacuation d'air, soit l'amenée d'air est réalisée grâce à un ventilateur, soit les deux. C'est le plus souvent une ventilation aspirante qui assure la ventilation en mettant le local en dépression, ce qui provoque l'entrée d'air neuf. Soit par des inétanchéités naturelles, soit par des dispositifs prévus à cet effet. Mais on peut aussi prévoir un ventilateur refoulant, ce qui permet en autre d'assurer un traitement d'air élémentaire. Donc pour ce type de ventilation on pourra avoir :

- Une ventilation par reprise seule.
- Une ventilation par soufflage seule.
- Une ventilation par soufflage et reprise.

Avantage :

- La ventilation par simple extraction d'air est simple, et peu coûteuse à l'exploitation.
- Les débits d'air extraits sont contrôlés.
- La mise au point est facile et se limite au réglage des débits extraits au moyen des bouches.

Inconvénients :

- On rejette directement vers l'extérieur de l'air aux conditions extérieures, ce qui induit des pertes énergétiques importantes.
- L'air neuf n'est pas filtré et les grilles d'amenée d'air peuvent laisser filtrer les bruits extérieurs, ce qui peut être délicat en site urbain ou fortement pollué.

Les grilles d'ouvertures peuvent engendrer un inconfort, par exemple en plein hiver, sauf si la grille d'ouverture est placée à une hauteur supérieure à 1,80 m par rapport au sol ou derrière un corps de chauffe.

-Enfin, les ouvertures dans les façades ne sont pas toujours du goût des architectes.

V.4 /-Calcul du débit d'extraction de l'air pour les locaux à ventiler :

Cette façon consiste en utilisant le taux de renouvellement des locaux ventilés qui est donné par le tableau suivant pour obtenir le débit d'évacuation selon cette formule :

$$K = Vs/V$$

Vs : débit de ventilation des toilettes (m3/h).

V : volume des toilettes (m3).

K : taux de renouvellement (h-1).

Le taux de renouvellement d'air normalisé est : K = 7h-1

Donc : **Vs = K.V** Le taux de renouvellement K est donné par le tableau si dessous

Tableau V.2: Taux de renouvellement

Pièces	Taux de renouvellement
Cuisine	6 à 10
Salle de bain	8 à 12
W C	8 à 10
Petits bureau	5 à 7

V.5 /-VENTILATION DES TOILETTES :

Les toilettes appartiennent à un groupe de locaux pour lequel le rôle de la ventilation consiste à éviter la propagation des odeurs nauséabondes. Il faut donc les maintenir en dépression.

La ventilation des toilettes est assurée soit en plaçant un conduit vertical d'évacuation au bout duquel une tourelle d'extraction est fixée à la terrasse du dernier étage, afin de maintenir les toilettes en dépression, soit en plaçant des ventilateurs hélicoïdaux dans les fenêtres ou le mur donnant sur l'extérieur. Pour l'entrée d'air neuf en général, les portes et les fenêtres sont suffisamment in étanches pour laisser passer assez d'air.

Dans notre projet on a utilisé pour chaque niveau un ventilateur placé au mur extérieur avec un conduit horizontal assurant l'évacuation de l'air vicié vers l'extérieur. Le taux de renouvellement d'air normalisé est : K = 10 h-1 Donc : Véxtrait= 10.V m3/h Les résultats de notre projet sont donnés par le tableau suivant :

Tableau V.3:Débit d'air d'évacuation des circulations

pièces	**K**	**V**	**Véxtrait**
	(h^{-1})	(m^3)	(m^3/h)
Sanitaire RDC	10	48.75	487.5
Sanitaire RDC	10	45.45	454.5
Sanitaire 1^{er}	10	14.90	149.5
Sanitaire 1^{er}	10	29.69	296.9

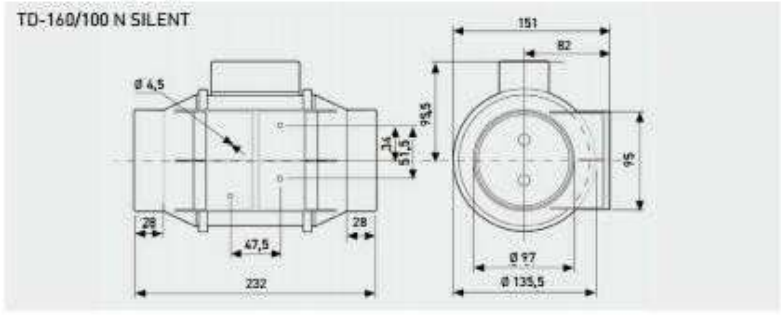
- **Choix de ventilateur :**

Tableau V.4 : caractéristique de ventilateur

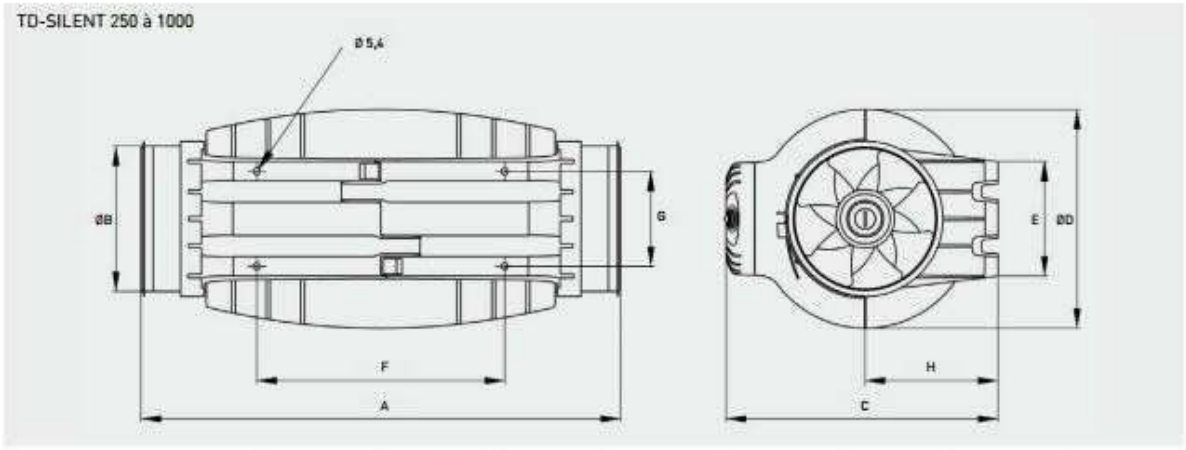
	RDC	1^{er}étage
Niveau de pression(Pa)	22-17	24-19
Vitesse du Moteur (tr /min)	2500 1950	2200 1850
type	TD-500/150-160SILENT	TD-250/100SILENT

DIMENSIONS (mm)

TD-160/100 N SILENT



TD-SILENT 250 à 1000



Modèle	A	ØB	C	ØD	E	F	G	H
TD-250/100	575	97	252	204	100	250	83	121
TD-350/125	462	123	252	204	100	250	83	121
TD-500/150-160*	484	147	274	221	116	250	96	134
TD-800/200	568	198	327	264	145	340	129	164
TD-1000/200	568	198	327	264	145	340	129	164

* Un joint caoutchouc additionnel est fourni pour les installations avec des conduits en diamètre 160 mm.



FigureV.1:- VENTILATEUR SÉRIE TD-MIXVENT SILENT-

REGULATION

La régulation est une étape importante qui fait son apparition pour la réalisation du confort :

elle assure le contrôle du fonctionnement et la sécurité des autres appareils.

La régulation au niveau des installations tend à réaliser plusieurs conditions :

- Assurer une certaine condition de température, de pression etd'humidité.
- Assurer une marche de l'installation suivant un programme établi àl'avance.
- Assurer la sécurité de l'installation et contrôler son fonctionnement en diminuant les interventions manuelles et permettre une marche adaptée à tout instant aux conditions àremplir.

La régulation a pour rôle principal avant tout : économique en diminuant les interventions humaines.

La régulation a pour rôle de maintenir automatiquement, une valeur désirée d'une grandeur physique (température, pression, humidité) soumis à des variations subites (pertes et apport calorifiques)

La réalisation d'une régulation automatique se fait :

- En mesurant instantanément la valeur réelle de la grandeur physique àrégler.
- En la comparant avec le point deconsigne.
- En agissant sur la grandeur deréglage.

V.6/- Boucle de régulation:

Une boucle de régulation comprend :

1-Organe de détection :

Il a pour rôle de mesurer la valeur réelle de la grandeur à régler, il peut être un thermostat, un pressostat ou un hygrostat.

2-Régulateur :

C'est l'appareil qui a pour rôle de :
- Comparer la valeur mesurée par le détecteur avec la valeurdésirée.
-Amplifier l'écart entre les deux valeurs.
-Transformer cet écart en signal ou en ordre de commande à l'organe de réglage.
-L'organe de commande qui peut être un servomoteur électrique, reçoit l'ordre du régulateur en actionnant de réglage.

3-L'organe de réglage:

Il a pour rôle d'ajuster la grandeur de réglage à la valeur nécessaire, en recevant l'ordre du régulateur sous forme de signal électrique. L'action de l'organe de réglage est purement mécanique.

V.7/-Appareille de régulation utilisée dans les installations de climatisation :

V.7.1.Organe de détection :

thermostat : C'est un organe de détection detempérature.

Sonde : Généralement identique à un thermostat mais se place àl'extérieur.

Hygrostat : C'est un organe de détection d'humiditérelative.

Les organes de détection doivent être simple et solide avec un fonctionnement précis et sur, et seront choisis en fonction des performances a assuré et leur degré defiabilité.

V.7.2.Organe de réglage :

- **Vannes :** elles servent à faire varier le débit d'unfluide

par la modification de la section de passage ; cette variation entraîne une certaine variation de résistance hydraulique de la vanne.

- **Servomoteurs :** elles sont les organes de commande qui modulent la position des vannes ; ils sont de type électrique.

V.8/- Choix du mode de régulation:

Parmi les modes de régulations, il existe :

1. La régulationindividuelle:

Par action directe sur le corps, elle peut être :

- **Manuelle :** en faisant varier le débit d'eau entrant dans appareil manuellement à laide d'unrobinet.

- **Automatique :** ou l'appareil est muni d'un robinet thermostatique placé à son amant qui Fait varier l'alimentation en eau en fonction de la température désirée.L'avantage de ce système est de contrôler chaque appareil séparément, mais l'inconvenant est le coût avec le nombre d'appareilexistant.

2. La régulationd'ensemble :

Ce type de régulation existe généralement dans les locaux techniques, c'est un mode de régulation agissant sur l'ensemble de la chaleur total fournie et cela en fonction des paramètres climatiques extérieurs (régulation fonctionnant avec la loi de correspondance).

V.9/-Régulation des ventilo-convecteurs :

Les ventilo-convecteurs soufflent à l'intérieur des locaux à climatiser de l'air traité à descaractéristiques de température, d'humidité et de débit qui sont fonction d'un indicateur d'une sonde d'ambiance.

Deux positions d'une sonde sont possibles:

- Incorporé dans l'appareil et placé dans le circuit de recyclage, près de la grille dereprise.
- Installé dans le local, à l'extérieur du ventilo. Dans mon projet en choisie la 1erposition.

La sonde d'ambiance va agir sur quatre paramètres:

- Le débit d'eau chaude ou froide alimentant les deuxbatteries.
- Le débitd'airmélange.
- Le débitd'airneuf.
- La vitesse de rotation du moteur duventilateur.

Si la température est inférieure ou supérieure à la température de consigne, la Sonde d'ambiance pilote une vanne à trois voix. Cette vanne travail en tout ou rien, c'est-à-dire que si :

1- En période hivernale la température ambiante est inférieure à la température de consigne, le régulateur transmet la différence de température au moteur qui ouvre la vanne, permettant l'alimentation de la batterie en eau chaude, si c'est l'inverse lavanne s'ouvre sur leretour.

2- En période estivale la température ambiante est supérieure à la température de consigne, la vanne s'ouvre sur l'entrée de la batterie froide, sinon elle entraîne l'eau vers le retour.

Des clapets anti-retour contrôles la circulation de l'eau et empêche le retour de l'eau par la sortie de la batterie.

Pour logement de fonction le réglage du débit d'eau s'effectue par l'intermédiaire de robinets (réglage manuel).

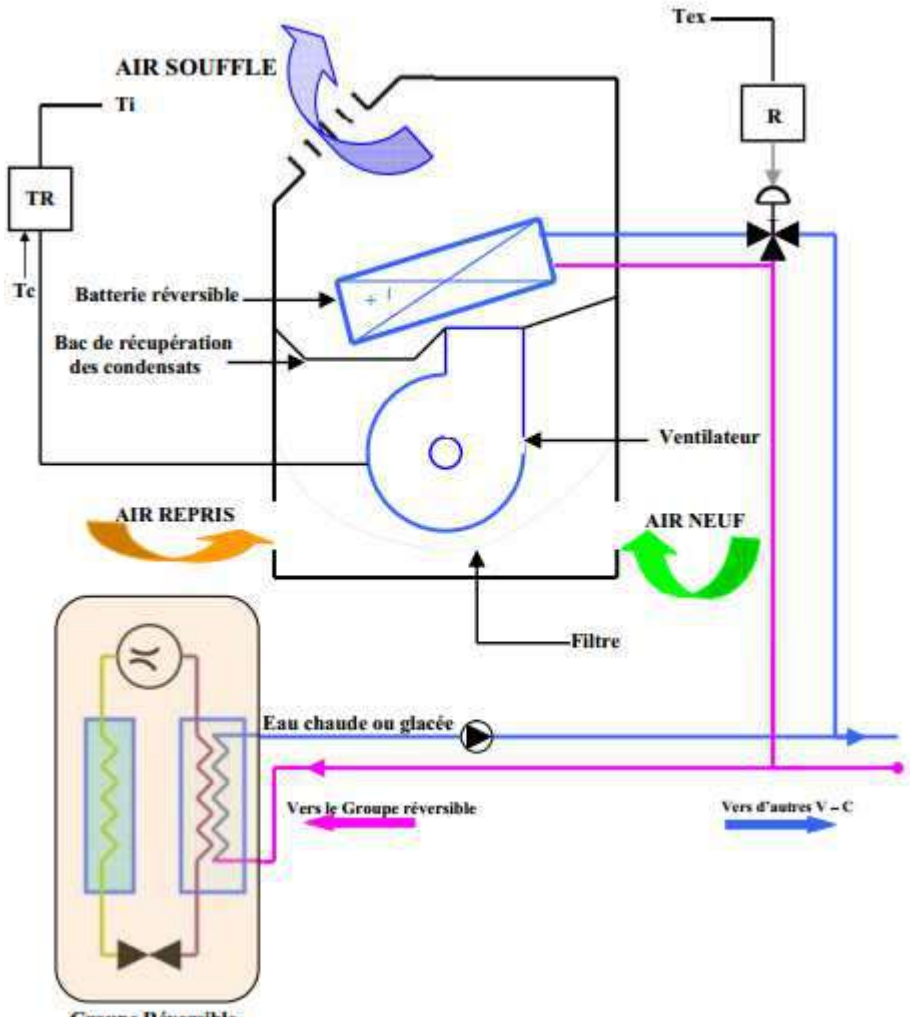


Figure V.2 : Schéma de régulation d'un ventilo convecteur à deux tubes

V.10/-Régulation du groupe de production réversible:

La production est assurée par une machine de production d'eau glacée réversible : lors du changement été / hiver, le sens de circulation du fluide frigorigène s'inverse à l'aide d'une vanne à 4 voies et une pompe à chaleur (air/eau) est crée. Le microprocesseur gère le fonctionnement de la machine et des alarmes (voire la figure qui suit). Il compare en permanence la température de l'eau mesurée par une sonde (S1) et la valeur de la température de consigne rentrée par l'intermédiaire du clavier. La sonde (S1) de régulation est placée sur la conduite d'entrée d'eau. Une sonde (S2) est placée sur la sortie d'eau pour protection antigel. Un système anti court cycle de la régulation impose un temps minimum de marche du compresseur. En cas d'arrêt de la machine, il se peut que les compresseurs fonctionnent pendant un certain temps (150 secondes maxi). Les modules hydrauliques

sont équipés d'un pressostat de sécurité interdisant le fonctionnement de la pompe de circulation d'eau et donc de l'appareil en cas de manque de pression (coupure 0,6 bar, enclenchement 1,4 bar).

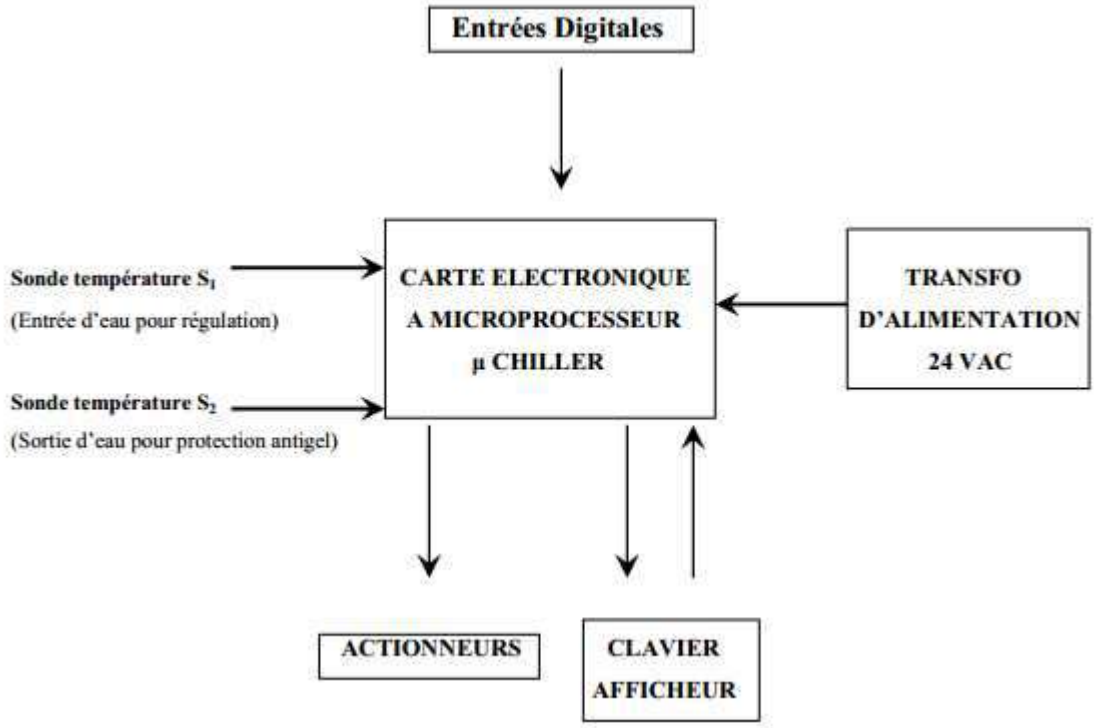


Figure V.4 : Schéma de gestion du microprocesseur

Conclusion :

Grâce à cette étude, on a eu la possibilité d'avoir une idée générale sur un projet de climatisation et ainsi améliorer ma connaissance dans le domaine théorique et pratique mieux que ce qu'elle était avant.

Ce modeste travail il a permis de contribuer à la recherche du confort de l'être humain par l'apport et la mise en place d'équipements adéquats et leur exploitation et conditions les plus économiques.

L'étude de ce projet a permis de mettre en pratique ma connaissance sur la climatisation et la façon de conduire un projet et de résoudre les problèmes posés.

Pour ce projet les ventilo-convecteurs à cassettes « gainables » ont été proposés comme solution. Leur avantage, c'est qu'ils permettent une meilleure distribution de l'air.

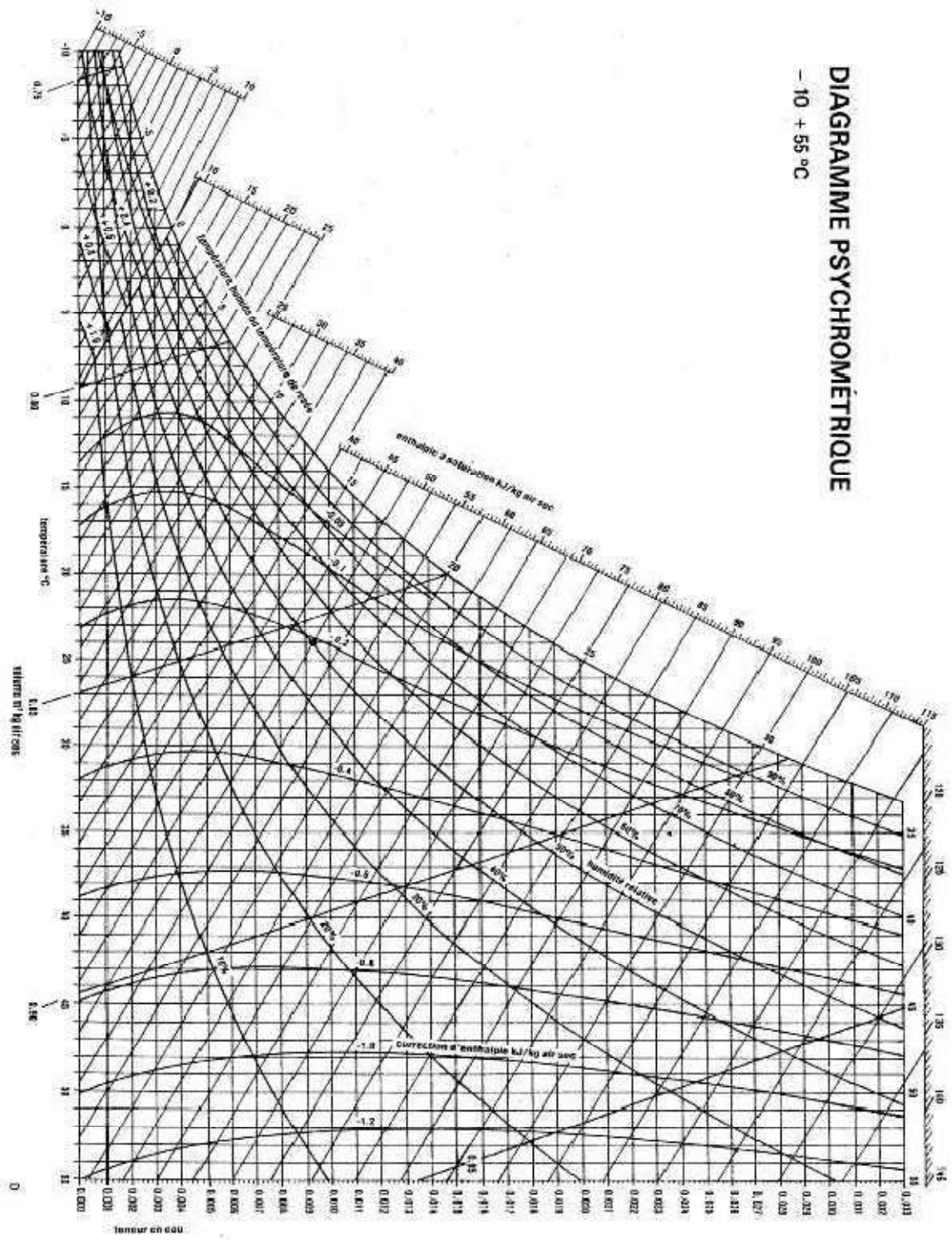


Tableau A.1 : Diagramme psychrométrique

Types de locaux	Facteur BF
Habitations, locaux à usage d'hébergement	0,30 à 0,50
Locaux à usage d'enseignement, de bureaux, de réunion, petits magasins	0,20 à 0,30
Banques, ateliers,	0,10 à 0,20
Lieux de restaurations, grands magasins Hôpitaux, salle d'opérations, lieux de stockage,	0,05 à 0,10
locaux abritant des équipements sensibles	< 0,10

Tableau A.2 : Facteurs BF en fonction du type de local

Valeurs de a (en W/m^2. °C)		
Zone climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif, bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	1,10	1,10
B	1,10	0,90
B'	1,10	0,90
C	1,10	0,85
D1, D2 et D3	2,40	2,40

Tableau A.3 : Valeurs de a

Valeurs de $N_{PVI, réf}$								
Types de locaux	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
logement, locaux à usage d'hébergement	0,95	0,26	0,31	0,44	0,68	0,62	0,43	0,30
Bureaux	0,98	0,19	0,21	0,28	0,65	0,77	0,61	0,40

Tableau A.4 : Valeurs de NPVI,réf

zone climatique	Température sèche $TS_{b,e}$ (°C)	Humidité spécifique $HS_{b,e}$ (g_{vap}/kg_{as})	Ecart diurne E_b (°C)	Température moyenne TS_m (°C)	Ecart annuel de température EAT (°C)
A alt ≤500m **500 ≤ alt ≤ 1000m** **alt ≥ 1000m**	34 33,5 30,5	14,5 13 13	9 10 9	25,5 25 22,5	31 32,5 31,5
B alt ≤500m **500 ≤ alt ≤ 1000m** **alt ≥ 1000m**	38 37 35	12,5 9 10	15 15 14	26,5 26,5 25	36 36 36
B' alt < 500m **alt ≥ 500m**	41 **Voir zone B**	11 **Voir zone B**	18 **Voir zone B**	29 29	41
C alt < 1000m **alt ≥ 1000m**	39,5 36	8,5 8,5	20 18	27 25	41,5 40
D1	44	6,5	15,5	33	38
D2	48	5,5	16,5	36,5	43
D3	39	5,0	12,0	29,6	35

Tableau A.5 : Conditions extérieures de base

Valeurs de $\Delta TS_{réf,pv}$ (en °C) - Latitude 40°N									
Zone (alt en m)	Paroi en contact avec l'extérieur Orientation N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Paroi en contact avec un I.n.c
A alt < 500	4.66	5.44	5.89	8.22	9.81	10.02	8.75	5.66	4
5005 alt <	3.76	4.54	4.99	7.32	8.91	9.12	7.85	4.76	3.5
alt k 1000	1.26	2.04	2.49	4.82	6.41	6.62	5.35	2.26	0.5
B alt < 500		6.59	7.04	9.37	10.96	11.17	9.9	6.81	5
5005. alt		5.64	6.09	8.42	10.01	10,22	8.95	5.86	4
1000 alt k 1000		4.14	4.59	6.92	8.51	8.72	7.45	4.36	5
B' alt < 500	7.36	8.14	8.59	10.92	12.51	12.72	11.45	8.36	6
alt k 500	voir zone B (en fonction de l'altitude)								

Tableau A.6 : Valeurs de ΔTSréf pour les parois verticales [2]

Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CTS (%)	67	80	87	94	100	100	93	85	77	63	48	35
Heure	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CTS (%)	21	6.7	0	0	0	4.7	12	20	28.5	32	43	53

Tableau A.7 : Valeurs de CTS

Rayonnement total de base It, b et diffus de base Id, b (en W/m²)									
Latitude Nord	Mois	ORIENTATION							
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Hori
20°	Juillet	59	435	514	267	44	267	514	435	791
	Août	34	372	520	356	81	356	520	372	788
	Septembre	31	273	514	441	205	441	514	273	733
30°	Juillet	50	413	516	315	94	315	516	413	776
	Août	34	340	520	406	198	406	520	340	741
	Septembre	28	284	498	479	330	479	498	284	668
40°	Juillet	47	400	516	394	217	394	516	400	734
	Août	34	321	511	459	321	459	511	321	675
	Septembre	28.	183	470	511	441	511	470	183	577

Tableau A.8 : Rayonnement de base

Zones		C_{ros}	Zones		C_{ros}
A	alt < 500 m	0,99	**B'**	alt < 500 m	1,05
	500 ≤ alt < 1000 m	1,02		alt ≥ 500 m	(zone B)
	alt ≥ 1000 m	1,02	**C**	alt < 1000 m	1,10
B	alt < 500 m	1,03		alt ≥ 1000 m	1,10
	500 ≤ alt < 1000 m	1,05	**D1**		1,15
	alt ≥ 1000 m	1,07	**D2**		1,19
			D3		1,20

Tableau A.9 : Cros en fonction de la zone climatique

APPLICATION	Niveau de confort amélioré		Niveau de confort normal		
	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Température sèche (°C)	Humidité relative (%)	Accroissement toléré de la température (°C)
Séjour de longue durée Logement, hôtel, bureaux, hôpital, école, etc.	24	45	27	50	2
Séjour de courte durée Magasin, banque, bureaux de poste, salon de coiffure, etc.	24	45	27	50	2
Séjour de durée limitée avec gains latents importants Amphithéâtre, salle de spectacle, lieu deculte, salle de restauration, cuisine, etc.	24	50	27	60	1

Tableau A.10 : Conditions intérieures de base

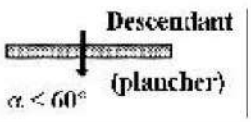
$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Tableau A.11 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (hiver)

1/h en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, conditionné ou non conditionné, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	0,10	0,04	0,14	0,10	0,11	0,21
 (toiture) $\alpha \leq 60°$	0,16	0,04	0,20	0,16	0,17	0,33
 (plancher)	0,08	0,04	0,12	0,08	0,09	0,17

Tableau A.12 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (été)

Type de vitrage	Epaisseur de la lame d'air (en mm)	Nature de la menuiserie	Paroi verticale	Paroi horizontale
Vitrage Simple	-	Bois	5,0	5,5
		Métal	5,8	6,5
Vitrage Double	5 à 7	Bois	3,3	3,5
		Métal	4,0	4,3
	8 à 9	Bois	3,1	3,3
		Métal	3,9	4,2
	10 à 11	Bois	3,0	3,2
		Métal	3,8	4,1
	12 à 13	Bois	2,9	3,1
		Métal	3,7	4,0
Double Fenêtre	plus de 30	Bois	2,6	2,7
		Métal	3,0	3,2

Tableau A.13 : Les coefficients K_{vn} des vitrages

Circulation ouverte sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation commune ou dépendance dont le rapport de la section totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur à son volume est supérieur ou égal à 0,005 m^2/m^3.		
Tau = 1		
Circulation ouvrant directement sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 2.		
Parois extérieures de la circulation commune	**Parois séparant la circulation commune des logements**	**Valeur de Tau**
Isolées	Non isolées	0,30
	Isolées	0,55
Non Isolées	Non isolées	0,35
	Isolées	0,60
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non isolées	0,25
	Isolées	0,45
Circulation commune n'ouvrant pas directement sur l'extérieur		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 0,5.		
Parois extérieures de la circulation commune	**Parois séparant la circulation commune des logements**	**Valeur de Tau**
Isolées	Non isolées	0,20
	Isolées	0,40
Non Isolées	Non isolées	0,30
	Isolées	0,50
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non isolées	0,10
	Isolées	0,25
Circulation commune avec trappes ouvertes en permanence		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 4. Les circulations communes avec trappes ou gaines de désenfumage ouvertes en permanence et les parkings publics rentrent dans ce cas.		
Tau = 0,9		
Circulation commune en position centrale		
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est inférieur à 0,5. Les circulations n'ayant aucun ouvrant donnant directement sur l'extérieur rentrent dans ce cas.		
Tau = 0		

Tableau A.14 : Les valeurs de T_{au}

Type de sous sol	Rapport R (1)	Plancher haut du sous-sol	
		Isolé	Non isolé
Garages collectifs	R ≥ 0,2	0,80	0,60
	R < 0,2	0,60	0,40
Autres dépendances	R ≥ 0,2	0,75	0,55
	R < 0,2	0,50	0,30

Tableau A.15 : Les valeurs de T_{au} de sous-sol

Différence équivalente de température Δtes(t) ou Δtem (t) (en °C) - Murs ensoleillés ou à l'ombre -																								
Orientation	m_{surf} kg/m²	Temps Solaire Vrai																						
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	≤100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8
	≥700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9
E	≤100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3
	≥700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7
SE	≤100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	3,9
	≥700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0
S	≤100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,9	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8
	≥700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9
SO	≤100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9
	≥700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
O	≤100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4
	≥700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2
NO	≤100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8
	≥700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0
N (à l'ombre)	≤100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5
	≥700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	1,1	0,5

Tableau A.16 : Différence équivalente de température pour les murs extérieurs

ΔTS = She - TShi	Valeurs de CΔt en (°C)												
	Ecart diurne de base Eb												
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
-8	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9
4	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9
0	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7
2	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8
4	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8
10	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0
12	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1
14	7,7	7,2	6,7	6,3		5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9
16	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9
18	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9;3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9
20	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9
22	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0

Tableau A.17 : Facteur de correction $C_{\Delta te}$

Hauteur H (1) (m)	Classes de rugosité (2)				
	V	IV	III	II	I
H ≤ 4	0,40	1,47	2,71	4,06	6,36
4 < H 7	1,10	2,30	3,51	4,82	7,08
7 < H 11	1,76	3,00	4,19	5,46	7,67
11 < H 18	2,57	3,87	4,97	6,17	8,32
18 < H 30	3,50	4,80	5,80	6,93	9,02
30 < H 50	4,47	5,78	6,66	7,71	9,72

Tableau A.18 : valeur d'ev [1]

$TS_{b,e}$ = 37 °C									
Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Heure	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
1	-3	-16	-4	-5	13	4	-9	2	-4
2	-4	-17	-5	-6	14	5	-8	2	-3
3	-5	-18	-6	-6	15	6	-8	3	-3
4	-6	-18	-6	-7	16	6	-7	3	-3
5	-6	-18	-6	-6	17	6	-8	3	-3
6	-6	-18	-6	-6	18	5	-8	2	-4
7	-5	-18	-6	-6	19	4	-9	2	-5
8	-4	-16	-4	-4	20	4	-10	1	-6
9	-3	-15	-4	-9	21	3	-11	0	-1
10	-1	-14	-3	-8	22	2	-11	-1	-2
11	1	-12	-1	-6	23	0	-13	-2	-3
12	2	-11	0	-5	24	-1	-14	-3	-4

Tableau A.19 : Valeurs de C_{Lnc} pour une température de base égale à 37°C

	M kg/m²	TEMPS SOLAIRE VRAI																						
		Protection Intérieur												Sans protection ou avec protection extérieur										
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NE	>750	59	67	62	49	33	27	25	24	22	21	20	17	34	42	47	45	42	39	36	33	30	29	26	25
	500	59	68	64	52	35	29	24	23	20	19	17	15	35	45	50	49	45	42	34	30	27	26	23	20
	150	62	80	75	60	37	25	19	17	15	13	12	11	40	62	69	64	48	34	27	22	18	16	14	12
E	>750	51	66	71	67	57	40	29	26	25	23	21	19	36	44	50	53	53	50	44	39	36	34	30	28
	500	52	67	73	70	58	40	29	26	24	21	19	16	34	44	54	58	57	51	44	39	34	31	28	24
	150	53	74	82	81	65	43	25	19	16	14	11	9	36	56	71	79	70	54	39	28	23	18	15	12
SE	>750	20	42	59	70	74	71	61	48	33	30	26	24	34	37	43	50	54	58	57	55	50	45	41	37
	500	18	40	57	70	75	72	63	49	34	28	25	21	29	33	41	51	58	61	61	56	49	44	37	33
	150	9	35	61	78	86	82	69	50	30	20	17	13	14	27	47	64	75	79	73	61	45	32	23	18
S	>750	28	25	40	53	64	72	77	77	73	67	49	31	47	43	42	46	51	56	61	65	66	65	61	54
	500	26	22	38	51	64	73	79	79	77	65	51	31	44	37	39	43	50	57	64	68	70	68	63	53
	150	21	29	48	67	79	82	89	83	56	50	24	16	28	19	25	38	54	68	78	84	82	76	61	42
SO	>750	31	27	27	26	25	27	50	63	72	74	69	54	51	44	40	37	34	36	41	47	54	57	60	58
	500	33	28	25	23	23	35	50	64	74	77	70	55	53	44	37	35	31	33	39	46	55	62	64	60
	150	29	21	18	15	14	27	50	69	82	87	79	60	48	32	25	20	17	19	39	56	70	80	79	69
O	>750	63	31	28	27	25	24	22	29	46	61	71	72	56	49	44	39	36	33	31	31	35	42	49	54
	500	67	33	28	26	24	22	20	28	44	61	72	73	60	52	44	39	34	31	29	28	33	43	51	57
	150	77	34	25	20	17	14	13	22	44	67	82	85	77	56	38	28	22	18	16	19	33	52	69	77
NO	>750	68	28	27	25	23	22	20	19	24	41	56	67	49	44	39	36	33	30	28	26	26	30	37	44
	500	71	31	27	24	22	21	19	18	23	40	58	70	54	49	41	35	31	28	25	23	24	30	39	48
	150	82	33	25	20	18	15	14	13	19	41	64	80	75	53	36	28	24	19	17	15	17	30	50	66
N	>750	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	75	75	79	83	84	86	88	88	91	92	93	93
	500	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	81	84	86	89	91	93	93	94	94	95	95	95
	150	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tableau A.20 : Coefficient d'amortissement pour 21 heures de fonctionnement

Type de vitrage		Epaisseur (mm)	FS
Verre à vitre :	normal	2 à 3	1
	fort	4	0,98
	épais	5	0,96
Glace claire ordinaire		6	0,95
		8,6	0,92
		10,5	0,90
		12	0,88
Verre absorbant		5,5	0,71
Glace absorbante			
	couleur bronze	6	0,64
		8	0,60
		10	0,54
	couleur grise	6	0,65
		8	0,60
		10	0,55
	couleur verte	6	0,63
		8	0,59
		10	0,53

Tableau A.21 : Facteurs solaire des vitrages

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restaur-ation	Artisanal Industriel	Enseignement
Occupant	Sensible Latent	0,80	0,50	0,80	0,90	1,00
Moteurs électriques	Sensible	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Appareils électriques	Sensible Latent	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Eclairage fluorescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage fluorescent encastré, éclairage incandescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage encastré dans un faux plafond avec plénum de reprise	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Appareil à gaz	Sensible Latent	0	0,50	0,85	0,85	0
Réservoir	Sensible Latent	0	1,00	1,00	1,00	0
Evaporation libre	Latent	0	1,00	1,00	1,00	0
Vapeur vive	Sensible Latent	0	0	1,00	1,00	0
Tuyauteries, conduits d'air	Sensible	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau A.22 : Coefficient de simultanéité des gains internes

N_{AI} Type	Durée de fonct de l'inst. (h)	M kg/m²	Durée des apports internes : 10 heures — NOMBRES D'HEURES ECOULEES DEPUIS LE DEBUT DES APPORTS INTERNES																						
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Type I	24	≥750	37	67	71	74	76	79	81	83	84	86	87	29	26	23	20	19	17	15	14	12	11	10	9	8
		500	31	67	72	76	79	81	83	85	87	88	90	30	26	22	19	16	15	13	12	10	9	8	7	6
		≤150	25	74	83	88	91	94	96	96	98	98	99	26	17	12	8	5	4	3	2	1	1	1	0	0
	16	≥750	60	82	83	84	84	84	85	85	86	88	90	32	28	25	23	19								
		500	46	79	84	86	87	88	88	89	89	90	90	30	26	22	19	16								
		≤150	29	77	85	89	92	95	96	96	98	98	99	26	17	12	8	5								
	12	≥750	63	90	91	93	93	94	95	95	95	96	96	37												
		500	57	89	91	92	94	94	95	95	96	96	97	36												
		≤150	42	86	91	93	95	97	98	98	99	99	99	26												
Type II	24	≥750	34	55	61	65	68	71	74	77	79	81	83	39	35	31	28	25	23	20	18	16	15	14	12	11
		500	27	56	63	68	72	75	78	80	82	84	86	40	34	29	25	20	18	17	15	14	12	10	9	8
		≤150	17	65	77	84	88	92	94	95	97	98	98	35	23	16	11	7	5	4	3	2	1	1	0	0
	16	≥750	58	75	79	80	80	81	82	83	84	86	87	39	35	31	28	25								
		500	46	73	78	82	82	82	83	84	85	87	88	40	34	29	25	20								
		≤150	22	69	80	86	89	83	94	95	97	98	98	35	23	16	11	7								
	12	≥750	69	86	89	90	91	91	92	93	94	95	95	50												
		500	58	85	88	88	90	92	93	94	94	94	95	48												
		≤150	40	81	88	91	93	96	97	97	98	99	99	35												
Type III	24	≥750	23	33	41	47	52	57	61	66	69	72	74	59	52	46	42	37	34	31	27	25	23	21	18	16
		500	17	33	44	52	56	61	66	69	74	77	79	60	51	44	37	32	30	27	23	20	18	16	14	12
		≤150	0	48	66	76	82	87	91	93	95	97	98	52	34	24	16	11	7	5	4	2	2	1	0	0
	16	≥750	57	64	68	72	73	73	74	74	75	76	78	59	52	46	42	37								
		500	47	60	67	72	74	77	78	79	80	81	82	60	51	44	37	32								
		≤150	7	53	70	78	84	88	91	93	95	97	98	52	34	24	16	11								
	12	≥750	75	79	83	84	86	88	89	91	91	93	93	75												
		500	68	77	81	84	86	88	89	89	92	93	93	72												
		≤150	34	72	82	87	89	92	95	95	97	98	99	52												

Tableau A.23 : Valeur du coefficient d'amortissement $N_{AL}(t)$ en pourcentage

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)									
		28		27		26		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.									
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52 52	79 94	58 58	73 88	63 64	69 83	71 74	60 72	83 85	49 62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	154	271	177	248

Tableau A.24 : Gains dus aux occupants

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Appareils Ménagers			
Four électrique	3000	610	3610
Four micro-onde	1400	-	1400
Cuisinière électrique	3000	1500	4500
Plaque chauffante (W_n = 500 W)	500	280	780
Plaque chauffante (W_n = 1000 W)	1000	560	1560
Télévision	150	-	150
Réfrigérateur (100 l)	100	-	100
Réfrigérateur (200 l)	175	-	175
Machine à laver (3 kg)	3000	1500	4500
Machine à laver (5 kg)	6000	3000	9000
Télévision	150	-	150
Appareils de restaurants			
Percolateurs avec chauffe-eau			
2 percolateurs, 2 litres d'eau	400	140	540
4 percolateurs, 4 litres d'eau	1800	350	2150
Table chauffante (par m² de surface)			
avec chauffe-assiette	2200	1110	3310
sans chauffe assiette	1750	1180	2930
Grille-pain	1900	760	2510
Gril à viandes (250 à 300 mm)	1750	620	2370
Friteuse 5 l d'huile	1200	690	1890
10 l d'huile	3000	1660	4660
Sorbetière Capacité : 50 kg/jour	2730	-	2730
Capacité : 100 kg/jour	1880	-	1880
Four micro-ondes	2630	-	2630

Tableau A.25 : Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants

Appareils		Gains à admettre (en W)		
		Sens.	Lat.	Total
Machine à écrire		90	-	90
Micro-ordinateur (écran compris)		450	-	450
Mini-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600 W)		4400	-	4400
Imprimante Plus de				
5000 lignes/minute		1800	-	1800
300 à 600 lignes/minute		376	-	376
Terminal écran		160	-	160
Machine comptable		105	-	105
Photocopieur	100 cop./h	100	-	100
	200 cop./h	200	-	200
	500 cop./h	900	-	900
	1000 cop./h et plus	1800	-	1800
Machine à tirer des plans				
Vitesse de sortie	40 [m/h]	1000	-	1000
	100 [m/h]	1400	-	1400
	200 [m/h]	3712	-	3712
	400 [m/h]	4640	-	4640
	600 [m/h]	6500	-	6500
Rétroprojecteur		400	-	400
Plotter		70	-	70
Projecteur de diapositives		300	-	300
Lecteur de microfilm		520	-	520
Lecteur de microfiches		85	-	85

Tableau A.26 : Apports calorifiques dus aux machines de bureaux

Appareils		Gains à admettre (en W) Sens.	Lat.	Total
Présentoir (par m3 de volume intérieur)		640	-	640
Caisse enregistreuse		48	-	48
Réfrigérant à eau		1750	-	1750
Sèche cheveux central	5 casques	4483	1197	5680
	10 casques	6273	1790	8063
Casque sèche-cheveux		690	120	810
Stérilisateur de pansements, taille :	406x620 mm	2870	2600	5470
	508x 914 mm	6960	7170	14130
Stérilisateur	152x205x432mm	805	710	1515
d'instruments, taille :	228x254x508mm	1518	1174	2692
	254x305x560mm	2420	1760	4180
	254x305x914mm	3048	2810	5858
	305x406x620mm	2728	2550	5278
Stérilisateur ustensiles, taille :				
	406 x 406 x 620 mm	3167	6096	9263
	508 x 508 x 620 mm	3676	7649	11325
Moulin à café		500	140	640
Mixer		1000	277	1277
Fer à repasser		500	280	780
Aspirateur		200	-	200

Tableau A.27 : Apports calorifiques dus à divers appareils

Débit d'air pour 100 W de puissance de lampe ou de tube (m^3/h)	20	30	50	100
C_{cr}	0,6	0,5	0,4	0,35

Tableau A.28 : Valeurs de C_{cr}

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée (lux)	Puissance dégagée des lampes ou des tubes (W/m²)	
		lampes à incandescence	lampes fluorescentes
Entrepôt, pièces d'habitation, théâtre	120	25	8
Bureaux, salle de cours	250	55	16
Salles de lecture, laboratoires, magasins	500	110	32
Montages fins, ateliers, supermarchés	750	170	50
Dessin industriel, grands bureaux, salles d'opération	1000	-	65
Locaux industriels montages très fins	1500	-	100

Tableau A.29 : Gains dus à l'éclairage

Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	> 5
qve_{min} (en m^3/h)	25	50	75	100	110	On ajoute 10 m^3/h par pièce supplémentaire

Tableau A.30 : Débit extrait minimal

Nombre de pièces principales par logement	qve_{max} (en m^3/h)			
	Cuisine	Salle de bains	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance
1	75	15	15	15
2	90	15	15	15
3	105	30	15	15
4	120	30	15	30
5 et plus	135	30	15	30

Tableau A.31 : Débit extrait maximal

DESTINATION DES LOCAUX	DEBIT MINIMAL D'AIR NEUF (en m^3/h)
- Pièces à usage individuel	
Salle de bains ou de douche.....	15 par local
Cabinet d'aisance.....	15 par local
- Pièces à usage collectif	
Cabinet d'aisance isolé.....	30 par local
Salle de bains ou de douches isolée.....	45 par local
Salle de bains ou de douches commune avec un cabinet d'aisance.....	60 par local
Bains, douches et cabinet d'aisances groupés.....	30 + 15N (1)
Lavabos groupés.....	10 + 5N (1)
Salle de lavage, séchage, et repassage du linge.....	5 par m^2 de surface du local (2)
- Cuisines collectives	
Office/relais.....	15/repas
Moins de 150 repas servis simultanément.....	25/repas
De 151 à 500 repas servis simultanément (3).....	20/repas
De 501 à 1500 repas servis simultanément (4).....	15/repas
Plus de 1500 repas servis simultanément (5).....	10/repas

Tableau A.32 : Débit minimal d'air neuf

DESIGNATION	qvo_{inf} Vent perpendiculaire à l'ouvrant (en $m^3/h.m^2$ d'ouverture)	qvo_{inf} Vent oblique par rapport à l'ouvrant (en $m^3/h.m^2$ d'ouverture)
Fenêtre ou porte-fenêtre	14,5	8,7
Double fenêtre	8,7	5,2
Porte simple	21,7	13,0
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	4,5	2,7
Porte en verre ou glace	145	87
Double porte avec sas		
portes simples	4,2	2,5
portes simples avec seuil et joint d'étanchéité	0,90	0,5
portes en verre	28,1	16,9
Porte à tambour		
avec joint d'étanchéité	7,3	4,4
sans joint d'étanchéité	21,7	13,0

Tableau A.33 : Infiltration par les portes et fenêtres

Wilaya	Agglomérations
01 / ADRAR	Aucune
02 /CHLEF	CHLEF - BOUKADIR - CHETIA - CHORFA - LALA HOUDA - OUED -FODDA - OULED MOHAMED - TENES
03 /LAGHOUAT	LAGHOUAT AFLOU - HASSI R'MEL
04 / OUM EL BOUAGHI	OUM-EL-BOUAGHI - AIN BEIDA - AIN MLILA - AIN FAKROUN AIN KERCHA
05 / BATNA	BATNA - AIN TOUTA - BARIKA - NGAOUS - MEROUANA - SERIANA
06 / BEJAIA	BEJAIA- AKBOU- EL KSEUR- OUED AMIZOUR- SIDI AICH - TAZMALT
07 / BISKRA	BISKRA- OULED DJELLAL- TOLGA
08 / BECHAR	Aucune
09 / BLIDA	BLIDA- BENI MERED-BOUFARIK- OULED YAICH- BOUARFA-SOUMAA
10 / BOUIRA	BOUIRA- AIN BESSEM -LAKHDARIA-SOUR EL-GHOUZLANE
11 /TAMANRASSET	Aucune
12 / TEBESSA	TEBESSA - BIR EL-ATER
13 / TLEMCEN	TLEMCEN - GHAZAOUET - HENNAYA - MAGHNIA - NEDROMA -REMCHI - MANSOURAH - CHETOUEN
14 / TIARET	TIARET - SOUGUEUR - DAHMOUNI
15 / TIZI OUZOU	TIZI-OUZOU - AZZAZGA - DRAA BEN KHADDA - TADMAIT - FREHA
16 / ALGER	Toutes les communes
17 / DJELFA	DJELFA - MESSAAD
18 / JIJEL	JIJEL - TAHER - EL MILIA
19 / SETIF	SETIF - AIN EL-KEBIRA - EL-EULMA - OULED SIDI HAMED - OULED ADOUANE - BIR EL-ARCH
20 / SAIDA	SAIDA - OULED KHALED - HASSASNA
21 / SKIKDA	SKIKDA - AZZABA - *COLLO (P)* - EL-HARROUCH - RAMDHANE DJAMEL - HAMADI KROUMA
22 / SIDI BEL-ABBES	SIDI BEL ABBES - SIDI LAHCENE - AIN EL-BERD

Tableau A.34: Zonage climatique

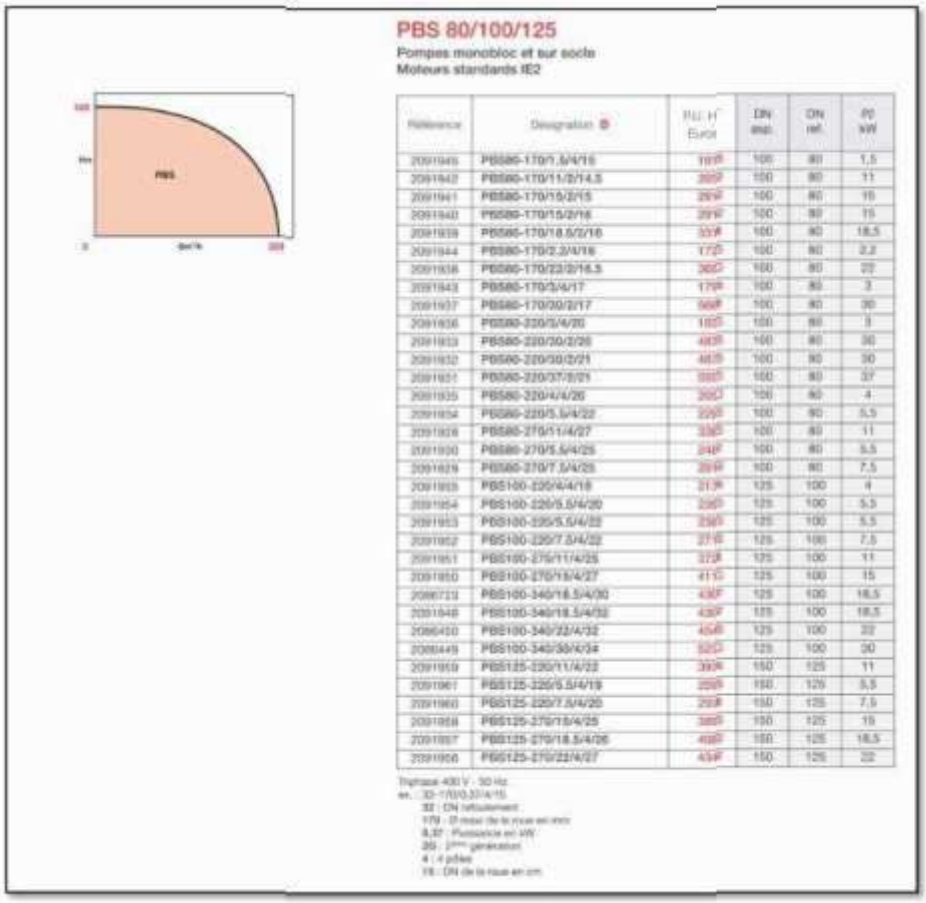
HYDROCIAT séries LW-LWP R134a

Modèles	Performances (1)					Dimensions (nm)				Poids (kg)
	Pf kW	Pa kW	EER / ESEER	Lw dB(A) STD	Lw dB(A) LN	Longueur	Largeur	Hauteur standard	Hauteur réduite (2)	
1800BX	418	93	4.5 / 5.32	93	85	3800	1320	2450	1860	3130
1800BX HPS	433	96	4.51 / 5.45	93	85	3800	1320	2450	1860	3130
2150BX	492	110	4.47 / 5.24	93	87	4700	1320	2450	1970	3520
2150BX HPS	533	115	4.53 / 5.52	93	87	4700	1320	2450	1970	3520
2500BX	588	126	4.57 / 5.36	93	85	4700	1320	2450	1970	3830
2500BX HPS	625	134	4.56 / 5.56	93	85	4700	1320	2450	1970	3830
2800BX	661	140	4.72 / 5.58	94	86	4700	1320	2450	1970	3840
2800BX HPS	692	145	4.77 / 5.73	94	86	4700	1320	2450	1970	3840
3050BX HPS	814	166	4.9 / 5.98	92	89	4538	1500	1895	EQUIPEMENT STANDARD	4691
3500BX HPS	921	193	4.77 / 5.82	94	90	4567	1500	1895		4719
3600BX HPS	957	195	4.91 / 5.99	93	89	4538	1500	1895		5106
3900BX HPS	1044	215	4.86 / 5.93	94	90	4567	1500	1895		5234
4200BX HPS	1078	224	4.81 / 5.88	94	90	4567	1500	1895		5293
4500BX HPS	1133	242	4.68 / 5.71	95	90	4567	1500	1895		5302
4800BX HPS	1168	251	4.65 / 5.67	95	91	4567	1500	1895		5362

Pf : Puissance frigorifique Pa : Puissance électrique totale dépensée
Lw : Niveau de puissance acoustique (STD = Standard - LN = Low Noise)
(1) conditions normalisées Eurovent - Eau glacée = 12°C / 7°C - Eau chaude condenseur = 30°C / 35°C
(2) version Low Noise non disponible sur modèles 1800BX à 2800BX HPS

Tableau A.29 : La table pour sélectionner la pompe à chaleur

	½" 10 12,5	¾" 15 16,0	¾" 20 21,6	1" 25 27,2	1¼" 32 35,9	1½" 40 41,8	2" 50 53,0	2½" 54 68,8	3" 80 80,1	4" 100 105,3
K Pa/m²	1ère ligne : vitesse v en m/s 2e ligne : débit-masse q_m en kg/h									
1				0,034 70	0,043 151	0,048 229	0,057 438	0,069 892	0,079 1584	0,093 2822
5		0,058 41	0,073 94	0,087 177	0,11 378	0,12 571	0,14 1085	0,17 2191	0,19 3917	0,22 6853
10	0,072 31	0,087 61	0,11 140	0,13 262	0,16 556	0,17 839	0,21 1590	0,25 3202	0,27 5692	0,33 9974
15	0,091 39	0,11 77	0,14 176	0,16 329	0,20 696	0,22 1049	0,26 1985	0,31 3990	0,34 7121	0,41 12398
20	0,11 46	0,13 91	0,16 206	0,19 386	0,23 815	0,26 1228	0,30 2321	0,36 4660	0,40 7151	0,47 14456
25	0,12 52	0,15 109	0,18 234	0,21 436	0,26 921	0,29 1387	0,34 2619	0,40 5253	0,45 8059	0,53 16276
30	0,14 58	0,16 114	0,20 258	0,24 482	0,29 1018	0,32 1531	0,37 2889	0,45 5792	0,50 8881	0,59 17926
35	0,15 63	0,18 125	0,22 281	0,26 525	0,31 1107	0,35 1664	0,41 3138	0,48 6288	0,54 9635	0,64 19447
40	0,16 68	0,19 134	0,24 303	0,28 564	0,34 1190	0,37 1788	0,44 3371	0,52 6752	0,58 10349	0,68 20866
45	0,17 73	0,20 143	0,25 323	0,30 607	0,36 1268	0,40 1905	0,47 3590	0,55 7188	0,61 11010	0,73 22200
50	0,18 78	0,22 152	0,27 342	0,31 637	0,38 1342	0,42 2016	0,49 3798	0,58 7601	0,65 11640	0,77 23463
60	0,20 86	0,24 168	0,29 378	0,35 703	0,42 1480	0,46 2223	0,54 4185	0,64 8370	0,71 12819	0,85 25816
70	0,22 93	0,26 183	0,32 411	0,38 764	0,45 1608	0,50 2414	0,59 4542	0,70 9079	0,77 13899	0,92 27983
80	0,23 101	0,28 197	0,34 442	0,40 822	0,49 1727	0,54 2591	0,63 4875	0,75 9741	0,83 14905	0,98 30003
90	0,25 107	0,30 210	0,37 471	0,43 875	0,52 1839	0,57 2759	0,67 5188	0,80 10362	0,88 15854	1,05 31901
100	0,27 114	0,32 222	0,39 499	0,46 926	0,55 1945	0,61 2917	0,71 5484	0,84 10951	0,93 16754	1,11 33698
150	0,33 142	0,39 277	0,48 620	0,57 1150	0,68 2411	0,75 3614	0,88 6786	1,04 13535	1,15 20694	1,36 41581
200	0,39 166	0,46 323	0,56 723	0,66 1340	0,79 2806	0,88 4204	1,02 7887	1,21 15719	1,34 24027	1,58 48238
250	0,44 187	0,52 364	0,64 815	0,74 1507	0,89 3155	0,98 4724	1,15 8858	1,36 17645	1,50 26955	1,78 54109
300	0,48 207	0,57 402	0,70 897	0,82 1659	0,98 3470	1,08 5195	1,26 9737	1,49 19389	1,65 29614	1,95 59423
400	0,56 241	0,67 468	0,81 1044	0,95 1929	1,14 4032	1,26 6033	1,46 11301	1,73 22488	1,91 34331	2,26 68858
500	0,63 272	0,75 527	0,92 1174	1,07 2168	1,28 4527	1,41 6772	1,64 12680	1,94 25220	2,15 38498	2,53 77177
600	0,70 299	0,82 580	1,01 1291	1,17 2384	1,41 4975	1,55 7441	1,80 13927	2,13 27692	2,36 42280	2,78 84702
800	0,81 348	0,96 674	1,17 1500	1,36 2768	1,63 5772	1,80 8630	2,09 16144	2,47 32084	2,73 48995	3,22 98067
1000	0,91 392	1,08 758	1,31 1684	1,53 3106	1,83 6475	2,02 9678	2,34 18098	2,76 35955	3,06 54894	3,61 109846



PBS 80/100/125

Pompes monobloc et sur socle
Moteurs standards IE2

Référence	Désignation	P.U. H.T. Euros	DN aspi.	DN refl.	P2 kW
2091945	PBS80-170/1.5/4/15	1918	100	80	1,5
2091942	PBS80-170/11/2/14.5	2659	100	80	11
2091941	PBS80-170/15/2/15	2914	100	80	15
2091940	PBS80-170/15/2/16	2916	100	80	15
2091939	PBS80-170/18.5/2/16	3374	100	80	18,5
2091944	PBS80-170/2.2/4/16	1722	100	80	2,2
2091938	PBS80-170/22/2/16.5	3602	100	80	22
2091943	PBS80-170/3/4/17	1799	100	80	3
2091937	PBS80-170/30/2/17	5068	100	80	30
2091936	PBS80-220/3/4/20	1957	100	80	3
2091933	PBS80-220/30/2/26	4839	100	80	30
2091932	PBS80-220/30/2/21	4839	100	80	30
2091931	PBS80-220/37/2/21	5997	100	80	37
2091935	PBS80-320/4/4/20	2002	100	80	4
2091934	PBS80-220/5.5/4/22	2293	100	80	5,5
2091928	PBS80-270/11/4/27	3365	100	80	11
2091930	PBS80-270/5.5/4/25	2447	100	80	5,5
2091929	PBS80-270/7.5/4/25	2918	100	80	7,5
2091953	PBS100-220/4/4/19	2139	125	100	4
2091954	PBS100-220/5.5/4/20	2387	125	100	5,5
2091953	PBS100-220/5.5/4/22	2387	125	100	5,5
2091952	PBS100-220/7.5/4/22	2716	125	100	7,5
2091951	PBS100-270/11/4/25	3728	125	100	11
2091950	PBS100-270/15/4/27	4113	125	100	15
2086723	PBS100-340/18.5/4/30	4307	125	100	18,5
2091948	PBS100-340/18.5/4/32	4307	125	100	18,5
2086410	PBS100-340/22/4/32	4548	125	100	22
2086449	PBS100-340/30/4/34	5203	125	100	30
2091959	PBS125-220/11/4/22	3934	150	125	11
2091961	PBS125-220/5.5/4/19	2595	150	125	5,5
2091960	PBS125-220/7.5/4/20	2938	150	125	7,5
2091958	PBS125-270/15/4/25	3855	150	125	15
2091957	PBS125-270/18.5/4/26	4087	150	125	18,5
2091956	PBS125-270/22/4/27	4344	150	125	22

Triphasé 400 V - 50 Hz
ex. : 32-170/3.3/4/15
32 : DN refoulement
170 : Ø roue de la roue en mm
3,37 : Puissance en kW
26 : 2ème génération
4 : 4 pôles
15 : DN de la roue en cm

La table pour sélectionner la pompe [8]

Tableau A.34 : Coefficient de perte de charge singulière.

Coude arrondi	d/d	1	2	3	4	5	6
	ζ	0,5	0,35	0,3	0,3	0	0
Coude droit	DN	10 et 15	20	25	32	40	50
	ζ	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0

Divergence

Dérivation							Passage droit		
w_2/w	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	w_2/w	0,5	1,0
ζ_d	7,0	4,0	1,5	0,8	0,6	0,5	ζ_d	0,5	0

Divergence

w_2/w	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	w_2/w	0,5	1,0
ζ_d	12,0	7,0	3,5	2,5	2,0	1,0	ζ_d	0,5	0

Confluence

Dérivation ζ_d						Passage droit ζ_p			
d_2/d \ V_2/V	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	d_2/d \ V_2/V	0,6	0,8	1,0
0,2	0,3	0,8							
0,4	−1	0,8	1,0	0,8		≤1	0,3	0,1	
0,5	−3	0,3	0,8	0,8					
0,7		−0,5	0,5	1,0	1,0	1	0,5	0,1	0
1,0			−1,0	1,3	1,5				

Confluence

	Dérivation ζ_d					Passage droit ζ_p					
w_2/w	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	w_2/w	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
ζ_d	−1	0,5	1	1,3	1,5	ζ_p	1,5	1,3	1,1	0,8	0,5	0

Divergence

w_2/w	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
ζ_d	4,5	3,0	1,8	1,3	1,0	0,8	0,5

Confluence ζ_d

d_2/d \ V_2/V	0,3	0,5	0,7
0,5	5,0	1,7	1,5
0,7	6,5	2,0	1,3
0,8	9,0	3,0	1,8
1,0	16,0	6,0	3,0

	ζ		ζ
Vanne avec réduction de section	≤ 3,3	Changement de niveau	0,5
Vanne sans réduction de section	0,2	Chaudière	2,5
Robinet à tête droite	2,5	Radiateur	2,5
Robinet à tête inclinée	2,0	Collecteur aller	0,5
Robinet d'angle	1,5	Collecteur retour	1,0
Robinet de corps de chauffe droit	4,0	Robinet à boisseau	0,15
Robinet de corps de chauffe d'équerre	2,0		
Clapet de non-retour	4,0		

CAPACITE litres	REFERENCE COMMANDE	FIG.	A VESSIE	Ø mm	H mm	h mm	ØA	MASSE kg	PRESSION (en bars) service	PRESSION (en bars) épreuve
12 INOX	066300	1	•	220	390	–	G 1"	3,2	4	12
20 INOX	066301	1	•	270	420	–	G 1"	3,5	4	12
8	066304	1	•	220	310	–	G ¾"	2,5	4	12
18	066305	1	•	260	370	–	G ¾"	3,5	4	12
24	066306	1	•	260	485	–	G ¾"	5,5	4	12
24	066309	2	•	260	285	134	G 1"	5,5	4	12
50	066310	2	•	380	410	189	G 1"	11,5	4	12
60	4019423	2	•	380	410	189	G 1"	14	4	12
100	066311	2	•	460	490	229	G 1"	19,5	4	12
50	066307	3	•	380	715	170	G 1"	10,5	4	12
100	066308	3	•	460	880	200	G 1"	20	4	12
200	020845	3	•	630	1020	200	G 1½"	37	4	7
300	020846	3	•	630	1375	200	G 1½"	46	4	7
500	020847	3	•	630	2025	200	G 1½"	63	4	7
50	019103	3	•	400	400	170	G 1"	22	10	15
100	020848	3	•	630	760	200	G 1½"	40	10	15
200	020849	3	•	630	1095	200	G 1½"	60	10	15
300	018736	3	•	630	1435	200	G 1½"	85	10	15
500	018737	3	•	630	2065	200	G 1½"	130	10	15
750	020850	3	•	850	1900	200	G 1½"	210	10	15
1000	020851	3	•	850	2310	200	G 1½"	245	10	15
1500	020852	3	•	1000	2470	200	G 1½"	350	10	15
2000	020853	3	•	1000	3130	200	G 1½"	460	10	15
RESERVOIRS ANTI-BELIER*										
0,16	066302	1	•	85	110	–	G ¼"	0,3	15	25
RESERVOIRS SPECIFIQUES AUX SURPRESSEURS										
8	020938	1	•	200	308	–	G ¾"	2,5	8	12
24	064615	1	•	250	560	–	G 1"	7	12	18

La table pour sélectionner le vase d'expansion

		PV	MV	GV	PV	MV	GV
DESCRIPTION	**unité**	**15**			**25**		
Puissance calorifique (1)	kW	2,26	2,41	3,05	3,04	3,8[illegible]	4,33
Puissance calorifique (2)	kW	1,38	1,47	1,86	1,86	2,3[illegible]	2,65
Puissance frigorifique totale (3)	kW	1,07	1,1	1,35	1,46	1,8	2,0
Débit d'air	m^3/h	175	200	291	205	29[illegible]	360
Niveau sonore NR	dB NR	23	29	34	23	29	34
Dimensions L x H x P	mm	670 x 520 x 220			670 x 52[illegible] x 220		
DESCRIPTION	**unité**	**35**			**45**		
Puissance calorifique (1)	kW	4,32	5,48	8,14	5,91	7,2[illegible]	7,98
Puissance calorifique (2)	kW	2,64	3,35	5,75	3,61	4,4[illegible]	4,88
Puissance frigorifique totale (3)	kW	2,21	2,71	5,02	2,89	3,4[illegible]	3,75
Débit d'air	m^3/h	255	371	447	388	55[illegible]	647
Niveau sonore NR	dB NR	25	30	35	28	32	37
Dimensions L x H x P	mm	870 x 520 x 220			1 070 x 520 x 220		
DESCRIPTION	**unité**	**50**			**65**		
Puissance calorifique (1)	kW	6,82	8 ,38	9,21	8,94	11,06	12,16
Puissance calorifique (2)	kW	4,16	5,12	5,63	5,44	6,7[illegible]	7,43
Puissance frigorifique totale (3)	kW	5,27	5,91	6,25	6,25	5,0[illegible]	5,52
Débit d'air	m^3/h	399	565	665	585	82[illegible]	975
Niveau sonore NR	dB NR	26	32	37	27	34	38
Dimensions L x H x P	mm	1 070 x 520 x 220			1 270 x 520 x 220		
DESCRIPTION	**unité**	**75**			**95**		
Puissance calorifique (1)	kW	10,08	12,39	13,62	13,11	15,47	17,02
Puissance calorifique (2)	kW	6,16	7,57	8,32	8,01	9,4[illegible]	10,4
Puissance frigorifique totale (3)	kW	4,94	5,91	6,42	6,1	6,9[illegible]	7,53
Débit d'air	m^3/h	602	853	1 003	930	1 2[illegible]	1 431
Niveau sonore NR	dB NR	27	34	38	33	39	44
Dimensions L x H x P	mm	1 270 x 520 x 220			1 470 x 520 x 220		
DESCRIPTION	**unité**	**120**			**13[illegible]**		
Puissance calorifique (1)	kW	16,25	19,86	21,11	18,63	22,94	24,2
Puissance calorifique (2)	kW	9,95	12,02	12,9	11,39	13,77	14,79
Puissance frigorifique totale (3)	kW	7,78	9,04	9,6	8,88	10,09	10,71
Débit d'air	m^3/h	1 240	1 660	1 908	1 275	1 707	1 962
Niveau sonore NR	dB NR	34	40	45	34	40	
Dimensions L x H x P	mm	1 670 x 520 x 220			1 670 x 520 x 220		

(1) Régime d'eau 70/60°C, température ambiante 20°C
(2) Régime d'eau 50/45°C, température ambiante 20°C
(3) Régime d'eau 7/12°C, température ambiante 27°C et 19°C bulbe humide

La table pour sélectionner les ventilo convecteur

Bibliographie

[1] DTR C3.4 fascicule 2 (document technique réglementaire) «règles de calcul des apports calorifiques des batiments ».

[2] Mémoire de MAHDAD Abdelkader (etude et dimensionnement d'une installation de climatisation pour un immeuble administratif) la promotion 2016/2017.

[3] LE RECKNAGEL « manuel pratique génie climatique ». Ventilation, climatisation, conditionnement d'air. Tome 03, 3éme édition JJMG éditions / pyc livres 2001.

Catalogues

[6] catalogue de Ciat
[7] Catalogue ventilo-convecteurs Aqualix 2 (EMAT)
[8] catalogue générale Salmson.
[9] catalogue tuyauterie pvc.