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

PROJET DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Génie de la Matière
Option : Énergétique et froid industriel

THÈME

ETUDE ET DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE CLIMATISATION POUR UN IMMEUBLE ADMINISTRATIF

Encadreur :
Dr. TRIKI Zakaria

Présenté par :
MAHDAD Abdelkader
KHERBOUCHE Redouane

Promotion 2016-2017


بسم الله الرحمن الرحيم

Dédicaces

Je rends grâce à dieu de m'avoir donné le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour toute leur tendresse et pour leurs nombreux sacrifices pour ma réussite. Que dieu les garde.

A tous les enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis mon premier cycle d'étude jusqu'à la fin de mes étude universitaire.

A tous mes amis et tous mes collègues de la promotion 2017.

.

Abdelkader



Dédicaces

Je rends grâce à dieu de m'avoir donné le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour toute leur tendresse et pour leurs nombreux sacrifices pour ma réussite. Que dieu les garde.

A tous les enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis mon premier cycle d'étude jusqu'à la fin de mes étude universitaire.

A tous mes amis et tous mes collègues de la promotion 2017.

.

Redouane





Remerciement

Nos remerciements ALLAH le tout puissant qui nous donnons le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

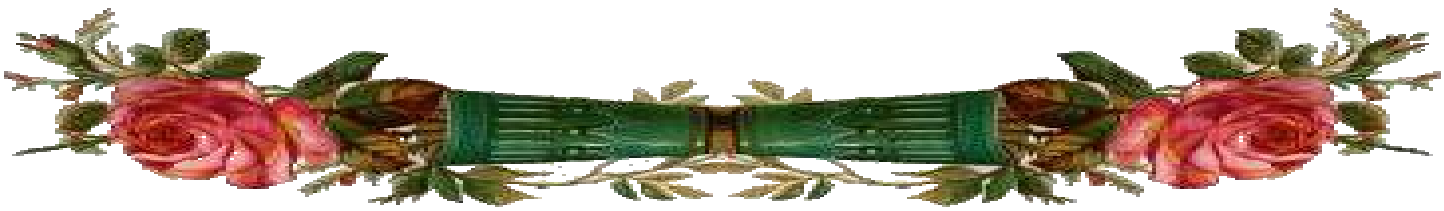
Nous sincères remerciements à notre promoteur Monsieur TRIKI Zakaria pour nous avoir conseillé, dirigé pendant la réalisation de ce travail.

Nos remerciements pour Monsieur: BENYEKHLEF Ahmed pour les efforts et les orientations qu'il mos donnés.

Nos remerciements vont également aux enseignants du département de génie mécanique pour avoir contribuer à nos formations.

Nos remerciements vont ensuite aux membres du jury, qui ont accepté de lire, et d'examiner ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.



SOMMAIRE

Chapitre I : Présentation et la Description du Projet :

I.1 Situation Géographique :

I.2 Description de L'immeuble de Bureaux :

I.3 Zone Climatique :

I.4 L'environnement intérieur :

I.4.1 Les Conditions extérieures de base

I.4.2 Les conditions intérieures de base

Chapitre II : Étude Thermique

II.1 Calcul thermique de la paroi :

II.1.1 Calcul de coefficient K :

II.1.2 Application au projet :

II.1.2.1 Mur extérieur :

II.1.2.3 Plancher entre étage :

II.1.2.4 La toiture :

II.1.2.5 Portes et fenêtres :

II.2 Etude de la Stabilité Thermique :

II.2.1 La résistance minimale Rmin :

II.2.2 Application au projet :

II.3 Etude de la Condensation :

II.3.1 La condensation superficielle :

II.3.2 Application au projet :

II.4 La condensation dans la masse :

II.4.1 Détermination du risque de condensation dans une paroi «diagramme de Glaser » :

II.4.2 Application au projet :

II.4.3 Détermination des pressions de saturation :

II.4.4 Détermination des pressions partielles :

Chapitre III : Bilan Thermique

III.1 Méthode de calcul du bilan thermique en période hivernale :

III.1.1 Présentation de DTR :

III.1.1.1 Objet de DTR :

III.1.1.2 Domaine d'application :

III.1.1.3 Déperditions par transmission :

III.2 Méthode de calcul du bilan thermique en période 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 :

III.2.3.1 Apports à travers les parois opaques

III.2.3.2 Apports à travers les parois vitrées :

III.2.3.3 Apports de chaleur interne :

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

Chapitre IV :Choix du Système de Climatisation

IV.1 Classification des systèmes de climatisation :

IV.2 Choix du système de climatisation et des équipements

IV.2.1 Classification des équipements :

VI.3 Choix du système de climatisation :

VI.3.1 Domaine d'application du système semi centralise :

VI.3.2 Les avantages du système :

VI.3.3.Les inconvenants du système :

VI.3.4.Composant du système semi centralisé :

VI.3.5.Principe de fonctionnement :

VI.4 Choix de l'appareillage :

VI.4.1 Choix du Pompe à chaleur :

VI.4.2 Choix des ventilo convecteurs :

Chapitre V :Ventilation

Tableaux & Figures

Tableaux :

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

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

Tableau I.3 : Différents locaux de l'immeuble (2ème étage)

Tableau I.4 : Différents locaux de l'immeuble (3ème étage)

Tableau I.5 : Différents locaux de l'immeuble (4ème étage)

Tableau I.6 : Conditions extérieures de base

Tableau I.7 : conditions intérieures de base

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

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

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

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

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

Tableau II.6 : Vérification de la condition $R_{paroi}>R_{min}$ pour chaque type de paroi

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

Tableau II.8 : La résistance de chaque couche

Tableau II.9 : Pression de saturation et pression partielle

Tableau III.1 : Gains due à l'éclairage

Tableau III.2 : Températures des locaux non chauffées du sous-sol

Tableau III.3 : Températures des locaux non chauffées du RDC

Tableau III.4 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01

Tableau III.5 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 02

Tableau III.6 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 03

Tableau III.7 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 04

Tableau III.8 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RCD

Tableau III.9 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1

Tableau III.10 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 2

Tableau III.11 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 3

Tableau III.12 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de

Tableau III.13 : Déperditions thermiques total

Tableau III.14 : Coefficients a, b, c, d, e

Tableau III.15 : Rayonnement total de base It,b et diffus de base Id,b (w/m2)

Tableau III.16 : Facteur de correction $C_{\Delta te}$

Tableau III.17 : Apports à travers les différentes parois de RDC.

Tableau III.18 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 01.

Tableau III.19 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 02.

Tableau III.20 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 03.

Tableau III.21 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 04.

Tableau III.22 : Apports thermiques total

Figures :

Figure II.1 : Vue en coupe d’un mur extérieur double

Figure II.2 : Vue en coupe d’un mur extérieur entre locaux

Figure II.3 : Vue en coupe d’un plancher entre étage

Figure II.4 : Vue en coupe d’une toiture terrasse

LISTE DES SYMBOLES

Symboles	Signification	Unité
A	Apports calorifiques	W
AE	Apports calorifiques effectifs	W
AI	Apports calorifiques internes	W
APO	Apports calorifiques par une paroi opaque	W
AREN	Apports calorifiques dus au renouvellement d'air	W
AINF	Apports calorifiques dus aux infiltrations d'air extérieur	W
AT	Apports calorifiques totaux	W
AV	Apports calorifiques à travers les parois vitrées	W
AVE	Apports par rayonnement solaire à travers les parois vitrées	W
AVT	Apports par transmission à travers les parois	W
CS	Coefficient de simultanéité	
D	Diamètre	m
FS	Facteur solaire	
K	Coefficient de transmission surfacique	$W/m^2.°C$
Φ	Humidité relative	%
L	Latitude	$degré$
N	Coefficient d'amortissement	
R	Résistance thermique d'une couche de matériau	$W/m^2.°C$
S	Surface d'une paroi opaque	m^2
Tbi	Température intérieure de base	$°C$
Tbe	Température extérieure de base	$°C$
SV	Surface vitrée	m^2
V	Volume	m^2
e_i	Epaisseur	m
Alt	Altitude	
K	Coefficient de transmission surfacique	$W/m^2.°C$
h_e	Coefficient extérieur d'échanges superficiels	$W/m^2.°C$
h_i	Coefficient intérieur d'échanges superficiels	$W/m^2.°C$
Tbi	Température intérieure de base	$°C$
Tbe	Température extérieure de base	$°C$
R	Résistance thermique ; cas général	$m^2.°C/W$
réf	Référence	-
S	Sensible	-
An	Air neuf	-
l	Latent	-
Inf	air d'infiltration	-
e	Extérieur	-
i	Intérieur	-
D_t	Déperditions thermiques par transmission	W/m.°C
D_T	Déperditions thermiques totales	W/m.°C
D_s	Déperditions surfaciques à travers les parties	W/m.°C
D_{li}	Déperditions à travers les liaisons	W/m.°C
D_{sol}	Déperditions à travers les parois en contact avec le sol	W/m.°C

D_{lnc}	Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés	$W/m.°C$
$D_{réf}$	Déperditions par transmission de référence	$W/m.°C$
D_r	Déperditions thermiques par renouvellement	$W/m.°C$
λ	Conductivité thermique	$W/m.°C$
λe	Conductivité thermique équivalente	$W/m.°C$
T_{au}	Coefficient de réduction de température	-
Q_V	Débit spécifique de ventilation	m^3/h
Q_S	Débit supplémentaire du au vent	m^3/h
$Q_{vréf}$	Débit de ventilation extrait de référence	m^3/h
Q_{vmin}	Débit de ventilation extrait minimal de référence	m^3/h
Q_{vmax}	Débit de ventilation extrait maximal de référence	m^3/h

RESUME

Le présent travail est une étude de climatisation d'un immeuble administratif qui se trouve au nouveau de Tillimli, à la ville de Sidi M'hamed, wilaya d'Alger.

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 : Bilan thermique, étude thermique, climatisation, déperdition thermique, apport thermique, condensation.

ملخص

هذا البحث هو دراسة تكييف بناية إدارية و المتواجدة على مستوى مدينة سيدي أمحمد بتليملي في ولاية الجزائر العاصمة .

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 : حوصلة حرارية، دراسة حرارية، تكييف، الضياع الحراري، المدخلات الحرارية التكثيف

ABSTRACT

The present work is a study of air conditioning of an administrative building which is located at Tillimli, in the city of Sidi M'hamed, wilaya of Algiers.

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: Heat balance, thermal study, air conditioning, heat loss, heat gain, condensation.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le confort thermique du bâtiment joue un rôle très important dans notre quotidien, la sensation du chaud et du froid et la différence de température influent directement sur le comportement et le moral des individus, surtout en milieu professionnel.

D'autre part le bruit et la lumière aussi ont une influence sur l'état et le moral des occupants du bâtiment.

Un confort minimal d'un bâtiment devrait assurer, sans aucune consommation d'énergie, un confort au moins équivalent à celui régnant à l'extérieur, donc le confort de notre immeuble obéit à plusieurs paramètres qui sont :

- ✓ Les conditions thermiques.
- ✓ La qualité de l'air l'acoustique.
- ✓ Le visuel et d'autre.
- ✓ Le degré d'occupation des locaux 'ambiances'.

Pour limiter la consommation de l'énergie a des valeurs raisonnables, il est important de savoir les flux d'énergie dans l'immeuble, car cela dépend du dimensionnement correct des installations énergétiques.

Le rôle fondamental des équipements du système de climatisation se résume comme suite :

- ✓ la préparation de l'air à traité,
- ✓ la distribution de l'air par l'intermédiaire des conduites et des appareils terminaux.

Donc un système de climatisation complet il comprend un moyen de refroidissement et un ou plusieurs éléments de transfert de chaleur, des filtres et des éléments de distribution de l'air, ainsi que des commandes de régulations.

L'étude du projet consiste à l'étude et au dimensionnement d'une installation de climatisation pour un immeuble de bureau administratif, qui à pour but principal d'apporter un confort optimal au occupant du bâtiment toute en contrôlant simultanément la température l'humidité, le niveau sonore et la quantité et le mouvement de l'air.

Le présent mémoire contient les chapitres suivants :

I. Présentation et description du projet
II. Etude Thermique
III. Bilan Thermique
IV. Choix du système de climatisation
V. Ventilation
VI. Régulation

CHAPITRE I :

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 tout les données sur situation géographique et la zone climatique de la région où est implanté le projet (immeuble de bureaux administratif) 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,
- La commune,
- l'altitude du site par rapport au niveau de la mer,
- La latitude de la région où est implanté le projet,
- La longitude,
- l'orientation des locaux du projet.

Notre projet est situé dans la wilaya d'Alger commune deSidi M'Hamed boulevard Telemly.

I.2 DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE DE BUREAUX :

L'immeuble des bureaux composé d'un réez de chaussez et de quatre étages (R+4).

Les différents bureaux sont résumés dans les tableaux suivants :

Locaux	**Désignation**	**Hauteurs**	**Surfaces**
R 01	Salle Informatique	3.40	16.71
R 02	Bureau du superviseur	3.40	11.35
R 03	Bureau du superviseur	3.40	9.44
R 04	WC H	3.40	6.54
R 05	WC F	3.40	6.3
R 06	Hall Circulation	3.40	26.13
R 07	Bureau Chef de Parc	3.40	11.51
R 08	Kitchenette	3.40	12
R 09	Réception	3.40	18.92
R 10	Hall d'entrée	3.40	22.5
R 11	Salle d'attente	3.40	14.61

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

Locaux	**Désignation**	**Hauteurs(m)**	**Surfaces (m^2)**
E 1 01	Open Space	3.40	46.21
E 1 02	WC H	3.40	6.54
E 1 03	WC F	3.40	6.3
E 1 04	Salle Archive	3.40	7.00
E 1 05	Circulation	3.40	30.1
E 1 06	Salle de Réunion	3.40	21.37
E 1 07	Bureau Cadre Commercial	3.40	16.95
E 1 08	Bureau Assistante	3.40	10.64
E 1 09	Bureau recouvrement	3.40	14.72

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

Locaux	Désignation	Hauteurs	Surfaces
E 2 01	Salle Informatique	3.40	26.66
E 2 02	Bureau	3.40	12.70
E 2 03	WC H	3.40	6.54
E 2 04	WC F	3.40	6.3
E 2 05	Local	3.40	7.00
E 2 06	Circulation	3.40	30.1
E 2 07	Salle Informatique	3.40	21.64
E 2 08	Service Comptabilité	3.40	16.95
E 2 09	Bureau Assistante	3.40	10.64
E 2 10	Bureau Chef Comptable	3.40	14.72

Tableau I.3 : Différents locaux de l'immeuble (2ème étage)

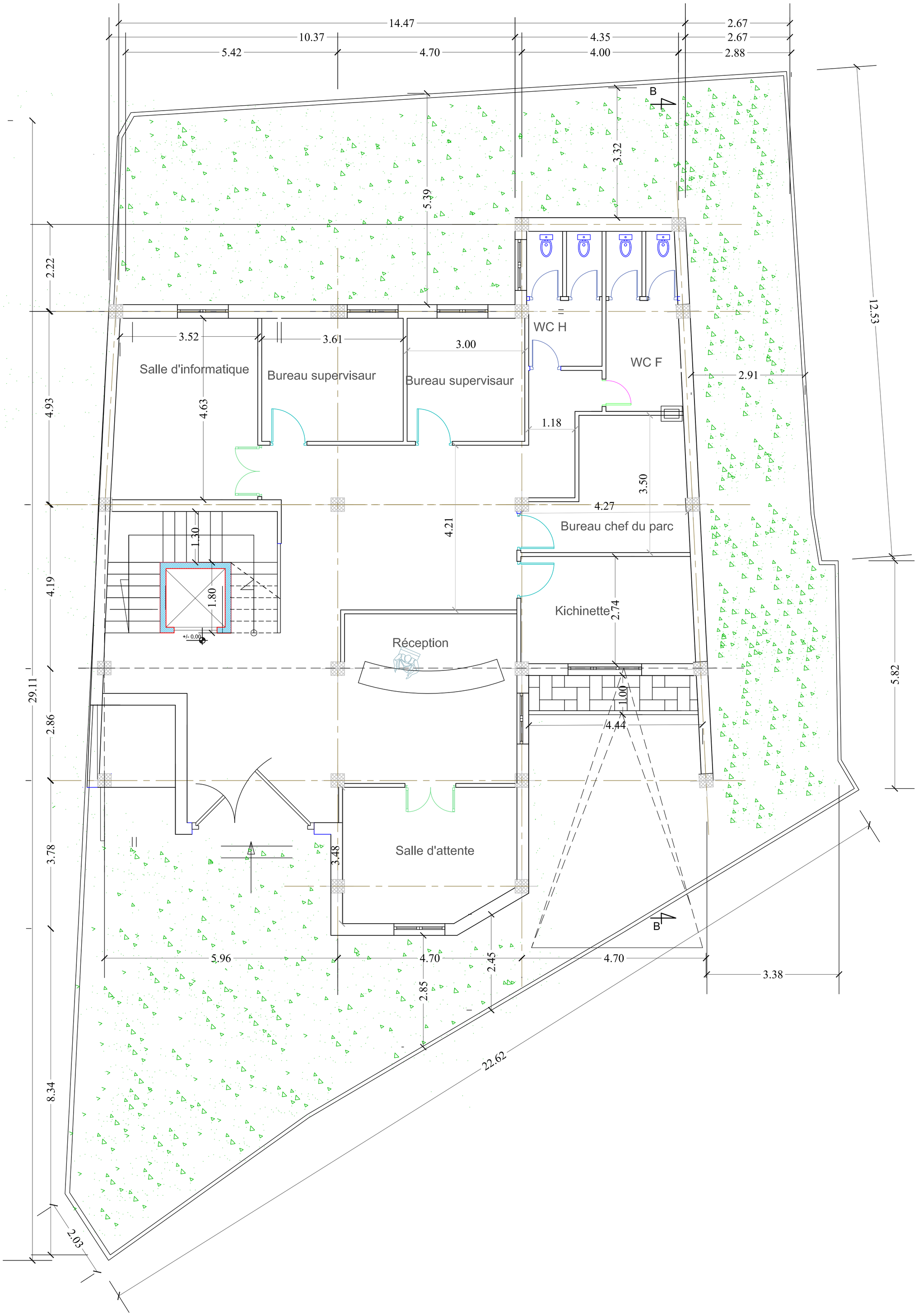
Locaux	Désignation	Hauteurs	Surfaces
E 3 01	Bureau du Directeur	3.40	26.18
E 3 02	WC H	3.40	6.54
E 3 03	WC F	3.40	6.3
E 3 04	Kitchenette	3.40	7.00
E 3 05	Circulation	3.40	30.10
E 3 06	Bureau	3.40	21.64
E 3 07	Bureau Assistante	3.40	14.84
E 3 08	Salle de Réunion	3.40	35.12

Tableau I.4 : Différents locaux de l'immeuble (3ème étage)

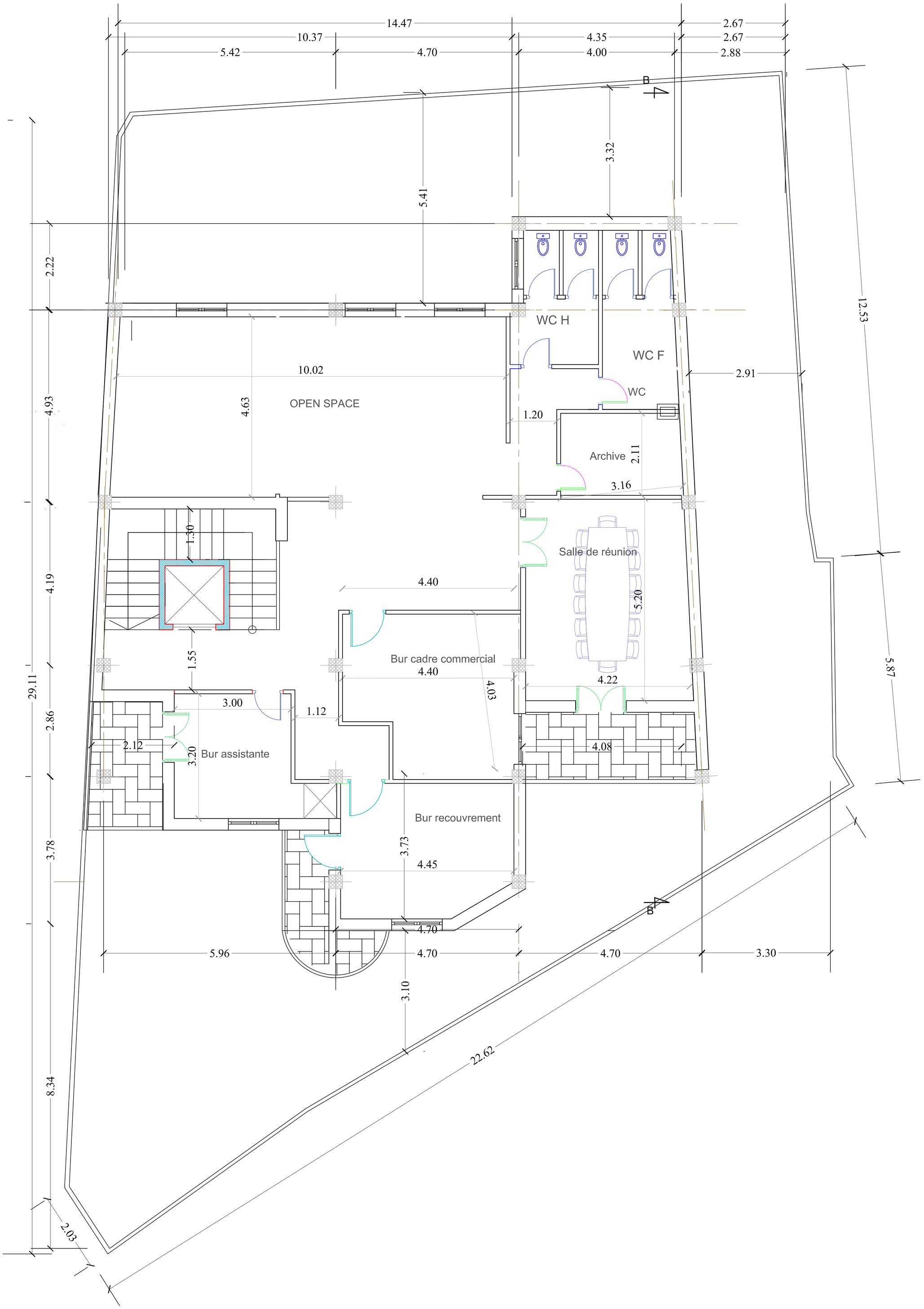
Locaux	Désignation	Hauteurs	Surfaces
E 4 01	Salle de réunion	3.40	20.10
E 4 02	Bureau	3.40	18.11
E 4 03	Chambre	3.40	13.94
E 4 04	WC	3.40	2.24
E 4 05	S.D.B	3.40	3.75
E 4 06	Cuisine	3.40	19.78
E 4 07	Chambre	3.40	14.84
E 4 08	Séjour	3.40	34.81

Tableau I.5 : Différents locaux de l'immeuble (4ème étage).

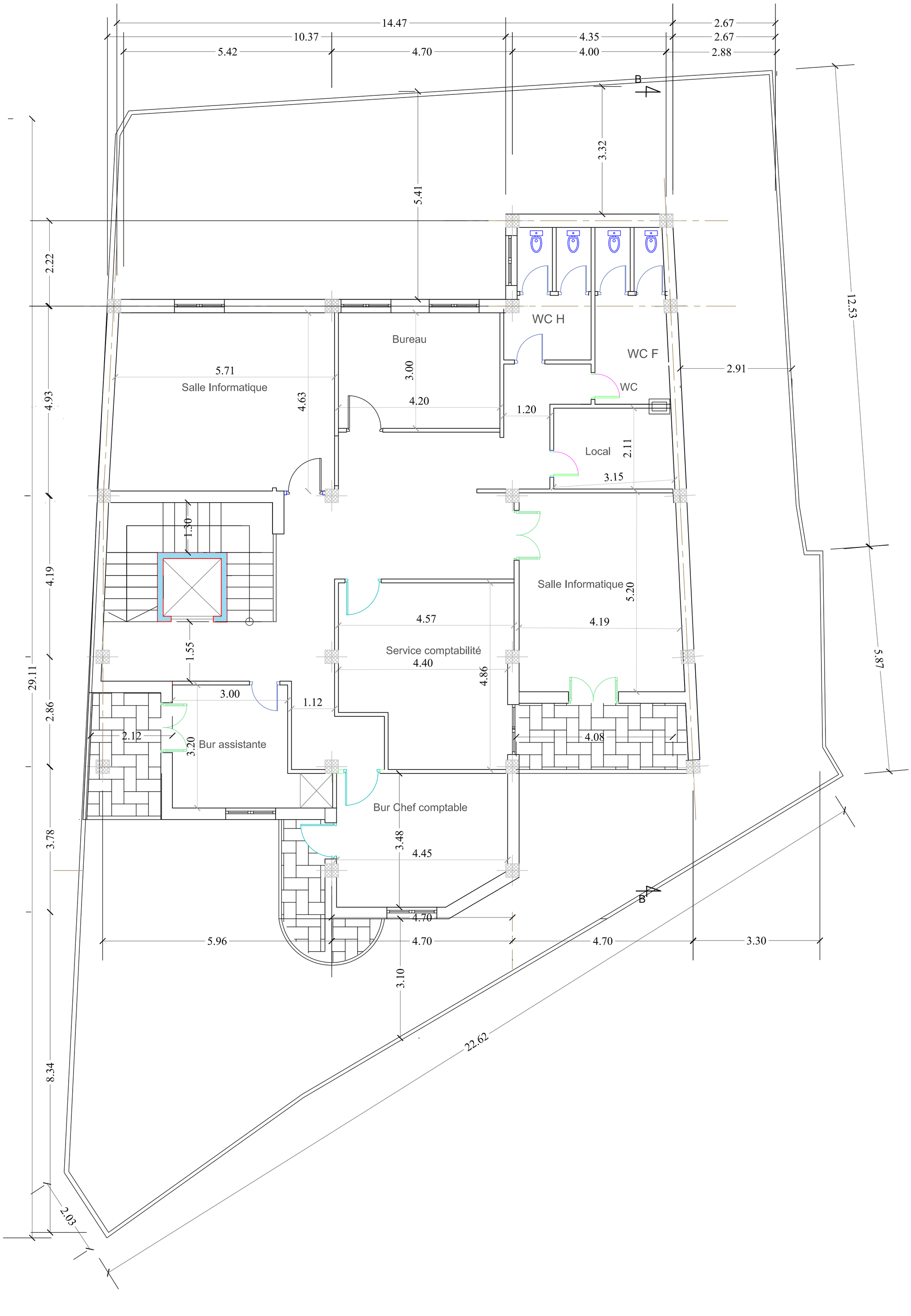
L'implantation de ces éléments est désigné sur les plans d'architectures suivants :


14.47
10.37
5.42
4.70
4.35
4.00
2.67
2.67
2.88
B
3.32
5.39
2.22
4.93
4.63
3.52
3.61
3.00
Salle d'informatique
Bureau supervisaur
Bureau supervisaur
WC H
WC F
2.91
12.53
1.18
3.50
4.27
Bureau chef du parc
4.21
1.30
1.80
+/- 0.00
4.19
Kichinette
2.74
Réception
29.11
1.00
4.44
5.82
2.86
3.78
3.48
Salle d'attente
B
5.96
4.70
2.45
4.70
3.38
2.85
22.62
8.34
2.03

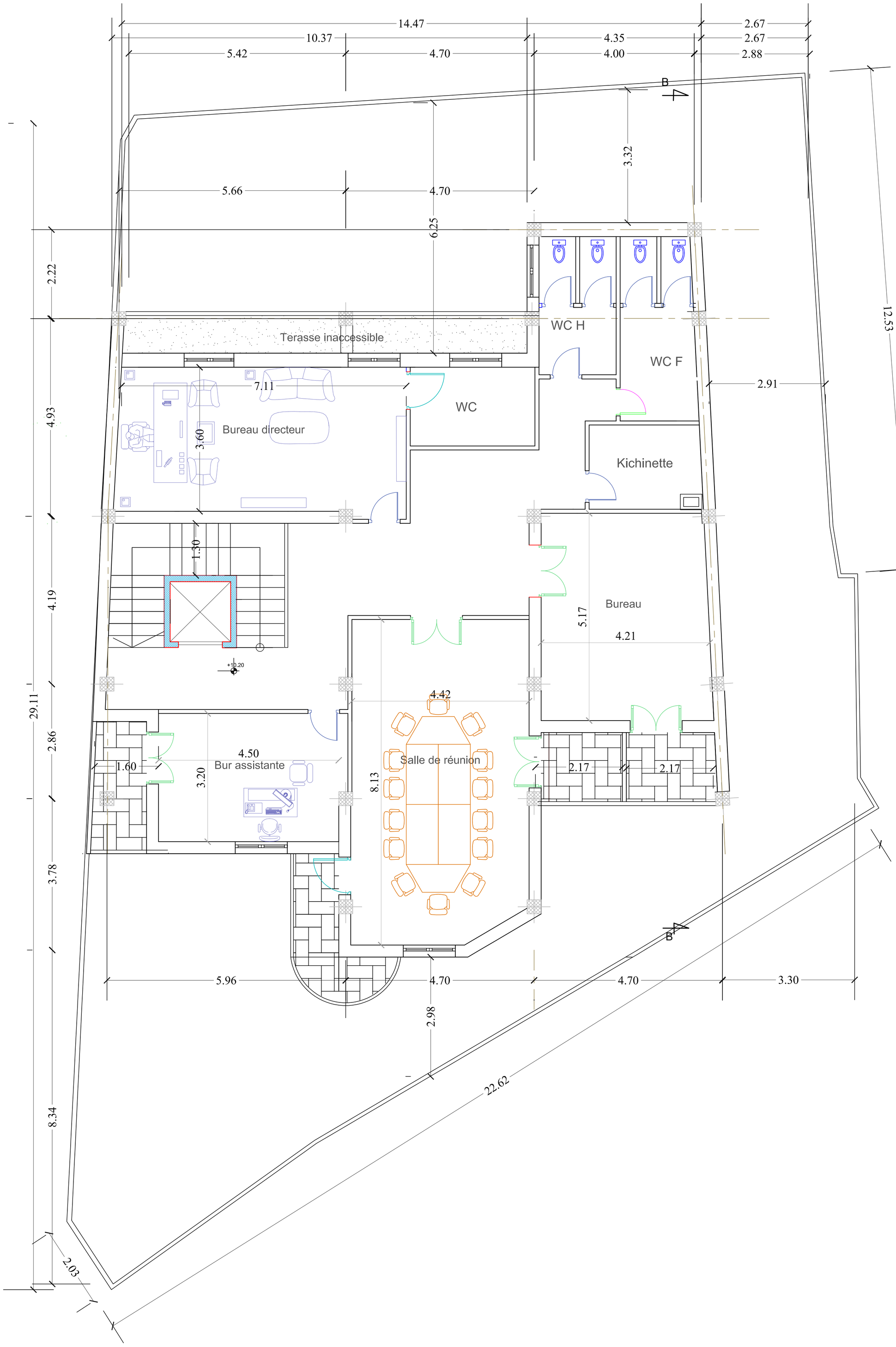
PLAN RDC



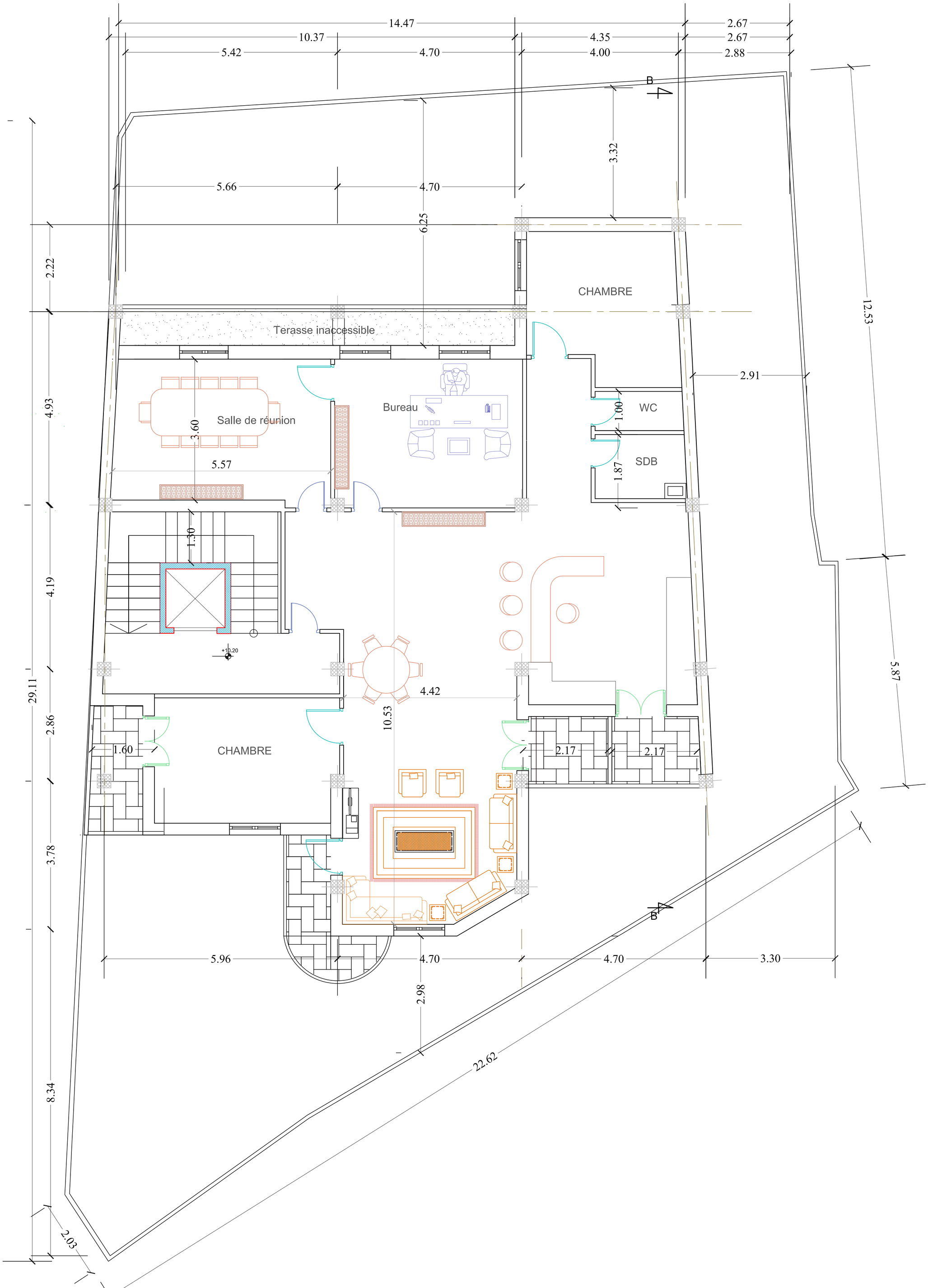
PLAN ETAGE 01



PLAN ETAGE 02



PLAN ETAGE 03



PLAN ETAGE 04

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 A 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 :

				Période hivernal		Période estival	
Zone	Altitude (m)	Latitude	Longitude	T° de Base °C	L'humidité relative %	T° de Base °C	L'humidité relative ° %
A	92	36°45'50'' N	3°2'42'' E	6	80	34	44

Tableau I.6 : Conditions extérieures de base

I.4.2 Les 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
Cuisine	21	50	24	45
Chambre	21	50	24	45
Séjour	21	50	24	45

Tableau I.7 : conditions intérieures de base

CHAPITRE II :

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 : [3]

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 $R_e=\frac{1}{he}$

II.1.2 Application au projet :

II.1.2.1 Mur extérieur :

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

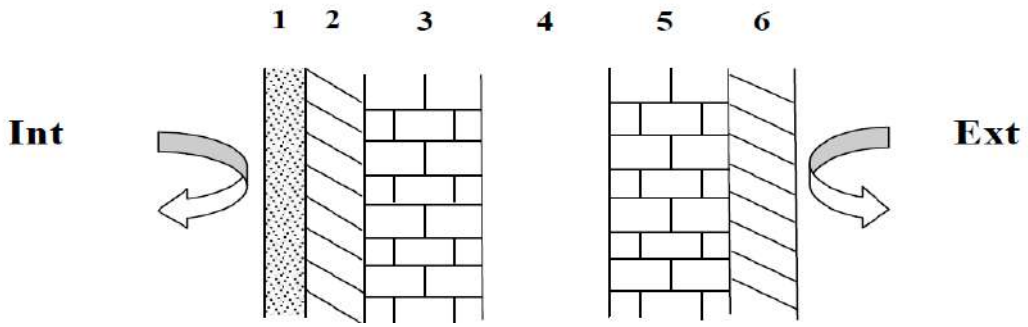


Figure II.1 : Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison

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
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.594\ \frac{m^2.k}{w}$

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

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 $\frac{w}{m^2\,k}$

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 $\frac{w}{m^2\,k}$

II.1.2.2 Mur intérieur (entre locaux):

Le mur intérieur est compose de 5 couches.

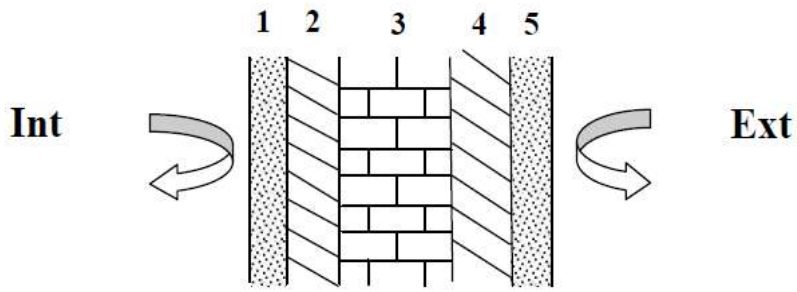


Figure II.2 : Vue en coupe d'un mur extérieur entre locaux

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
6	Enduit platre	0.005	0.35	0.014
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.248\ \frac{m^2.k}{w}$

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

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 $\frac{w}{m^2\,k}$

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$\frac{w}{m^2\,k}$

II.1.2.3 Plancher entre étage:

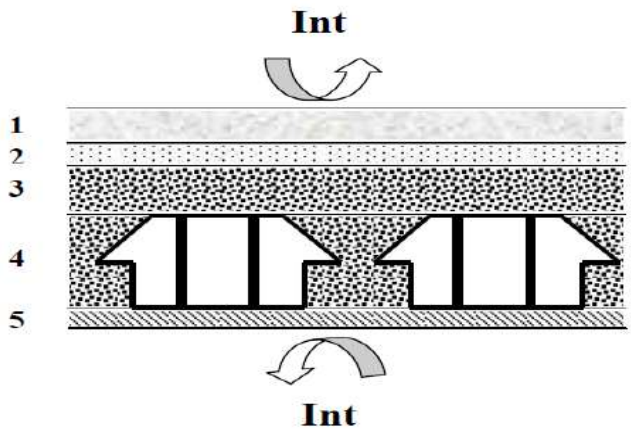


Figure II.3 : Vue en coupe d'un plancher entre étage

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
				$\sum R\,\mathrm{i} = 0.236\frac{m^2.k}{w}$

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

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 $\frac{w}{m^2\,k}$

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 $\frac{w}{m^2\,k}$

II.1.2.4 La toiture :

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

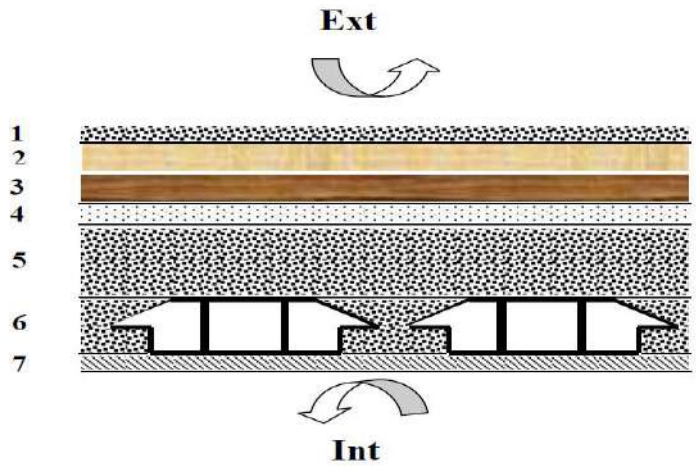


Figure II.4 : Vue en coupe d'une toiture terrasse

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
				$\sum R\,\mathrm{i} = 1.106\frac{m^2.k}{w}$

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

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$\frac{w}{m^2\,k}$

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$\frac{w}{m^2\,k}$

II.1.2.5 Portes et fenêtres:

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

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

Portes :
Métal : K = 5,8 w /m^2 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 $w\ /m^2\,k$

Fenêtre :
Métal : K = 5,8 w /m^2 k

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

K=4.7 w /m^2 k : Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30% et 60% Annexe Tableau A.4

II.2 ETUDE DE LA STABILITE 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 :

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

Avec :

Ti : la température de l'air interieur (°C).

Te : la température éxterieur (°C).

hi : coefficient superficiel de la chaleur ($m^2 . °C\ /w$).

n : Coefficient donné en fonction du positon de l'élément de construction.

n=1 pour mur éxterieur

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

II.2.2 Application au projet :

Mur extérieur :

Ti=21 °C. Te= 6°C n=1 et $\boldsymbol{\Delta\theta}max$=5°C

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

$Rmin = \frac{1(20-6)}{9,09\ .5} \Rightarrow Rmin = 0,33\ m^2 . °C\ /w$

$Rparoi = \frac{1}{K}$ 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.

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	21	1,3	5	1	0,769	0,33	Vérilier
Toiture	21	0,75	4,5	0,9	1,34	0,33	Vérilier
Plancher étage	21	1,73	4,5	0,9	0,578	0,33	Vérilier

Tableau II.6 : Vérification de la condition R_{paroi}>R_{min} pour chaque type de paroi

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

II.3 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 que nous supposons que les états des ambiances (température et degré hygrométrique de l'air) intérieurs et extérieurs ne varient pas.

II.3.1 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 $\theta_i < T_r$

II.3.2 Application au projet :

Contact avec l'extérieur :

On a T_i=21 °C T_e= 6°C

Et

T_i=21 °C , φ= 50% ⇒ Après le diagramme psychrométrique T_r=10,19°C

θ_i=21-0,11(21-6)1,3 $\Rightarrow\theta_i$=18,85°C

θ_i=18,85°C > T_r=10,19°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.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.

II.4.1 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 a montré 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.

II.4.2 Application au projet :

Contact avec l'extérieur :

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

$T_1 = 18{,}85 - 1{,}3\left(\frac{0{,}005}{0{,}35}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 18,57°C

$T_1 = 18{,}57 - 1{,}3\left(\frac{0{,}015}{1{,}4}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 18,36°C

$T_1 = 18{,}36 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}48}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 14,3°C

$T_1 = 14{,}3 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}625}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 11,18°C

$T_1 = 11{,}18 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}48}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 7,12°C

$T_1 = 7{,}12 - 1{,}3\left(\frac{0{,}015}{1{,}4}\right)(\mathbf{21-6}) \Rightarrow$ T_1= 6,91°C

II.4.3 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.

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

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

T(°C)	21	18,85	18,57	18,36	14,3	11,18	7,12	6,91	6
$P_{saturation}$	2,48	2,17	2,13	2,10	1,63	1,32	1	0,98	0,93

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

II.4.4 Détermination des pressions partielles :

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

$P_{vi}=\varphi.\ P_{si}$ φ= 50% P_{vi}= 0,5.2,48⇒P_{vi}=1,24 kpa.

$P_{ve}=\varphi.\ P_{se}\varphi$= 80% P_{ve}= 0,8.0,93⇒P_{ve}=0,744 kpa.

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

Référance	Mur éxterieur	e(m)	$\pi(\frac{g}{kpa.m.h})$	$e/\pi\ (\frac{kpa.m^2.h}{g})$
1	Enduit platre	0.005	0.076	0.065
2	Enduit ciment	0.015	0.076	0.197
3	Brique creuse	0.1	0.062	1.612
4	ame d'air	0.1	0.05	2
5	Brique creuse	0.1	0.035	2.857
6	Enduit ciment	0.015	0.031	0.483
				$\sum\frac{e}{\pi}$ =7.214

Tableau II.8 :La résistance de chaque couche

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

$\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}}=\frac{1.24-0.774}{7.214}$= 0.068

$P_{v1}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}\right)0.068$ = 0.748 kpa

$P_{v2}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}\right)$ 0.068 = 0.761 kpa

$P_{v3}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}\right)$ 0.068 = 0.871 kpa

$P_{v4}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}\right)0.068 = 1$ kpa

$P_{v5}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}\right)0.068 = 1.23$ kpa

$P_{v6}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}\right)0.068 = 1.23$ kpa

e (m)	0.005	0.015	0.1	0.1	0.1	0.015
$P_{saturation}$ (kpa)	2.13	2.10	1.63	1.32	1	0.98
$P_{partielle}$ (kpa)	1.23	1.23	1	0.871	0.761	0.748

Tableau II.9 : Pression de saturation et pression partielle

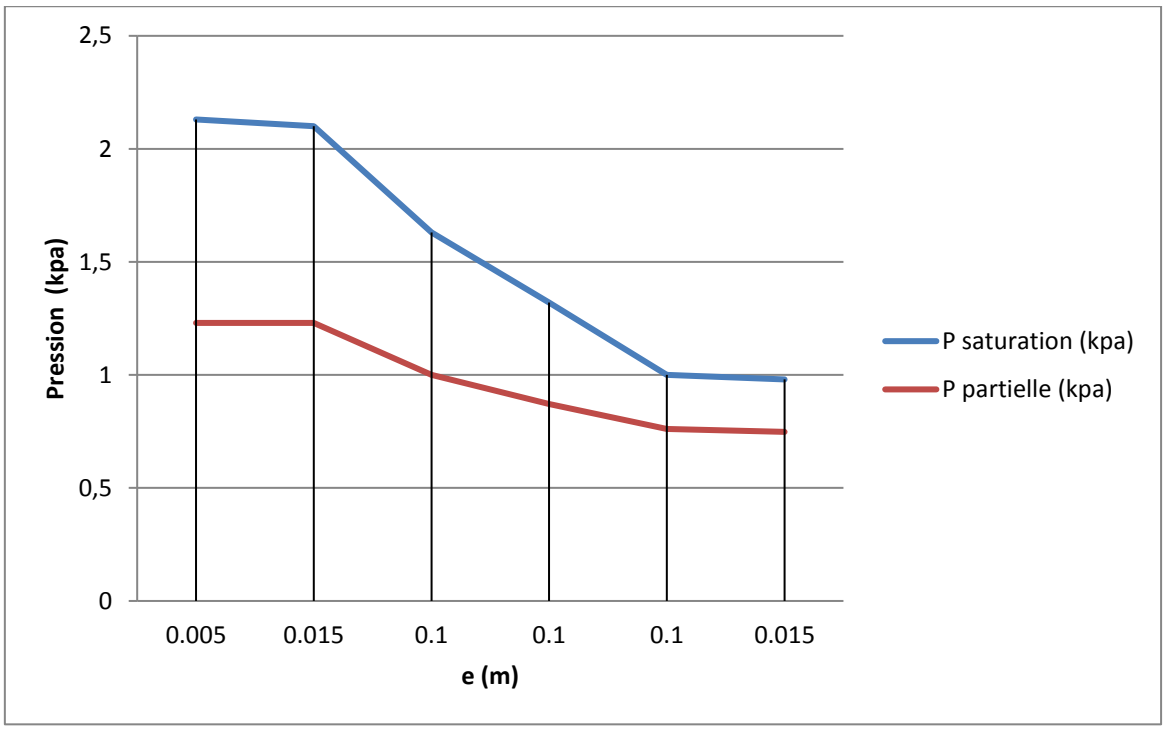


Figure II.5 : Diagramme de GLASER (mur extérieur)

CHAPITRE III :

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 a 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 en 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) à pour objet fixer :

- 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 :

- a 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 :

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

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 :

$$D_S=K \times A \times (T_i - T_e) \qquad (3.2)$$

A: surface de l'élément de construction (m2).
K: coefficient global de transmission de la chaleur (W/m2 °C).
te : température extérieure (°C).
ti: 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 :

$$Dli = Ki \times A \times \Delta T = Ki \times A \times (Ti-Te) \qquad (3.3)$$

Pour simplifier les calculs on prend :
$Dli = 0.2 \times Ds$

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 :

$Dsol = Ks \times A \times \Delta T$ (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 (Dlnc), sont données par la formule suivante :

$D_{lnc} = T \times [\Sigma(K \times A \times \Delta T) + 0.2\Sigma(K \times L \times \Delta T)]$ (3.5)

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

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

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.

$Q_v = MAX [(0.6 \times V_h), Q_{vref}]$.

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 parois.
Pp : infiltration dues a 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 a 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 :

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

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).

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

Paroi a l'ombre 24 h / 24 :

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

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 :

$$APO = Kete \times Sint \times \Delta T \quad (3.17)$$

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 :

$$APO = Kete \times Sint \times \Delta tInc(t) \quad (3.18)$$

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

$\Delta tInc(t) = [(TSe(t) - Cinc) - TSb,i]$ (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 = Kété Sapp (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.

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 vitree 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 :

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

Tableau III.1 : Gains due à l'éclairage

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 :

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

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

- 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 :

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

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

0.797 (J.kgair /gvap.m3 air) : est le produit de la masse volumique moyenne de l'air (1.15 Kg/m3) par la chaleur de vaporisation de l'eau (2498J/g) et par facteur de conversion (1/3600),

- qvan: le débit d'air neuf (m3/h),
- qvinf: le débit dû aux infiltrations (m3/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 :

$$qv_{an}=0.6 \times V_h \qquad (3.30)$$

- 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 :

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

$qvo_{inf,i}$, (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 :

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

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

À :

- 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).

$R > 0.2 \Rightarrow T_{au}=0.6$

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

$T_{au}=0.9 \Rightarrow t_n = 7.5$ °C

Sous-sol	
Local	T (°C)
Parking	12

Tableau III.2 : Températures des locaux non chauffées du sous-sol

RCD	
Local	T (°C)
WC H (R04)	7.5
WC F (R05)	7.5

Tableau III.3 : Températures des locaux non chauffées du RDC

Etage 01	
Local	T (°C)
WC H (E1 02)	7.5
WC F (E1 03)	7.5

Tableau III.4 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01

Etage 02	
Local	T (°C)
WC H (E2 03)	7.5
WC F (E2 04)	7.5

Tableau III.5 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 02

Etage 03	
Local	T (°C)
WC H (E3 02)	7.5
WC F (E3 03)	7.5
WC	7.5

Tableau III.6 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 03

Etage 04	
Local	T (°C)
WC H (E4 04)	7.5
S.D.B (E4 05)	7.5

Tableau III.7 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 04

Exemple de calcule :

Salle informatique R01, bureaux des superviseurs R02, R03, Hall circulation R06, Bureau chef de parc R07, Kitchenette R08, réception R09, hall d'entrée R10 et salle d'attente R11.

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)

Salle informatique R01 :

Mur1: Ds =1.3(4.63×3.4)(21-6) Ds = 306.969 w

Mur2: Ds =1.3(3.52×3.4 -1.2) (21-6) Ds=209.976w

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 16.71(21-12) D_{sol}=260.174 w

Ds = 306.969 + 209.976 + 90 ⇒ Ds = 606.945w

Bureau de superviseur R02 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =1.3(3.61×3.4 -1.2) (21-6) Ds=215.943w

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 11.35(21-12) D_{sol}=176.719 w

Ds = 215.943 + 90 ⇒ Ds = 305.943 w

Bureau de superviseur R03 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =1.3 (3×3.4 -1.2) (21-6) Ds=175.5 w

Mur3: Ds = 2.13 (1.22×3.4)(21-7.5) Ds=119.27w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 9.44 (21-12) D_{sol}=146.98 w

Ds = 362.376 w

Bureau chef de parc R07 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =1.3 (3.5×3.4) (21-6) Ds=232.05 w

Mur3: Ds = 0

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 11.51 (21-12) D_{sol}=179.21 w

Kitchenette R08:

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =1.3 (2.74×3.4) (21-6) Ds=181.662 w

Mur3: Ds =1.3 (4.45×3.4) (21-6) Ds=271.635 w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 12 (21-12) D_{sol}=186.84 w

Ds = 443.297 w

Réception R09 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =0

Mur3: Ds = 1.3 (2.93×3.4-1.2) (21-6) Ds=170.859 w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 18.92 (21-12) D_{sol}=294.584 w

Ds = 260.859 w

Salle d'attente R11 :

Mur1: Ds =0

Mur2: Ds =1.3 (2.52×3.4+1.79×3.4+2.84×3.4-1.2) (21-6) Ds=450.640 w

Mur3: Ds = 1.3 (2.57×3.4) (21-6) Ds=170.391 w

Mur4: Ds = 0

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 0

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 14.61(21-12) D_{sol}=227.47 w

Ds = 711.395 w

Hall circulation R06:

Murs: Ds =2.13 (2.93×3.4-2×2.4) (21-7.5) Ds=148.43 w

Plancher : Ds = 0

Portes : Ds = 3.5(4.8)(21-7.5) Ds=226.8w

Fenêtres : Ds = 5(1.2)15 Ds = 90w

D_{sol} = K×S × (Ti-Te) ⇒ D_{sol} =1.73× 26.13 (21-12) D_{sol}=406.84 w

Ds = 347.358 w

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= 0.34×44.16× (7.5-6) + 0.34×33.34× (21-6) ⇒ Drv= 0.34(66.24+500) Drv=192.55w

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=0.34×6.36 [(2.4×2×6) × (7.5-6) + (6×2.4+4×1.2) × (21-6)] ⇒ Drs = 716.18 w

Dr = Drv+Drs ⇒ Dr=908.73 w

RCD :

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K ($w/m^2.°C$)**	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	155.18	1.3	15	3026.01
	M.E.L	9.31	2.13	13.5	267.7
Plancher		143.17	1.73	0	0
Sol		143.17	1.73	9	2229.137
Fenetres	Bois	7.2	5	15	540
Portes	Bois	4.08	3.5	15	214.2
	Bois	4.8	3.5	13.5	226.84
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					6149.576
La déperdition à travers les liaisons D_{Li} (w)					1229.915
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					908.73
La somme totale des déperditions D_{Tot}					8288.221

Tableau III.8 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RCD

Etage 1:

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K ($w/m^2.°C$)**	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	145.476	1.3	15	2836.782
	M.E.L	9.31	2.13	13.5	267.7
Plancher		146.99	1.73	0	0
Sol		146.99	1.73	0	0
Fenetres	Bois	7.20	5	15	540
Portes	Bois	4.80	3.5	13.5	226.8
	Bois	9.50	3.5	15	498.75
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					4370.357
La déperdition à travers les liaisons D_{Li} (w)					874.07
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					126.51
La somme totale des déperditions D_{Tot}					5370.93

Tableau III.9 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1

Etage 2 :

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K ($w/m^2.°C$)**	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	145.476	1.3	15	2836.782
	M.E.L	9.31	2.13	13.5	267.7
Plancher		146.99	1.73	0	0
Sol		146.99	1.73	0	0
Fenetres	Bois	7.20	5	15	540
Portes	Bois	4.80	3.5	13.5	226.8
	Bois	9.50	3.5	15	498.75
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					4370.357
La déperdition à travers les liaisons D_{Li} (w)					874.07
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					135.18
La somme totale des déperditions D_{Tot}					5379.60

Tableau III.10 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 2

Etage 3 :

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K ($w/m^2.°C$)**	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	131.608	1.3	15	2566.356
	M.E.L	29.132	2.13	13.5	837.690
Plancher		153.84	1.73	0	0
Sol		153.84	1.73	0	0
Fenetres	Bois	4.80	5	15	360
Portes	Bois	7.20	3.5	13.5	340.200
	Bois	13.05	3.5	15	685.125
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					4789.371
La déperdition à travers les liaisons D_{Li} (w)					957.874
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					941.819
La somme totale des déperditions D_{Tot}					6689.064

Tableau III.11 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 3

Etage 4 :

Parois	**Types**	**Surface (m^2)**	**K ($w/m^2.°C$)**	**ΔT(°C)**	**Déperditions (w)**
Murs	M.D.C	170.382	1.3	15	3322.449
	M.E.L	20.836	2.13	13.5	599.139
Plancher		127.570	1.73	15	3310.441
Sol		127.570	1.73	0	0
Fenetres	Bois	7.20	5	15	540
Portes	Bois	4.80	3.5	13.5	226.80
	Bois	13.056	3.5	15	685.44
La somme des déperditions surfacique par transmission D_T (w)					8684.269
La déperdition à travers les liaisons D_{Li} (w)					1736.853
Les déperditions par renouvèlement d'air D_r (w)					896.69
La somme totale des déperditions D_{Tot}					11317.812

Tableau III.12 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 4

Déperditions thermiques total:

Niveaux	**D_t (w)**
RDC	8288.221
ETAGE 01	5370.93
ETAGE 02	5379.60
ETAGE 03	6689.064
ETAGE 04	11317.812
$\sum \boldsymbol{D_{tot}}$ (w)	37045.627

Tableau III.13 : Déperditions thermiques total

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)

$Dréf = a \times S1 + b \times S2 + c \times S3 + d \times S4 + e \times S5$ (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 :

Zone	Immeuble collectif				
	A	B	C	d	E
A	1.10	2.40	1.20	3.50	3.40

Tableau III.14 : Coefficients a, b, c, d, e

Exemple de calcul:

RCD:

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

Dréf = [1.10 × 143.17 ×(21-21)] +[2.40 × 143.17 ×(21-12)] +[1.20×155.18×(21-6)+ 1.20×9.31×(21-7.5]+ [3.50×4.08 ×(21-6)+ 3.50×4.8×(21-7.5]+ [3.40 × 7.2 ×(21-6)]

Dréf = 6844.734 w

1.05 × $D_{réf}$ = 7181.97 w

6149.576 w < 7181.97 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 :

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

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

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

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

Tableau III.16 : Facteur de correction $C_{\Delta te}$

Parois EST :

$$\Delta te(8) = 0 + 6.2 + \frac{0.5}{0.9} \times [(-2.2 - 0] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(8) = -7.07°C$$

$$\Delta te(9) = 11.7 + 5.7 + \frac{0.5}{0.9} \times [(-1.7 - 11.7] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(9) = -63.44°C$$

$$\Delta te(10) = 16.7 + 5.3 + \frac{0.5}{0.9} \times [(-1.1 - 16.7] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(10) = -85.39°C$$

$$\Delta te(11) = 17.2 + 4.8 + \frac{0.5}{0.9} \times [(-0.5 - 17.2] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(11) = -84.79°C$$

$$\Delta te(12) = 17.2 + 4.3 + \frac{0.5}{0.9} \times [(0 - 17.2] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(12) = -82.27°C$$

$$\Delta te(13) = 10.6 + 3.9 + \frac{0.5}{0.9} \times [(1.7 - 10.6] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(13) = -39.19°C$$

$$\Delta te(14) = 7.8 + 3.4 + \frac{0.5}{0.9} \times [(3.3 - 7.8] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(14) = -15.95°C$$

$$\Delta te(15) = 7.2 + 2.8 + \frac{0.5}{0.9} \times [(4.4 - 7.2] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(15) = -6.89°C$$

$$\Delta te(16) = 6.7 + 2.3 + \frac{0.5}{0.9} \times [(5.5 - 6.7] \times \frac{516}{47} \Rightarrow \Delta te(5) = 1.75°C$$

Après les calcules $\boldsymbol{\Delta te(t)\ max = \Delta te(16) = 1.75°C}$

Parois Nord : $\boldsymbol{\Delta te(16) = 7.8°C}$

Parois Sud : $\boldsymbol{\Delta te(8) = 4°C}$

Parois OUEST :

$\boldsymbol{\Delta te(t) = valeurs négatives}$(Déperditions) on n'en tiendra pas compte dans les calcules.

$\Delta t_{lnc}(t) = [(TS_e(t)-C_{lnc})-TS_{b,i}]$

$\Delta t_{lnc}(16) = [34-(-1)-24] \Rightarrow \Delta t_{lnc}(16) = 9°C$

Parois en contact avec le sol :

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

$TS_m-TS_{i.b}= 25.5-24=1.5$ °C

$APO = 2.8 \times 156.01 \times 1.5 = 655.24$ W

Apports à travers les parois vitrées :

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

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

$TS_e(t) = TS_e - (CTS \times E_b)$ et CTS (Tab 2.2 DTR) $E_b = 9$ (Tab 2.1 DTR)

$TS_e(8) = 34 - (0.77 \times 9) \Rightarrow TS_e(8) = 27.07°C.$

$TS_e(9) = 34 - (0.63 \times 9) \Rightarrow TS_e(9) = 28.33°C.$

$TS_e(10) = 34 - (0.48 \times 9) \Rightarrow TS_e(10) = 29.68°C.$

$TS_e(11) = 34 - (0.35 \times 9) \Rightarrow TS_e(11) = 30.85°C.$

$TS_e(12) = 34 - (0.21 \times 9) \Rightarrow TS_e(12) = 32.11°C.$

$TS_e(13) = 34 - (0.067 \times 9) \Rightarrow TS_e(13) = 33.39°C.$

$TS_e(14) = 34 - (0 \times 9) \Rightarrow TS_e(14) = 34°C.$

$TS_e(15) = 34 - (0 \times 9) \Rightarrow TS_e(15) = 34°C.$

$TS_e(16) = 34 - (0 \times 9) \Rightarrow TS_e(16) = 34°C.$

$TS_e(16) = 34°C$

$K_{été}$ (vitrage fenêtre) =5 (vitrage simple Tab.3.2 DTR).

$S_{auv} = 0.72\ m^2$ $TS_{b,i} = 24°C$

$AVT(16) = 1.2 \times 5 \times 0.72\ (34-24) \Rightarrow AVT(16) = 259.2\ w$

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

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

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

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

$AVE(16) = (SV_{ens} \times I_t + (SV - SV_{ens}) \times I_d) \times FS \times N_{pvi}(t)$

$AVE(16) = 184.99\ w$

$AV(16) = AVT(16) + AVE(16) = 259.2 + 184.99 \Rightarrow AV(16) = 444.19$

Apports internes :

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

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

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).

$\boldsymbol{AI_{l,j}} = \frac{94.54}{4.5} \boldsymbol{AI_{l,j}} = \mathbf{21}$ occupants

$AI_s(t) = \sum (CS \times AI_S \times N_{Al}) = 0.8 \times 21 \times 0.96 \Rightarrow AI_s(t) = 1080.76\ w$

$AI_l(t) = \sum (CS_j \times AI_{l,j}) = 0.8 \times 21 \times 35 \Rightarrow AI_l(t) = 588\ w$

$AI(t) = AI_s(t) + AI_l(t) = 1080.76 + 588$

$AI(t) = 1668.76\ w$

Application au projet :

RDC :

Parois	**Types**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$**	$\boldsymbol{\Delta te(t)}$	**Δt_{lnc}(t)**	**A (w)**
Murs	M.D.C	43.62	N	1.45	7.8	-	493.34
	M.D.C	50.27	E	1.45	1.75	-	127.57
	M.D.C	44.86	S	1.45	4	-	260.18
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Sol	-	156.01	-	2.8	-	1.5	655.24
Portes	Bois	4.08	-	3.5	-	9	128.52
Fenêtres	Bois	7.2	-	5	-	9	324
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1988.85
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							444.19
Apports internes AI(t) (W)							14016.64
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							456
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							705.27
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							33.408
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							514.73
Σ AP(t) (W)							18159.08

Tableau III.17 : Apports à travers les différentes parois de RDC.

1ere ETAGE :

Parois	**Types**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$**	$\boldsymbol{\Delta te(t)}$	**Δt_{lnc}(t)**	**A (w)**
Murs	M.D.C	43.25	N	1.45	7.8	-	489.15
	M.D.C	50.14	E	1.45	1.75	-	127.23
	M.D.C	44.09	S	1.45	4	-	255.72
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Portes	Bois	9.50	-	3.5	-	9	299.25
Fenêtres	Bois	7.2	-	5	-	9	324
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1495.35
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							487.39
Apports internes AI(t) (W)							7711.73
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							141.33
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							218.56
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							775.06
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							1198.73
Σ AP(t) (W)							12028.15

Tableau III.18 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 01.

2ème ETAGE :

Parois	Types	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$	$\Delta te(t)$	$\Delta t_{lnc}(t)$	A (w)
Murs	M.D.C	42.87	N	1.45	7.8	-	484.85
	M.D.C	50.14	E	1.45	1.75	-	127.23
	M.D.C	44.43	S	1.45	4	-	257.69
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Portes	Bois	9.50	-	3.5	-	9	299.25
Fenêtres	Bois	7.2	-	5	-	9	324
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1493.02
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							444.19
Apports internes AI(t) (W)							11556.68
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							141.33
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							218.56
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							775.06
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							1198.73
Σ AP(t) (W)							15827.57

Tableau III.19 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 02.

3ème ETAGE :

Parois	Types	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$	$\Delta te(t)$	$\Delta t_{lnc}(t)$	A (w)
Murs	M.D.C	45.13	N	1.45	7.8	-	510.42
	M.D.C	47.68	E	1.45	1.75	-	120.98
	M.D.C	43.96	S	1.45	4	-	254.96
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Portes	Bois	13.05	-	3.5	-	9	411.07
Fenêtres	Bois	4.8	-	5	-	9	216
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1513.43
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							357.79
Apports internes AI(t) (W)							13289.6
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							626.65
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							973.33
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							828.51
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							1281.44
Σ AP(t) (W)							18870.75

Tableau III.20 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 03.

4ème ETAGE :

Parois	Types	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$	$\Delta te(t)$	Δt_{lnc}(t)	A (w)
Murs	M.D.C	42.76	N	1.45	7.8	-	483.61
	M.D.C	52.48	E	1.45	1.75	-	133.16
	M.D.C	44.26	S	1.45	4	-	256.70
	M.D.C	-	O	1.45	négative	-	0
Terrasse	-	127.57	-	0.76		9	872.57
Portes	Bois	13.05	-	3.5	-	9	411.07
Fenêtres	Bois	7.2	-	5	-	9	324
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							2481.11
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							444.19
Apports internes AI(t) (W)							9175.55
Apports dus au renouvellement de l'air ARENs (t) (W)							456
Apports dus au renouvellement de l'air $AREN_L$ (t) (W)							705.27
Apports dus aux infiltrations d'air AINFs(t) (W)							939.87
Apports dus aux infiltrations d'air $AINF_L$(t) (W)							1453.67
Σ AP(t) (W)							15655.66

Tableau III.21 : Apports à travers les différentes parois d'Etage 04.

Apports thermiques total :

Niveaux	$\boldsymbol{AP_{tot}}$ **(w)**
RDC	18159.08
ETAGE 01	12028.15
ETAGE 02	15827.57
ETAGE 03	18870.75
ETAGE 04	15655.66
$\sum AP_{tot}$ (w)	80541.21

Tableau III.22 : Apports thermiques total

CHAPITRE IV :

CHOIX DU SYSTEME

DE CLIMATISATION

Les systèmes de climatisation visent à contrôler en fonction de destination du local, les paramètres de confort et d'hygiène.
Ces systèmes sont choisis en tenant compte des critères suivants :

- Destination des locaux,
- Taux d'occupation des locaux,
- Contraintes architecturelles.

IV.1 Classification des systèmes de climatisation : [5]

Suivant la méthode de classification choisie, les systèmes IVCA peuvent être répartir en différentes catégories. En fonction de type de traitement d'air, de transfert de l'énergie et de régulation on peut adopter la classification suivante :

- Les Systèmes centralisés.
- Les Systèmes décentralisés.
- Les Systèmes semi centralisés.

a) Les Systèmes centralisés :

Le traitement de l'air se fait dans une centrale puis acheminé par un réseau de conduite aéraulique vers les locaux à climatiser.

Les centrales d'air sont réalisées à partir d'éléments (dénommés aussi caissons ou section) juxtaposées et accolées en usine ou dans le local technique prévu pour les recevoir.

b) Les systèmes décentralisés :

Se sont des équipements monobloc « compact » ou bien sous formes d'éléments séparés « split système ».

c) Les systèmes semi centralisés :

Leurs principale caractéristique consiste dans le fait que leurs sources de chaleur ou du froid ne sont pas incorporées mais centralisées en dehors des appareils, n'étant reliées à ces derniers que par des tuyauteries pour réseaux hydrauliques « eau chaude ou glacée »qui circule dans des appareils conçues pour ce types de système comme : les ventilo–convecteurs, les radiateurs, …etc., ou pour réseaux aéraulique (bouches de diffusion, grilles de diffusion, …etc.).

IV.2 Choix du système de climatisation et des équipements

Un système de climatisation est l'ensemble du matériel dont les fonctions essentielles est :

- De préparer l'air à distribuer dans les locaux à des caractéristiques bien déterminées (température sèche ou humide, l'humidité absolue ou relative, la pureté, la vitesse de soufflage, le niveau sonore au niveau de la bouche de soufflage etc.…).
- De distribuer l'air traité dans les locaux à climatiser par l'intermédiaire de conduites et d'appareils terminaux.

L'objectif fondamental des systèmes de climatisations visent à apporté et à contrôler les paramètres de confort et de l'hygiène.

Le choix d'un système de climatisation dépond impérativement de plusieurs critères parmi eux on distingue :

-situation géographique (orientation des locaux).

- vocation de la construction.

-taux d'occupation prévisionnels des locaux.

-les contraintes liées à l'architecturé.

IV.2.1 Classification des équipements :

Tout système de climatisation comprend nécessairement les équipements suivants :

- Equipements de traitement centralisés : ils préparent les fluides primaires qui sont ensuite distribués aux équipements terminaux.
- Equipements terminaux : ils sont toujours situés dans ou à cotés des locaux à climatiser, ils reçoivent les fluides primaires et les utilisent pour prépare l'air à souffler dans les locaux. c'est appareils peuvent être très complexes ou composé d'une simple bouche de soufflage.
- Equipements intermédiaires et accessoires : entre les équipements centralisés ; les équipements terminaux et les locaux à climatiser ; les fluides primaires et l'air à souffler sont distribués par des conduites et des tuyauteries comportant un certain nombre d'accessoires de fonctionnement (clapets d'air, robinets, filtres, etc.…).
- Equipements de régulation et sécurité : ils comprennent les appareils de mesure, de réglage et de sécurité (thermostats, régulateurs détecteurs d'incendies et trappes de désenfumages).

VI.3 Choix du système de climatisation :

Pour faire le choix entre telle ou telle système, il faut prendre en considération plusieurs Critères dont les plus importantes sont :

- Destinations des locaux (conditions internes imposées dans les locaux).

- Configuration des locaux (contraintes architecturales).

- Critère économique.

A partir de ces critères ; on a opté pour un système de climatisation semi-centralisé avec ventilo-convecteur.

VI.3.1 Domaine d'application du système semi centralise :

On rencontre le ventilo-convecteur comme émetteur :

- Dans les installations de climatisation devant assurer à la fois des besoins de chaleur en hiver et des besoins de refroidissement en été; ainsi, on les rencontre classiquement en allège de fenêtre des locaux, pour casser le froid du vitrage en hiver et compenser les apports solaires importants en été dans les bureaux, les commerces, les restaurants, les salles informatiques, les chambres d'hôtel,...

- Dans les installations de chauffage pour lesquelles on souhaite une relance très rapide; une salle de lecture, une salle de conférence, ... dont le chauffage est intermittent, seront utilement équipés de ventilo-convecteurs.

VI.3.2 Les avantages du système :

- La souplesse d'utilisation est totale puisque chaque ventilo convecteur est autonome,

-Un local peut être refroidi tandis que son local voisin est chauffé,

-La possibilité de récupérer la chaleur extraite dans un local pour la fournir au local en demande,

- Plus de circuits de zones, de vannes de commutation, …etc., la régulation est plus simple et le service de maintenance ne s'en plaindra pas.

VI.3.3.Les inconvenants du système :

- Le cout d'installation est plus élève puisque les ventilo – convecteurs contiennent deux échangeurs, les circuits sont dédoublés, de même que le nombre de vannes, de calculateurs, …etc.

- L'encombrement est également plus important (appareils plus volumineux et gaines techniques plus larges).

- Durant toute une partie de l'année, il faut maintenir en fonctionnement les deux réseaux, les pertes énergétiques de ces réseaux ne sont pas négligeables.

VI.3.4.Composant du système semi centralisé :

Les composants du système semi centralisé sont présentés par la figure suivante :

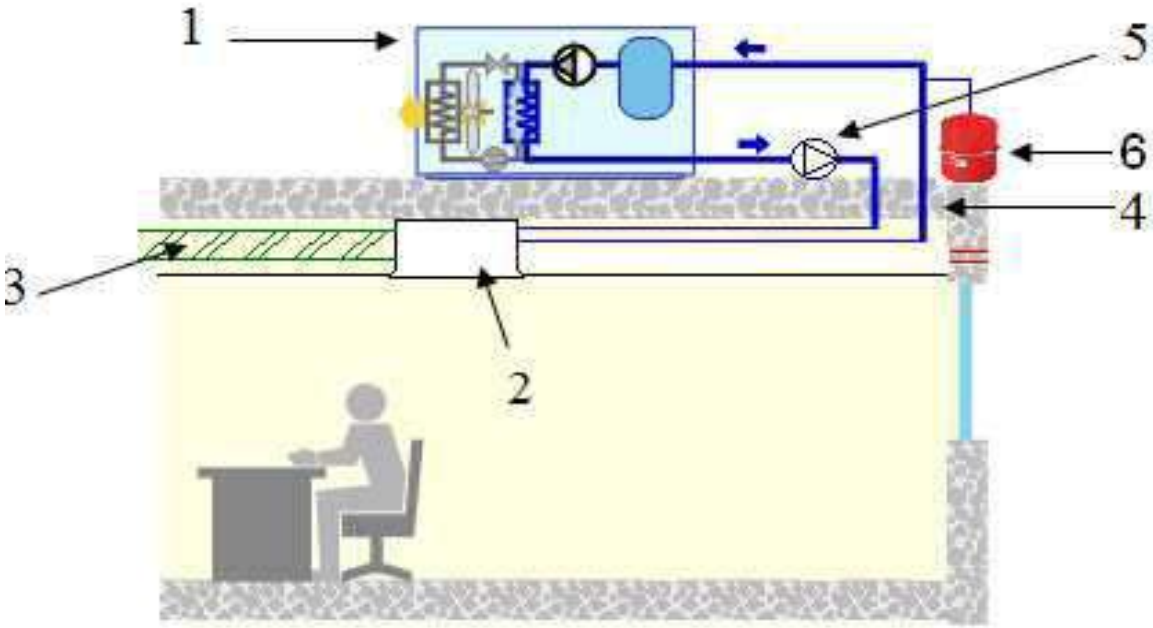


Figure IV.1 : Composant du système semi centralisé.

1- Groupe frigorifique généralement disposé en toiture.
2 -Ventilo convecteur.
3- Conduit d'air neuf.
4- Tuyauteries d'eau glacée.
5 -Calculateur.
6- vases d'expansion

VI.3.5.Principe de fonctionnement :

Le système à ventilo-convecteur est un système de rafraichissement utilisant l'eau pulsée comme fluide primaire.

Un réseau de tuyauterie distribue de l'eau chaude ou glacée dans une batterie incorporée dans un appareil terminal appelé ventilo-convecteur qui est installé dans le local à climatiser.

Un ventilateur incorpore permet de souffler de l'air repris (ou bien mélange) a travers

Cette batterie de façon à obtenir des caractéristiques d'air souffle compatible avec les charges du local.

VI.4 Choix de l'appareillage :

VI.4.1 Choix du Pompe à chaleur :

On a choisi la pompe à chaleur CARRIER 30 RQS 090.



Figure IV.2 : Pompe à chaleur Modèle CARRIER 30RQS 090

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, 2, 3 et 4ème étage) est de 81 KW.
Pour cela on a choisi la pompe à chaleur réversible 30 RQS 039-090

VI.4.2 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.

Pour notre projet on a choisi les ventilo convecteur CARRIER 42N



Figure IV.3 : Ventilo convecteur Modèle CARRIER 42N

Etage	Type de ventilo convecteurs	Déperditions (K.W)	Apports (K.W)	Puissance calorifique (K.W)	puissance frigorifique (K.W)	Nombre des ventilo convecteurs
RDC	2 (42N-S15)	8.30	18.16	0.7	1.51	12
1ere Etage	2 (42N-S15)	5.40	12.03	0.42	1	12
2ème Etage	2 (42N-S15)	5.38	15.83	0.49	1.32	12
3ème Etage	2 (42N-S15)	6.69	18.87	0.55	1.57	12
4ème Etage	2 (42N-S15)	11.32	15.65	0.94	1.30	12

Tableaux IV.1 : Type des ventilo – convecteurs des étages

CHAPITRE V :

VENTILATION

L'aération a pour but d'améliorer la nature de l'air que nous respirons dans le lieu d'habitation et de travail.

En d'autre terme l'amélioration de l'état de l'air intérieur par sont renouvellement régulier dans un local.
On distingue deux types de ventilation qui sont :

- Ventilation naturelle (libre).
- Ventilation mécanique (forcée).

V.1 VENTILATION NATURELLE (LIBRE) :

Dans la ventilation naturelle, aucun ventilateur n'intervient.
L'air se déplace grâce aux différences de pression qui existe 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 à travers des inétanchéités. On ne peut considérer a 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.

V.1.1 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.

V.1.2 Inconvenants :

- 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.2 VENTILATION MECANIQUE (FORCEE) :

C'est plus souvent un système qui assure la ventilation en mettant le local en dépression ce qui provoque l'entrée d'air neuf.
L'air frais pénètre par les ouvrants, fenêtres, grilles …etc. et l'air vicié est extrait par un ventilateur d'extraction.
La ventilation mécanique assure :

- Le maintien d'un faible écart de température entre l'intérieur et l'extérieur,
- Le maintien du local en dépression tout en assurant sa ventilation ce qui évitera la propagation de l'air vicié dans les autres locaux,
- L'élimination des odeurs et les polluants de l'air dans le local.

Ce type de ventilation pourra avoir :

- Une ventilation par reprise seule,
- Une ventilation par soufflage seul,
- Une ventilation par couplage soufflage et reprise.

Le rejet de l'air vicié dans l'atmosphère se fait de deux manières :

- Horizontalement,
- Verticalement.

Au niveau du bruit, le rejet vertical est toujours préférable au rejet horizontal car les ondes sonores sont plus dispersées facilement dans l'air du local.

Selon le taux de renouvellement d'air et pour répondre aux besoins, un aérateur doit avoir un débit horaire égal (ou supérieur de référence) aux besoins en renouvellement horaire calculés pour un local donné.

V.2.1 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.

V.2.2 Inconvenants :

- 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.3 APPLICATION AU PROJET :

V.3.1 Ventilation des sanitaires :

Ce type d'installation assure le renouvellement d'air et en même temps est chargé d'éliminer ou tout au moins de réduire le plus possible les odeurs plus ou moins nauséabondes qui se développent dans les sanitaires ;

Leur fonctionnement se fait tout en air neuf dans la plupart des cas ;

La désodorisation ne constitue bien entendu en aucun cas une fonction thermodynamique.

V.3.1.1 Appareille utilisé pour la ventilation des sanitaires :

Pour assurer la ventilation par extraction dont les sanitaires sont plus ou moins de grandes dimensions, on utilise ce qu'on appelle un ventilateur-extracteur de toiture, plus couramment dit «tourelle ».

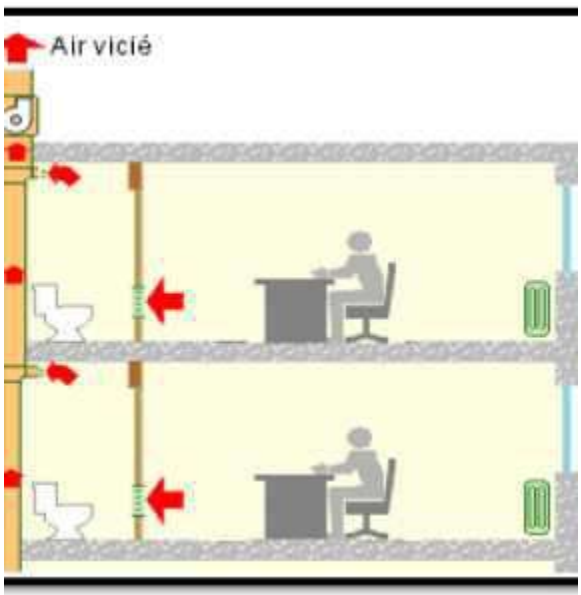
Ces tourelles placées à l'extérieur, en toiture même inclinée, sont destinées soit à limiter la pollution ambiante soit à évacuer d'importantes quantités de chaleur, soit les deux à la fois.

L'introduction d'air a lieu en été par les portes et les fenêtres, ou mieux encore, surtout en hiver, est assurée par une installation d'insufflation mécanique.

Ces tourelles se composent :

- D’une carrosserie en tôle d'acier avec capot pare pluie anticorrosif ou encore en matière plastique.
- D’un ventilateur centrifuge ou hélicoïde avec son moteur.
- D’un clapet de fermeture automatique dont l'ouverture est assurée par l'écoulement de l'air ou commandée par servomoteur.

La figure suivante représente l’emplacement de la tourelle :



FigureV.1 : L’emplacement de la rouelle

VI.3.1.2 Application au projet :

Pour l'entrée d'air neuf en générale, les portes et les fenêtres sont suffisamment étanche pour laisser passer assez d'air.

A. Calcul du débit d'air d'évacuation :

$K=\frac{Vs}{V}$

Avec :

V : Volume du local (m^3).

Vs : Début de ventilation (m^3/h).

K : Taux de renouvellement (h^{-1}).

A.1 Valeurs de K :

Le tableau suivant donne les valeurs de *K* :

Pièces	Valeurs de K
Cuisine	6 à 10
Salle de bain	8 à 12
W.C	8 à 10
Circulation	5 à 10

Tableau V.1 : les valeurs de K

Tableau : Taux de renouvellement

Pour notre projet on prend K= 10

A.2 Exemple de calcul :

Ventilation du Parking et du dépôt des sous sol.

Avec :

-Superficie totale du Parking est de : 161.07 m^2

-Superficie totale du Dépôt est de : 161.07 m^2

-Hauteur entre les niveaux est de : 3.4 m

Niveau	K (h^{-1})	V (m^3)	V_s (m^3/h)
R-2 (Parking)	10	547.63	5476.38
R-1 (Dépôt)	10	547.63	5476.38

Tableau V.2 : Débit d'air d'évacuation du parking et local du dépôt

Pour les locaux ventilés :

Niveaux	Locaux	Désignations	K (h^{-1})	V (m^3)	V_s (m^3/h)
RDC	R 04	WC H	10	22.23	222.3
	R 05	WC F	10	21.42	214.2
	R 08	Kitchenette	10	40.8	408
1er étage	E1 02	WC H	10	22.23	222.3
	E1 03	WC F	10	21.42	214.2
2éme étage	E2 03	WC H	10	22.23	222.3
	E2 04	WC F	10	21.42	214.2
3éme étage	E3 02	WC H	10	22.23	222.3
	E3 03	WC F	10	21.42	214.2
	E3 04	Kitchenette	10	23.80	238
	E3 09	WC	10	20.80	208
4éme étage	E4 04	WC	10	7.61	76.1
	E4 05	S.D.B	10	12.75	127.5
	E4 06	Cuisine	10	67.25	672.5

Tableau V.3 : Débit d'air d'évacuation des sanitaires et des cuisines

CHAPITRE VI :

REGULATION

Une installation de climatisation a pour but de maintenir constante la température dans une pièce ventilée à une valeur donnée, indépendamment de l'état de l'air extérieur et qui ce passe dans la pièce. On utilise donc des procédés pour réchauffer ou refroidir les différents éléments de l'installation devront être disposé et associés de façon qu'il en résulte des combinaisons utiles ce qui nécessite un système de régulation.

VI.1. BOUCLE DE REGULATION : [5]. [6]

Une boucle de régulation comprend :

VI.1.1.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.

VI.1.2. Régulateur :

C'est l'appareil qui a pour rôle de :

- Comparer la valeur mesurée par le détecteur avec la valeur désirée.
- 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.

VI.1.3. 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.

VI.2. APPAREILS DE REGULATION UTILISEE DANS LES INSTALLATIONS DE CLIMATISATION :

VI.2.1. Organe de détection :

a) thermostat : C'est un organe de détection de température.
b) Sonde : Généralement identique a un thermostat mais se place à l'extérieur.
c) Hygrostat : C'est un organe de détection d'humidité relative.
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 de fiabilité.

VI.2.2. Organe de réglage :

a) Vannes : elles servent à faire varier le débit d'un fluide par la modification de la section de passage ; cette variation entraîne une certaine variation de résistance hydraulique de la vanne.
b) Servomoteurs : elles sont les organes de commande qui modulent la position des vannes ; ils sont de type électrique.

VI.3. CHOIX DU MODE DE REGULATION :

Parmi les modes de régulations, il existe :

VI.3.1. La régulation individuelle :

Par action directe sur le corps, elle peut être :
- Manuelle : en faisant varier le débit d'eau entrant dans appareil manuellement à laide d'un robinet.
- 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'appareil existant.

VI.3.2. La régulation d'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)

VI.4. 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).

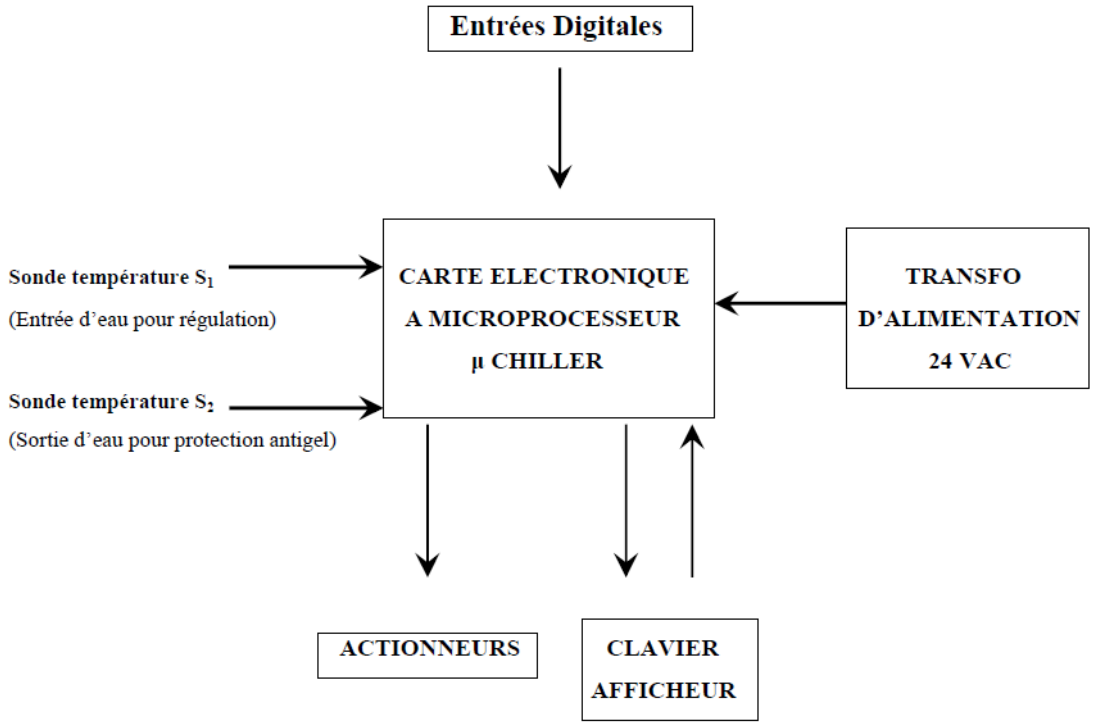


Figure VI.1 : Schéma de gestion du microprocesseur

VI.5. REGULATION DES VENTILO CONVECTEUR :

Les ventilo-convecteurs soufflent à l'intérieur des locaux à climatiser de l'air traité à des caractéristiques 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, prés de la grille de reprise.
- Installé dans le local, à l'extérieur du ventilo.

Dans notre projet en choisie la 2ème position.

La sonde d'ambiance va agir sur quatre paramètres:

Le débit d'eau chaude ou froide alimentant les deux batteries.

Le débit d'air mélange.

Le débit d'air neuf.

La vitesse de rotation du moteur du ventilateur.

Un schéma représentatif de régulation des ventilo-convecteurs est comme se suit :

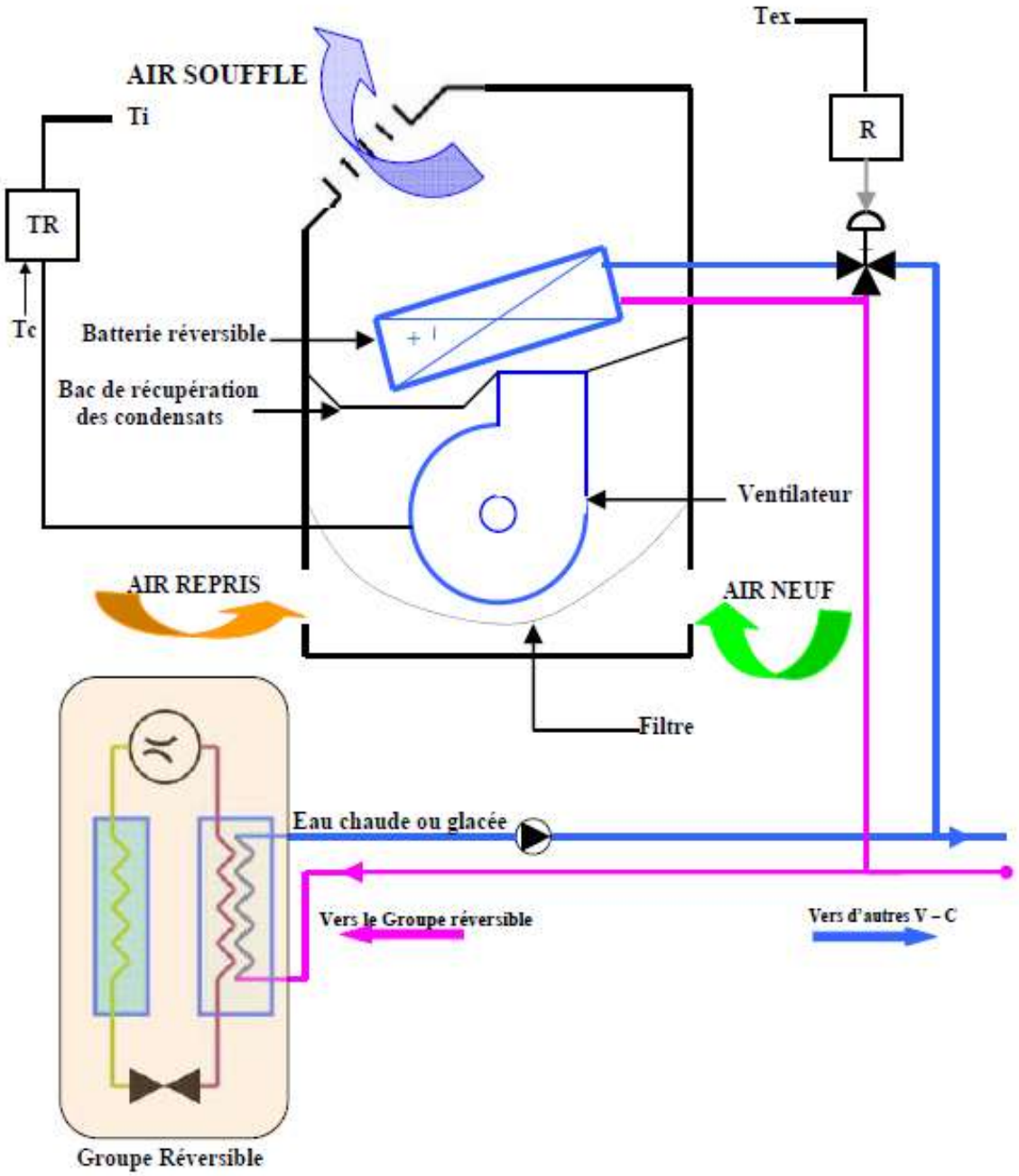


Figure VI.2 : Schéma de régulation d'un ventilo convecteur à deux tubes

TR : Thermorégulateur
Tc : Température de consigne
R : Régulateur proportionnel

- **Les raccordements hydrauliques pourront être complétés en installant :**

- A l'entrée (retour installation), un filtre à tamis métallique avec une maille de 1mm.

- En sortie (départ installation), un flussostat dimensionné et réglé en fonction des caractéristiques de l'installation ; accordé à la moitié d'un tube droit horizontal et d'une longueur d'au moins 1 ml.

Ceci devrait garantir, avec le pressostat différentiel installé dans la machine, le débit d'eau correct qui traverse l'appareil avec un delta T minimal de 4°C et maximal de 6°C.

- Purgeurs d'air situés en partie haute de l'installation.
- Joints élastiques et flexibles.
- Vannes d'isolement.
- Vannes d'isolement pour traitement chimique

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les résultats obtenus à l'issus de cette étude nous ont permis de conclure que l'architecture de l'immeuble étudié est dans les normes énergétiques, cela est justifié par la vérification réglementaire. Le choix du système de climatisation semi-centralisé avec ventilo-convecteur est justifié suite aux avantages qu'il présente.

Pour limiter la multiplication de petites unités extérieures et les coûts de la climatisation en général, il faudrait privilégier l'installation de systèmes plus centralisés. Les ventilo-convecteurs et la CTA offrent une solution souple et un confort optimum. Ces derniers peuvent également apporter une réponse aux nombreuses demandes de climatisation en minimisant la consommation d'énergie. Cependant l'obstacle à l'installation de ces deux types de climatisation, demeure l'investissement de départ qui ne peut être reporté entièrement sur le ou les premiers demandeurs. Enfin, pour conclure notre travail on peut dire qu'à travers l'étude de ce projet, nous avons eu l'occasion d'enrichie et d'approfondir remarquablement nos connaissance en matière de technique de la climatisation. Et nous espérons toutefois, que d'autres sujets vont continuer sur ce chemin pour apporter encore plus d'avantages de connaissances.

ANNEXES

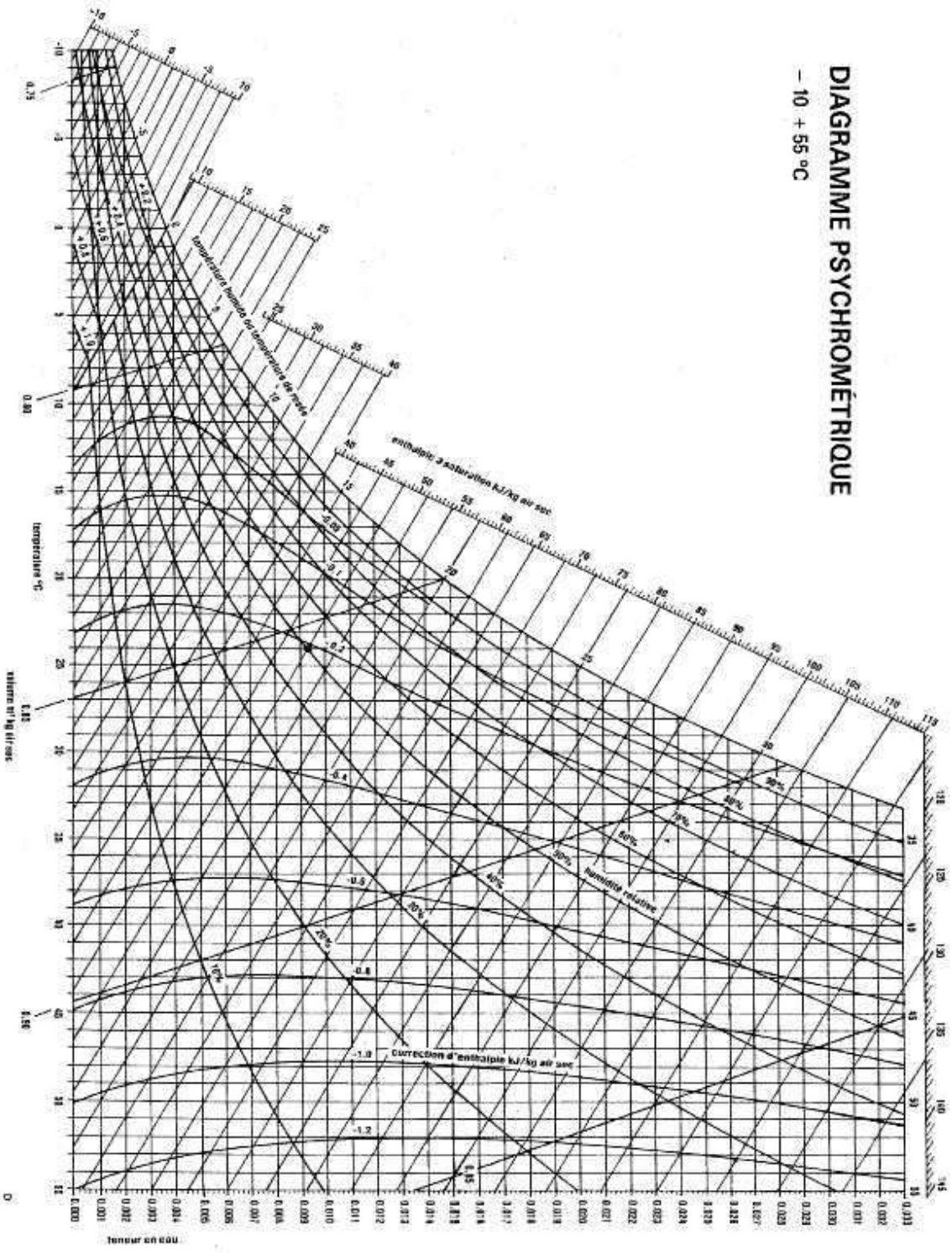


Tableau A.1 : Diagramme psychrométrique

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	Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un I.n.c
(alt en m)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
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

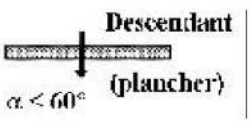
$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22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

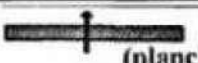
$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, conditionné ou non conditionné, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60°$	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	$R \geq 0,2$	0,80	0,60
	$R < 0,2$	0,60	0,40
Autres dépendances	$R \geq 0,2$	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	5,0	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	8,3	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 d'instruments, taille :	152x205x432mm	805	710	1515
	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/m^2)	
		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

Caractéristiques physiques

30 RQS		039	045	050	060	070	078	080	090	100	120	140	160
Puissance frigorifique nominale unité standard*	kW	38,4	43,7	49,9	58,4	63,9	73,9	77,7	85,8	96,2	113,2	131,6	149,7
Puissance électrique absorbée	kW	13,0	15,7	18,4	20,8	23,1	28,1	27,4	31,1	34,8	41,3	46,6	56,9
EER	kW/kW	2,96	2,77	2,71	2,80	2,77	2,63	2,84	2,76	2,76	2,74	2,82	2,63
Classe Eurovent froid		B	C	C	C	C	D	C	C	C	C	C	D
Performances à charge partielle													
ESEER	kW/kW	4,00	4,01	4,00	3,80	3,83	3,75	4,00	4,06	4,03	4,04	4,00	3,91
IPLV	kW/kW	4,68	4,68	4,69	4,26	4,26	4,27	4,76	4,49	4,40	4,61	4,35	4,36
Puissance calorifique nominale unité standard*	kW	41,6	46,4	53,0	61,0	69,1	77,0	79,2	92,3	100,3	116,2	136,9	157,0
Puissance électrique absorbée	kW	13,3	15,0	17,3	19,8	22,3	26,5	25,5	30,2	32,2	37,5	44,2	52,2
COP	kW/kW	3,12	3,09	3,07	3,08	3,10	2,91	3,11	3,06	3,12	3,10	3,10	3,01
Classe Eurovent chaud		B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B
Puissance calorifique nominale unité standard**	kW	48,1	55,0	63,8	71,5	79,6	93,9	95,2	107,4	118,4	142,2	163,9	188,4
Puissance électrique absorbée	kW	13,9	16,7	19,9	22,4	24,9	30,6	29,1	33,4	37,0	44,5	50,1	62,4
EER	kW/kW	3,45	3,29	3,20	3,20	3,20	3,07	3,27	3,22	3,20	3,20	3,27	3,02
Puissance calorifique nominale unité standard**	kW	42,4	46,5	54,2	62,3	71,1	79,3	82,2	94,4	102,5	120,2	140,6	161,4
Puissance électrique absorbée	kW	11,2	12,3	14,1	16,4	18,7	22,5	21,7	24,9	26,7	31,7	37,0	44,2
COP	kW/kW	3,80	3,80	3,83	3,80	3,80	3,53	3,80	3,80	3,84	3,80	3,80	3,65

Tableau A.35 : Tableau de sélection de la pompe à chaleur

Caractéristiques physiques et électriques

VERSION 2 TUBES

		S15					S20					S30					S45				
Vitesse de ventilation		SL+	L	M+	H+	SH	SL+	L	M+	H+	SH	SL+	L	M+	H+	SH	SL+	L	M+	H+	SH
Ventilateur : nbre / type		1 / Tangentiel					1 / Centrifuge					2 / Centrifuge					2 / Centrifuge				
Débit d'air	l/s	35	56	69	84	97	59	80	92	107	128	97	126	153	182	207	146	185	224	277	333
	m³/h	125	200	250	300	350	215	285	330	385	460	350	455	550	655	745	525	665	805	995	1195
Mode refroidissement																					
Puissance totale	kW	0,83	1,07	1,19	1,34	1,49	1,39	1,81	2,08	2,34	2,54	2,07	2,54	3,01	3,46	3,70	2,60	3,37	3,98	4,74	5,45
Puissance sensible	kW	0,70	0,93	1,03	1,19	1,31	1,03	1,42	1,60	1,85	2,03	1,40	1,96	2,35	2,84	3,10	2,12	2,78	3,30	3,98	4,55
Débit d'eau	l/s	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,10	0,12	0,14	0,17	0,18	0,12	0,16	0,19	0,23	0,26
	l/h	143	184	205	230	256	239	311	358	402	437	356	437	518	595	636	447	580	685	815	937
Perte de charge sur l'eau	kPa	6,2	9,6	11,5	14,1	16,9	2,8	4,2	5,3	6,4	7,3	6,0	8,6	11,5	14,6	16,4	3,2	5,0	6,7	9,0	11,5
Mode chauffage																					
Puissance chauffage	kW	1,14	1,42	1,66	1,89	2,09	1,70	2,10	2,54	2,87	3,18	2,86	3,54	4,18	4,80	5,29	4,00	5,05	5,90	6,90	8,08
Perte de charge sur l'eau	kPa	4,9	7,8	9,4	11,6	14,0	2,2	3,4	4,3	5,2	6,0	4,8	6,9	9,2	11,7	13,1	2,7	4,2	5,5	7,5	9,5
Contenance batterie	l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Niveau sonore																					
Niveau de puissance sonore	dB(A)	28	37	42	47	51	29	36	42	46	50	36	42	47	51	54	41	47	53	57	62
Niveau de pression sonore	dB(A)	19	28	33	38	42	20	27	33	37	41	27	33	38	42	45	32	38	44	48	53
Valeur NR**		15	24	28	34	39	14	23	29	33	36	22	29	33	37	40	28	34	40	43	48

42N

Tableau A.36 : Tableau de sélection des ventilo convecteurs