République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université YAHIA FARES -MEDEA

Faculté de la Technologie

Département de Génie mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Génie climatique

Spécialité : Génie climatique

THÈME

Etude et conception d'un système de climatisation pour un immeuble administratif

Cas : Bibliothèque de nouveau campus universitaire OUZERA

Réalisé par :

ANABI SIDALI

Encadré par :

Dr. GHAZGHAZI AHMED

Année Universitaire 2019/2020

REMERCIMENT

Le travail de ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'études réalisé à l'université YAHIA FARES de Médéa.

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce travail.

Nous tenons à adresser nos plus sincères remerciements à notre promoteur Docteur AHMED GHAZGHAZI pour leur temps précieux qu'il nous a consacré, qui ont dirigé et suivi nos travaux et qui a toujours su nous faire confiance et nous apporter l'aide nécessaire, tant sur le plan scientifique que moral.

Nos plus vifs remerciements iront également aux membres de Jerry qui nous a fait l'honneur d'examiner notre travail et à toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à répondre à nos questions durant nos recherches.

Nous présentons aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants du département du génie Mécanique qui ont contribué à notre formation.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A toute ma famille surtout ma prunelle de mes yeux ma chère mère.

RÉSUMÉ

Le présent travail est une étude de climatisation d'un immeuble administrative (**Bibliothèque**) qui se trouve au nouveau campus de l'université YAHIA FARES (3000 places pédagogiques faculté des sciences humaines et sociale) situé à la wilaya (Médéa) ville (OUEZRA).

Cette étude s'intéresse d'une part au calcul des bilans thermiques hivernal et estival pour chaque local en utilisant le règlement (D.T.R). D'autre part, au choix du système de climatisation et dimensionnement du réseau, ainsi qu'à la régulation.

Mots-clés : Bilan thermique, étude thermique, climatisation, DTR, déperdition, apport, condensation, VRV.

ملخص

العمل الحالي عبارة عن دراسة لتكييف الهواء لمبنى إداري (مكتبة) يقع في الحرم الجامعي الجديد لجامعة يحيى فارس (3000 مكان تعليمي بكلية العلوم الإنسانية والاجتماعية) في ولاية (المدية) مدينة (وزرة).

تهتم هذه الدراسة من جهة بحساب موازين الحرارة الشتوية والصيفية لكل غرفة باستخدام النظام التقني (D.T.R) من ناحية أخرى، اختيار نظام تكييف الهواء وتحجيم الشبكة، وكذلك نظلم التحكم.

الكلمات المفتاحية: توازن حراري، دراسة حرارية، تكييف هواء، DTR، الاضافات، الضياعان، التكثف ,(VRV).

ABSTRACT

The present work is a study of air conditioning of an administrative building (Library) which is located at the new campus of the university YAHIA FARES (3000 places faculty of human and social sciences) located at the wilaya (Medea) city (OUEZRA).

This study is concerned, on the one hand, with the calculation of winter and summer thermal balances for each room using the technical regulatory (D.T.R). On the other hand, the choice of air conditioning system and network sizing, as well as regulation.

Keywords: Thermal balance, thermal study, air conditioning, DTR, loss, input, condensation, VRV.

SOMMAIRE

Introduction 1

BASE DES CALCULS 2

I.1.PRESENTATION ET DESCRIPTION DU PROJET 2

I.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE 2

I.1.2. DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE DE BUREAUX (bibliothèque) 3

I.1.3. Zone climatique 8

I.1.4. Conditions de base 8

I.1.4.1. Conditions extérieures de base 8

I.1.4.2. Conditions intérieures de base 8

I .2.ÉTUDE THERMIQUE 9

I .2.1.Calcul thermique de paroi 9

I .2.2.Calcul de coefficient K 9

I .2.3. Application au projet 10

I .3.Etude de la stabilité thermique 18

I .3.1.La résistance minimale Rmin 18

I .3.2.Etude de la condensation 20

I .3.3.La condensation superficielle 21

I .3.4.La condensation dans la masse 22

I .3.4.1. Détermination du risque de condensation dans une paroi «diagramme de Glaser» 22

I .3.5. Détermination des pressions de saturation 23

I .3.6. Détermination des pressions partielles 24

CONCLUSION 26

Bilan Thermique 27

II.1. Méthode de calcul du bilan thermique en période hivernal 27

II.1.1. Présentation de DTR 27

II.1.1.1. Objet de DTR 27

II.1.2. Domaine d'application 28

II.2. Déperditions par transmission 28

II.2. Méthode de calcul du bilan thermique en période estivale 32

II.2.1. Calcul des apports thermique 32

II.2.2. Principe et méthode de calcul des apports thermiques 32

II.2.3. Les apports calorifiques pour chaque volume thermiques 32

II.2.3.1. Apports à travers les parois opaques 33

II.2.3.2. Apports à travers les parois vitrées 34

II.2.3.3. Apports de chaleur interne 35

II.2.3.4. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur 36

II.3. Vérifications réglementaires 37

II.4. Bilan hivernale 39

II.4.1. Exemple de calcule 40

II.5. Bilan estival 55

II.5.1. Exemple de calcul 55

Choix et dimensionnement du système de climatisation 75

III.1.1. Systèmes centralisé (tout air) 75

III.1.2. Systèmes semi centralisé 75

III.1.3. Systèmes décentralisé 76

III.2. Choix du système de climatisation 76

III.2.1. Introduction 76

III.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable) 76

III.2.2.1. Définition 76

III.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable) 77

III.2.2.1. Définition 77

III.2 .2 .2. Risques de fuite du réfrigérant 77

III.2.2.3. Maintenance sur une installation VRV 77

III.2.2.4. Application des systèmes VRV 78

III.2.2.5. Flexibilité des systèmes VRV 78

III.2.2.6. Différences essentielles entre une solution VRV et une solution type eau glacé 78

III.2.2.7. Les principaux avantages du VRV 79

III.2.2.8. Inconvénients du VRV 80

III.3. La technologie du VRV 80

III.3.1. Fluide réfrigérant 80

III.3.2. Unité intérieure 80

III.3.3. Unité extérieure 80

III.3.4. Réseau de distribution 80

III.4. Choix des équipements 81

III.4.1. Choix des unités intérieures 81

III.4.2 .Choix des unités extérieures 81

III.4.3. Détermination des sections des liaisons frigorifiques (tuyauterie) 82

III.4.4. Détermination des sections des liaisons frigorifiques des unités extérieures 82

III.4.5 .Détermination des sections des tuyauteries principales 82

III.4.6. Détermination des sections des tuyauteries secondaires 82

III.4.7. Détermination des raccords REFNET 82

III.4.8. Détermination des longueurs des liaisons frigorifiques 83

Système de régulation 91

IV.1. Introduction 91

IV.2. Régulation du système VRV 91

IV.2.1. Système (VRV) 2 tubes 91

IV.3. Gestion du système de régulation 92

IV.3.1. Froid seul : « les unités intérieures assurent le refroidissement uniquement » 92

IV.3.2.Confort absolu – une technologie qui donne votre contrôle complet 93

IV.3.3.Tecnologie Inverter 93

IV.3.4. Contrôle précis de la température ambiant 94

IV.3.5. Confort et contrôle individuels 94

IV.3.6. Télécommande LCD 95

Conclusion 97

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Différents locaux de l'immeuble (Entrée Sol).....3

Tableau I.2 : Différents locaux de l'immeuble (RDC) 4

Tableau I.3 : Différents locaux de l'immeuble. (1er étage).....4

Tableau I.4 : Conditions extérieures de base 8

Tableau I.5 : conditions intérieures de base.....9

Tableau I.6: Coefficient de transmission K de mur (double cloison) 10

Tableau I.7: Coefficient de transmission K de mur Voile 11

Tableau I.8: Coefficient de transmission K de mur simple.....12

Tableau I.9: Coefficient de transmission K de plancher entre étage 13

Tableau I.10: Coefficient de transmission K de Plancher sur sol 14

Tableau I.11: Coefficient de transmission K de toiture 15

Tableau I.12: Coefficient de transmission K de Mur voile contact avec le sol 16

Tableau I.13: Différents portes et fenêtres.....17

Tableau I.14: Valeur de coefficient K pour les fenêtres 18

Tableau I.15: vérification de la condition (Rmin< Rparois) pour chaque type de Parois extérieure de la construction.....19

Tableau I.16: proposition pour une bonne isolation thermique 20

Tableau I.17: condensation dans un mur extérieur (double cloison) 23

Tableau I.18: condensation dans un mur extérieur (voile).....23

Tableau I.19: Les pressions partielles au niveau des interfaces.....24

Tableau I.20: Les pressions partielles au niveau des interfaces.....24

Tableau I.21:La résistance de chaque couche. 24

Tableau I.22: Pression de saturation et pression partielle.(mur extérieur double cloison). 25

Tableau I.23:La résistance de chaque couche. 25

Tableau I.24:Pression de saturation et pression partielle (mure extérieur voile). 26

Tableau II.1 : Gains due à l'éclairage. 36

Tableau II.2 : Températures des locaux non chauffées de RCD.....40

Tableau II.3 : Températures des locaux non chauffées de l'Entrée sol. 40

Tableau II.4 : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01. 40

Tableau II.5 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois Salle des stockages des livres 02. 44

Tableau II.6 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois Salle des stockages des livres 01. 45

Tableau II.7: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau07. 45

Tableau II.8: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau06. 46

Tableau II.9 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau05. 46

Tableau II.10 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de revus et périodique +hall + banques de prés livre prévus. 48

Tableau II.11 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture 01. 49

Tableau II.12 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois d'espace net et informatique. 49

Tableau II.13: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 01. 50

Tableau II.14 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 02. 50

Tableau II.15 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de locale d'entretien. 51

Tableau II.16 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture de l'enseignant. 51

Tableau II.17 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture02. 53

Tableau II.18 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de Atelier et divers de livres. 53

Tableau II.19: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 03. 54

Tableau II.20 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 04. 55

Tableau II.21 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de local d'entretien. 55

Tableau II.22 : Déperditions thermiques total 55

Tableaux II.23 : Apports extérieur mur A(SE) 56

Tableaux II.24 : Apports intérieurs mur (R1) 57

Tableaux II.25 : Apports intérieurs mur (R1) 58

Tableaux II.26 : Apports vitrée extérieure (AVT) 58

Tableaux II.27 : Apports vitrée extérieure (AVE) 59

Tableaux II.28 : Apports vitrée extérieure (AV) 59

Tableaux II.29 : L'heure critique 60

Tableau II.30 : Apports à travers les différentes parois salle de stockage de livre 02. 63

Tableau II.31 : Apports à travers les différentes parois salle de stockage de livre 01. 64

Tableau II.32 : Apports à travers les différentes parois bureau 07. 64

Tableau II.33 : Apports à travers les différentes parois bureau 06. 65

Tableau II.34 : Apports à travers les différentes parois bureau 05. 66

Tableau II.35 : Apports à travers les différentes parois salle des revus et périodique + halle + banque de près livre e' prévus. 67

Tableau II.36 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture 01. 68

Tableau II.37 : Apports à travers les différentes parois locales d'entretien. 68

Tableau II.38 : Apports à travers les différentes parois espace net et informatique. 69

Tableau II.39: Apports à travers les différentes parois bureau 02. 69

Tableau II.40 : Apports à travers les différentes parois bureau 01. 70

Tableau II.41 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture des enseignants. 71

Tableau II.42 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture 02. 72

Tableau II.43 : Apports à travers les différentes parois locales d'entretien. 73

Tableau II.44 : Apports à travers les différentes parois bureau 04. 73

Tableau II.45: Apports à travers les différentes parois bureau 03. 74

Tableau II.46: Apports à travers les différentes parois atelier de relieurs et divers de livre. . 75

Tableau II.47: Apports thermiques total 75

Tableau III.1 : Choix d'unité extérieure de L'entrée sole. 85

Tableau III.2 : Choix d'unité extérieure de RCD. 85

Tableau III.3 : Choix d'unité extérieure de 1ere étage. 85

Tableau III.4 : choix des unités intérieures différents locaux de (L'entrée sole) 86

Tableau III.5 : choix des unités intérieures différents locaux de (RCD).....86

Tableau III.6 : choix des unités intérieures différents locaux de (1ereétage)..……..87

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Vue par satellite de l'université de Médéa (faculté des sciences humaines et sociale).....2

Figure I.2 : Vue par satellite du (bibliothèque).....3

Figure I.3 : Plan de L'entrée sol.....5

Figure I.4 : Plan du RDC.....6

Figure I.5 : Plan du 1er étage.....7

Figure I .6 : Différents couches de Mur extérieur double cloison.....10

Figure I .7 : Différents couches de Mur extérieur voile (béton armé).....11

Figure I .8 : Différentes couches de Mur intérieure (simple).....12

Figure I .9 : Différents couches de plancher entre étage.....13

Figure I .10 : Différents couches de plancher sur sol.....14

Figure I .11 : Les différentes couches de toiture.....15

Figure I .12 : Différents couches de mur voile contact avec le sol.....16

Figure I.13: Déférents températures de la condensation superficielle.....21

Figure I .14 : Valeur de température de rosé à l'aide (Logicielle Thermoptime psychrométrique).....22

FigureI.15: Diagramme de GLASER (mur extérieur double cloison).....25

FigureI.16: Diagramme de GLASER (mur extérieur voile).....26

Figure II.1: Périmètre intérieur pour les planchers bas et Périmètre extérieur des murs enterrés.....30

Figure III.1 : unité intérieure type (cassette).....79

Figure III.2 : unité extérieure.....79

Figure III. 3 : Schéma d'une installation VRV.....79

Figure III.4 : raccord REFNET.....83

Figure III.5 : unité intérieure FXCQ20MEV (logicielle DAIKIN).....86

Figure III.6 : unité extérieure RXQ2OPAY1 (logicielle DAIKIN).....86

Figure III.7 : Schéma de l'installation climatisation de (l'entrée sole)avec logicielle DAIKIN 86

Figure III.8: Schéma de l'installation climatisation de (RCD) avec logicielle DAIKIN 87

Figure III.9 : Schéma de l'installation climatisation de (1ere étage) avec logicielle DAIKIN 87

Figure III.10 : Réseaux hydraulique du (L'entrée sole).....88

Figure III.11 : Réseaux hydraulique du (RCD) 89

Figure III.12 : Réseaux hydraulique du (1ere étage) 90

Figure IV.1 : VRV 2 tubes, fonctionnement froid 92

Figure IV.2 : Comparaison des durées nécessaires à l'obtention de la température de consigne entre des machines à vitesse constante et des machines dotées de la technologie Inverter.....92

Figure IV.3 : Régulation froid seul 93

Figure IV.4 : Cycle d'arrêt / Démarrage moins fréquent 94

Figure IV.5 : Contrôle PID de compresseurs (inverter et non inverter).....94

Figure IV.6 : Télécommande sans fille 95

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/m².°C
Φ	Humidité relative	%
L	Latitude	degré
N	Coefficient d'amortissement	
R	Résistance thermique d'une couche de matériau	W/m².°C
S	Surface d'une paroi opaque	m²
Tbi	Température intérieure de base	°C
Tbe	Température extérieure de base	°C
SV	Surface vitrée	m²
V	Volume	m³
e'	Coefficient relatif à la nature des locaux	W/m².°C
ei	Epaisseur	m
Alt	Altitude	m
K	Coefficient de transmission surfacique	W/m².°C
Kvn	Coefficient de transmission surfacique du vitrage nu	W/m².°C
Ks	le coefficient de transmission linéique du plancher bas ou du mur	W/m.°C
h e	Coefficient extérieur d'échanges superficiels	W/m².°C
h i	Coefficient intérieur d'échanges superficiels	W/m².°C
Tbi	Température intérieure de base	°C

Tbe	Température extérieure de base	°C
R	Résistance thermique ; cas général	m².°C/W
A	coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique	W/m².°C
Cme	coefficient de majoration	W/m².°C
PVI	Paroi vitrée	
PV	Paroi vertical	
PH	Paroi horizontale	
Vap	Vapeur	
Sup	Supérieur	
Sf	Soufflage	
S	Sensible	
Réf	Référence	
An	Air neuf	
l	Latent	
Inf	air d'infiltration	
B	Base	
i	Intérieur	
e	Extérieur	
B	Base	
D	Déperditions thermiques totales	W/°C
DT	Déperditions thermiques par transmission	W/°C
Ds	Déperditions surfaciques à travers les partiescourantes des parois en contact avec l'extérieur	W/°C
Dli	Déperditions à travers les liaisons	W/°C
Dsol	Déperditions à travers les parois en contact avec le sol	W/°C
DInc	Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés	W/°C
DR	DR Déperditions thermiques par renouvellement	W/°C
Dréf	Déperditions par transmission de référence	W/°C
D	Déperditions thermiques totales	W/°C
DT	Déperditions thermiques par transmission	W/°C
Ds	Déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur	W/°C
Dli	Déperditions à travers les liaisons	W/°C

Dsol	Déperditions à travers les parois en contact avec le sol	W/°C
Dlnc	Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés	W/°C
DR	Déperditions thermiques par renouvellement	W/°C
Dréf	Déperditions par transmission de référence	W/°C
DB	Déperditions de base	W
Q	Puissance de chauffage fournie par une	W
N	Taux horaire de renouvellement d'air	h^{-1}
Pp	Perméabilité à l'air d'une paroi	m^3/h
Po	Perméabilité à l'air d'un ouvrant	$m^3/h.m^2$
PV	Perméabilité à l'air d'un volume	m^3/h
PL	Perméabilité à l'air d'un logement	m^3/h
Ev	Coefficient d'exposition au vent	
H	Hauteur moyenne des ouvrants au-dessus du sol	m
P	Différence de pression - Calcul du débit	
Wn	la puissance nominale de l'ampoule ou tub fluorescent	W
Ccr	le pourcentage de chaleur résiduelle	
C	coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique	$W/m^2.°C$
PVI	Paroi vitrée	
PV	Paroi vertical	
PH	Paroi horizontale	
Vap	Vapeur	
Sup	Supérieur	
Sf	Soufflage	
S	Sensible	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Pour créer un milieu favorable dans un immeuble administratif, il faut prévoir une installation de climatisation d'après les besoins calorifiques (bilan thermique), être favorables à la vie occupants, leur santé et leur bien-être. La qualité d'une installation passe aussi par ses qualités acoustiques, esthétique et le maintien d'autre engagement (comme par exemple les absences de pannes), plus le côté financier (coût de l'installation, coût d'énergie).

Avec l'invention de l'électricité, c'est tout un monde des possibles qui s'ouvre aux ingénieurs de l'époque. C'est en 1902 que Willis Carrier, ingénieur américain, eut une idée lumineuse : assécher l'air en contrôlant l'humidité. D'abord crée pour assécher l'air dans les industries de l'imprimerie, la climatisation va se répandre dans l'industrie cinématographique, pour rafraîchir les hangars où étaient diffusés les films. Grâce à son invention, il est devenu possible de contrôler précisément la température et l'humidité, dans un but utilitaire mais aussi pour améliorer le confort de population.

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

- La température de l'air,
- L'humidité de l'air,
- Les mouvements de l'air, vitesses, débits, direction,
- La qualité de l'air, teneur en impuretés.

L'objectif dans ce projet c'est l'étude et conception d'une installation de climatisation pour un immeuble (Bibliothèque) à l'université YAHIA FARES (3000 places pédagogiques faculté des sciences humaines et sociale) situé à la wilaya de Médéa, ville (OUEZRA),

Dans ce mémoire, nous allons divisiez notre travail sur quatre chapitres :

Nous commençons par une introduction générale, puis le premier chapitre est consacré pour la base des calculs où nous avons présenté les paramètres dont nous avons besoin dans le calcul du bilan thermique avec l'étude de condensation ; Le deuxième chapitre comporte une présentation de la réglementation thermique utilisée ainsi que le calcul des bilans thermiques hivernal et estival ; Nous avons fait dans le troisième chapitre le choix du système de climatisation, sa présentation et ses caractéristiques, ensuite le tracé et le dimensionnement du réseau et on termine par le choix des équipements ; Le quatrième chapitre est réservé pour la régulation d'une installation de climatisation (VRV).

CHAPITRE 01 : BASSE DE CALCUL

BASE DES CALCULS

I.1.PRESENTATION ET DESCRIPTION DU PROJET

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

I.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

- Wilaya, Médéa
- Commune, Ouezra.
- Altitude du site par rapport au niveau de la mer, 884m.
- Latitude de la région où est implanté le projet, 36°28′12″ Nord.
- Longitude, 2°50′16″ Est.

Notre projet se trouve au nouveau campus de l'université YAHIA FARES (3000 places pédagogiques faculté des sciences humaines et sociale) à la ville de Ouezra qui se trouve à 100 km au sud d'Alger à la Wilaya de Médéa.



Figure I.1 : Vue par satellite de l'université de Médéa (faculté des sciences humaines et sociale) [7]



Figure I.2 : Vue par satellite du (bibliothèque) [7]

I.1.2 /-DESCRIPTION DE L'IMMEUBLE DE BUREAUX (bibliothèque):

L'immeuble de bibliothèque est composé d'un entrée sol, rez de chaussez et un étage (l'entrée sol+R+1).

Les différents locaux sont résumés dans les tableaux suivants :

Locaux	Surface (m^2)	Hauteur(m)	Volume (m^3)
Salle de stockage des livres 01	423,4	3,93	1663,962
Bureau 06	11,89	3,93	46,7277
Bureau 05	11,48	3,93	45,1164
Salle de stockage des livres 02	470,8	3,93	1850,244
Cage d'escalier 01	23,29	3,93	91,5297
Cage d'escalier 02	23,29	3,93	91,5297
Locale technique 01	3,39	3,93	13,3227
Locale technique 02	1 ,87	3,93	7,3491
Sanitaire 01	4,69	3,93	18,4317
Sanitaire 02	4,44	3,93	17,4492
Hall	221,5	3,93	870,495

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

Locaux	Surface (m²)	Hauteur(m)	Volume (m³)
Salle des prévues et périodique et Hall et Banques de prés livre et Prévus	768,09	3,93	3018,5937
Salle e lecture 01	635,1	3,93	2495,943
Local d'entretien	9,5	3,93	37,335
Bureau 01	11,45	3,93	44,9985
Espace net et informatique	96,79	3,93	380,3847
Sanitaire H	26,99	3,93	106,0707
Sanitaire F	25,87	3,93	101,6691
Escalier 02	21,69	3,93	85,2417
Escalier 01	21,99	3,93	86,4207
PC	1,21	3,93	4,7553
Local technique 01	10,3	3,93	40,479
Local technique 02	4	3,93	15,72

Tableau I.2 : Différents locaux de l'immeuble (RDC)

Locaux	Surface (m²)	Hauteur(m)	Volume (m³)
salle de lecture des enseignants	186	3,93	730,98
Salle e lecture 02	644,3	3,93	2532,099
Atelier de relieur et divers	186	3,93	730,98
Bureau 03	12,4	3,93	48,732
Bureau 04	12,8	3,93	50,304
Local d'entretien	3,5	3,93	13,755
Hall	214,31	3,93	842,2383
Sanitaire H	19,19	3,93	75,4167
Sanitaire F	18,18	3,93	71,4474
Escalier 02	21,69	3,93	85,2417
Escalier 01	21,99	3,93	86,4207
Local technique 01	3,42	3,93	13,4406
Local technique 02	0,96	3,93	3,7728

Tableau I.3 : Différents locaux de l'immeuble. (1er étage)

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

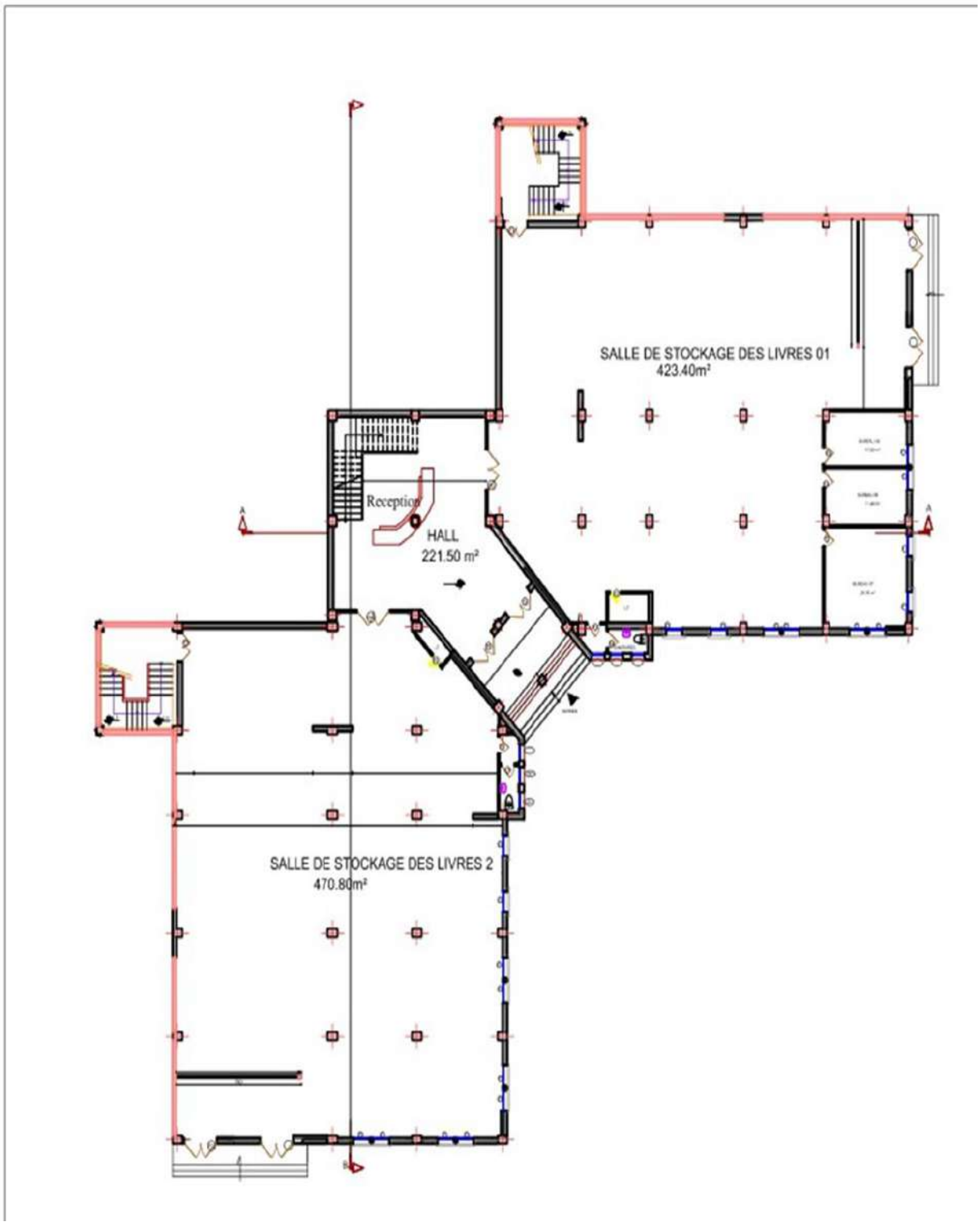


Figure I.3 : Plan de L'entrée sol

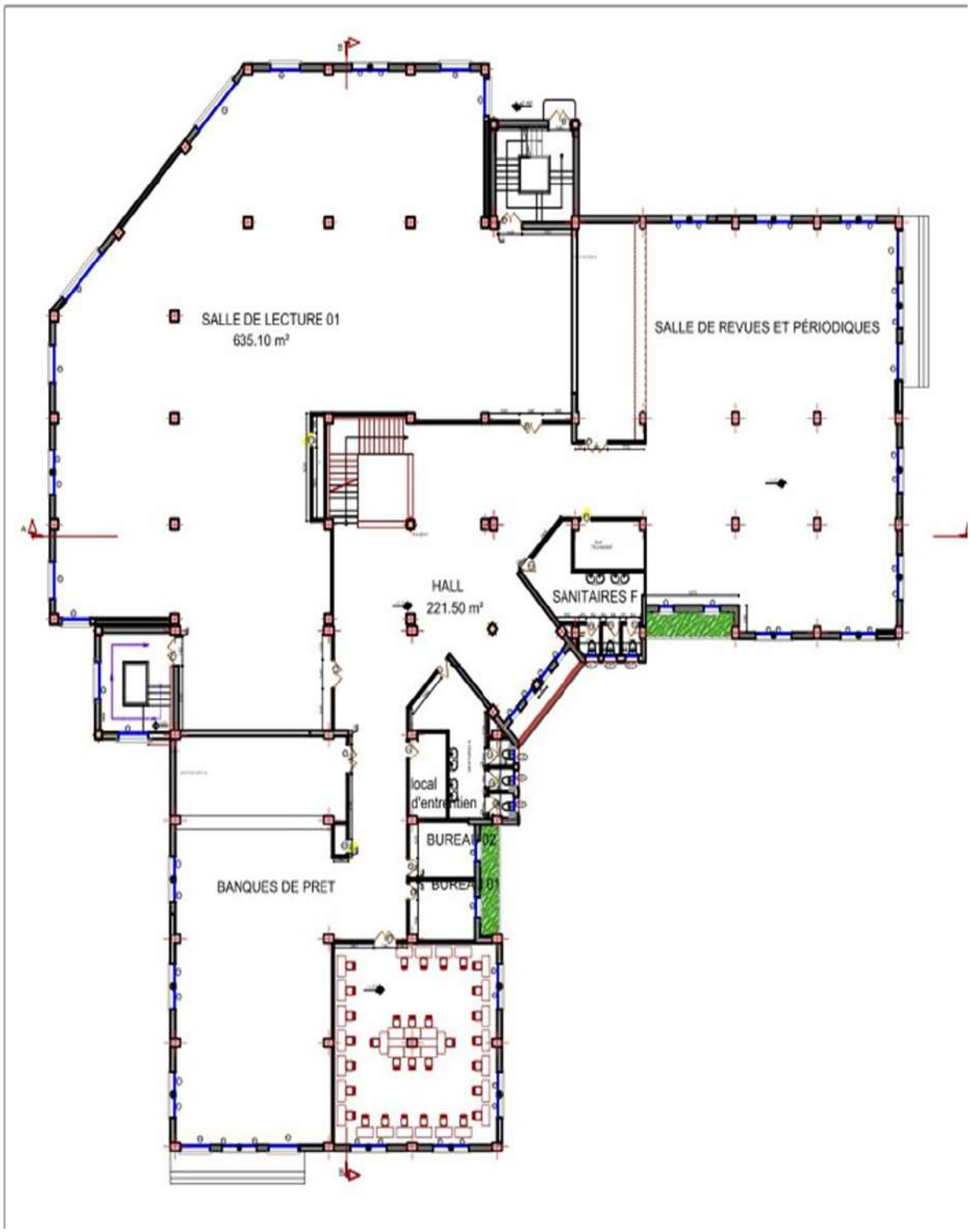


Figure I.4 : Plan du RDC

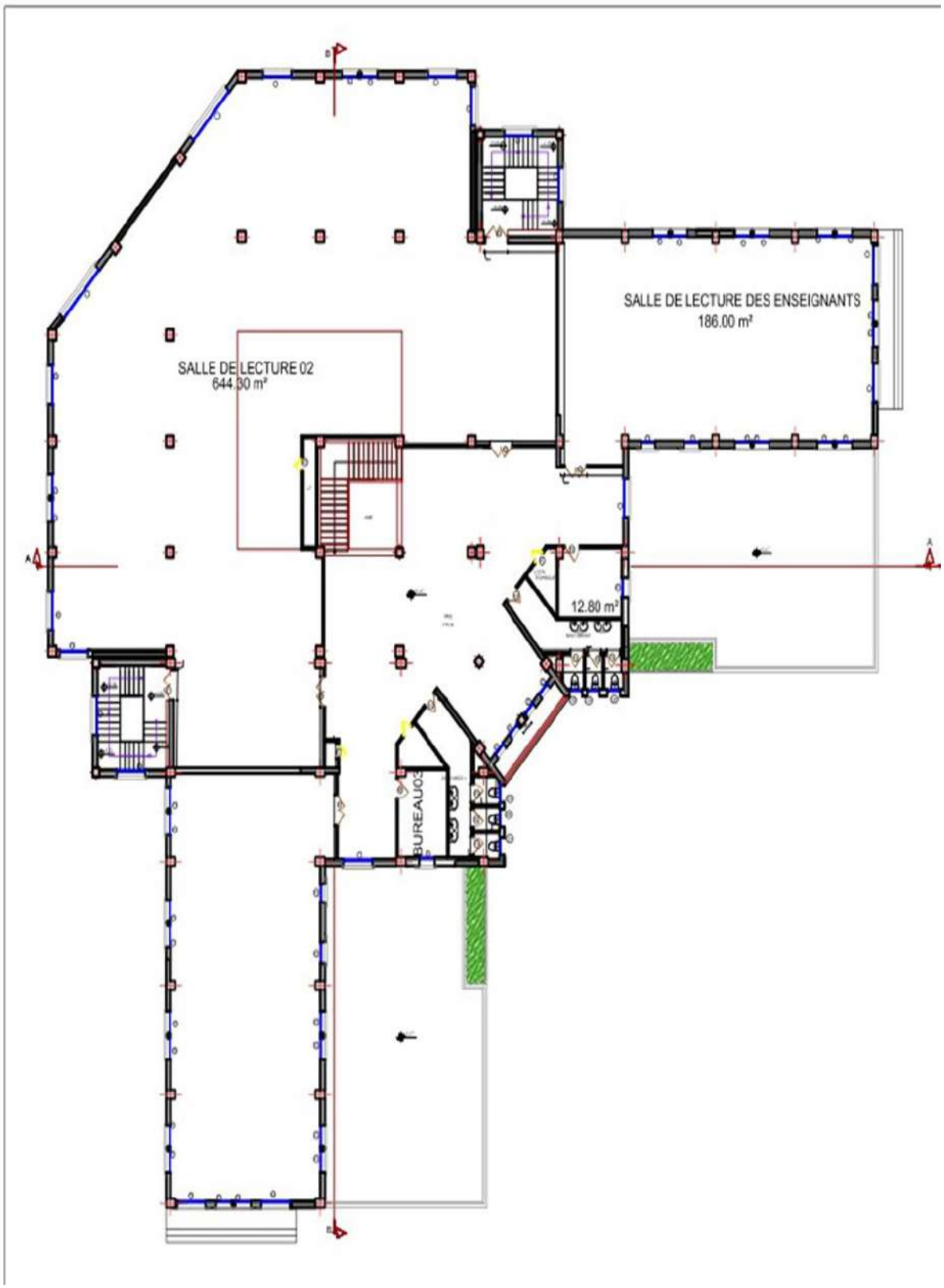


Figure I.5 : Plan du 1er étage

I.1.3. Zone climatique : [1]

La détermination de la zone climatique pour le projet se fait selon la classification thermique (hivernale et estivale) des communes d'Algérie donnée dans l'annexe(A) tableau A.1, A.2.

Dans notre cas le projet situe dans la zone climatique B dans la période hivernale, qu'est une sous zone distinguée de la zone climatique B qui comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien , et la zone climatique A dans la période estivale , La zone climatique A comprend le rivage de la mer au nord et les plaines côtières au sud.

I.1.4. Conditions de base : [1]

Les conditions de base auront une influence directe sur le bilan thermique (voir chapitre bilan thermique) de l'installation de climatisation, puisqu'elle détermine la différence de température et d'humidité absolue entre l'air extérieur et l'air intérieur. Selon la saison et l'environnement, on distingue deux types de conditions de base :

- Conditions extérieures de base (en été et en hiver).
- Conditions intérieures de base (en été et en hiver).

I.1.4.1. Conditions extérieures de base : [1]

	Zone	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Température de base (°C)	L'humidité relative (%)
Période hivernal	B	884	36,28 N	2,5 E	-5,5	80
Période estival	A				33,5	40

Tableau I.4 : Conditions extérieures de base

I.1.4.2/- Conditions intérieures de base : [1]

	Période hivernal		Période estivale	
DESIGNATION	T (°C)	φ(%)	T (°C)	φ(%)
les salles de lectures	21	50	24	45
les bureaux	21	50	24	45
espace net et informatique	21	50	24	45
les locaux d'entretien	21	50	24	45
les salles des stockages des livres	21	50	24	45
atelier de relieur et dives de livre	21	50	24	45
salle des revus et périodique	21	50	24	45
banque de pré livre prévus	21	50	24	45

Tableau I.5 : conditions intérieures de base.

I .2.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 thermiques du bâtiment ou local, ce qui nous permettent de connaître les facteurs qui auront une influence sur le calcul, c'est-à-dire il faut connaître les données sur les parois et leurs structures ; murs, planchers, toitures, les fenêtres ainsi que les portes….etc.

I .2.1.Calcul thermique de paroi : [2]

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, toits, 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.

I .2.2.Calcul de coefficient K :

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

$K=1/R_{tot}$ tel que $R_{tot}=R_i+\sum R_l+R_e$

Donc : $k=1/(R_i+\sum R_l+R_e)$ avec : $R_i=1/h_i$ et $R_e=1/h_e$ et $R_l=e/\lambda$

I .2.3 Application au projet :

- **Mur extérieur :**

- Double cloison il est constitué de 6 couches :

Figure I .6 : Différents couches de Mur extérieur double cloison

Construction	Couche	Epaisseur [m]	λ [W / m.°C]	R [m²°C / W]		∑R [m2°C / W]		K [W/ m².°C]	
				Eté	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur		-	-	0,1	0,11	0,8857 1429	0,91571 429	1,1290 3226	1,09204 368
Enduit au plâtre	1	0,02	0,35	0,05714 286	0,057142 86				
Enduit au ciment	2	0,02	1,4	0,01428 571	0,014285 71				
Brique creuse	3	0,1	0,5	0,2	0,2				
Lame d'air	4	0,05		0,16	0,16				
Brique creuse	5	0,15	0,5	0,3	0,3				
Enduit au ciment	6	0,02	1,4	0,01428 571	0,014285 71				
Air extérieur		-	-	0,04	0,06				

Tableau I.6: Coefficient de transmission K de mur (double cloison)

- Mur voile : il est constitué de 4 couches :

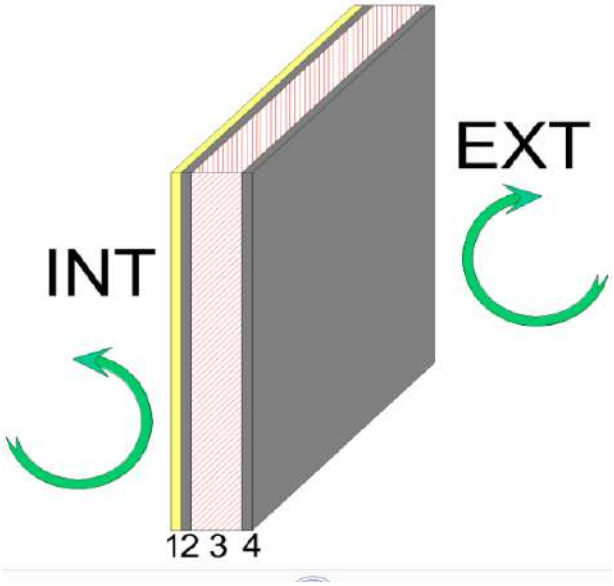


Figure I .7 : Différents couches de Mur extérieur voile (béton armé)

Construction	Epaisseur [m]	λ [W / m.°C]	R [m²°C / W] été	R [m²°C / W] hiver	∑R [m2°C / W] été	∑R [m2°C / W] hiver	K [W/ m².°C] été	K [W/ m².°C] hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,34	0,37	2,94117647	2,7027027
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714286	0,05714286				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Béton armé	0,2	1,75	0,11428571	0,11428571				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Air extérieur	-	-	0,04	0,06				

Tableau I.7: Coefficient de transmission K de mur Voile

- Mur simple extérieure constitué 3 couche : ANNEX D tableau D.5

➢ **Mur intérieur (entre locaux):**

- Mur simple il est constitué de 3 couches :

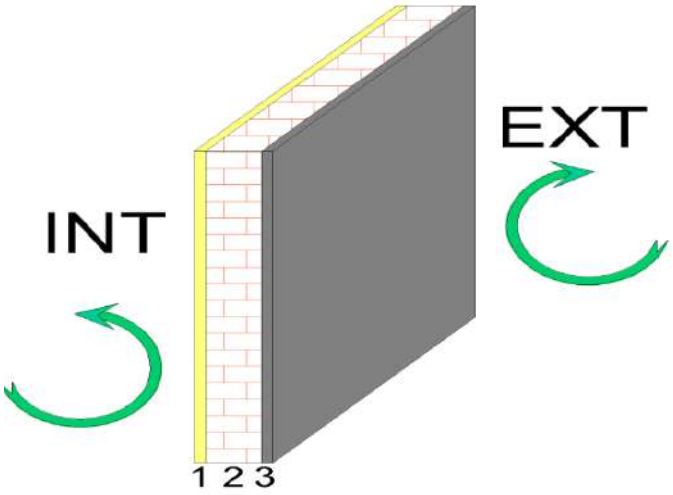


Figure I .8 : Différentes couches de Mur intérieure (simple)

Construction	Epaisseur	λ	R [m²°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m².°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	Eté	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,48142857	0,49142857	2,07715134	2,03488372
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714286	0,05714286				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Air extérieur	-	-	0,11	0,11				

Tableau I.8: Coefficient de transmission K de mur simple

- Mur double cloison + voile il est constitué de 10 couches : ANNEX D tableau D.1
- Mur double cloison il est constitué de 6 couches : ANNEX D Tableau D.2
- Mur voile il est constitué de 4 couches : ANNEX D Tableau D.3

➢ **Plancher entre étage :**

Le plancher entre étage est composé de 5 couches:

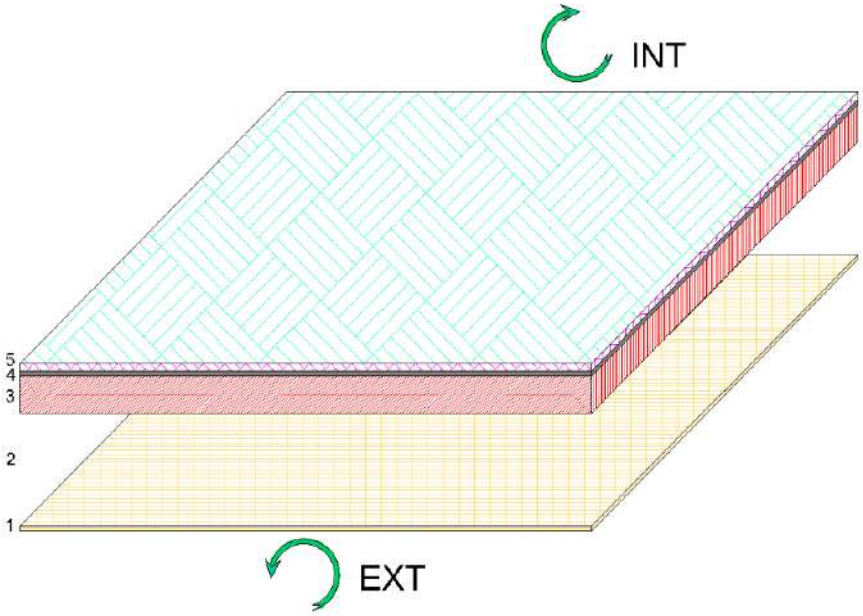


Figure I .9 : Différents couches de plancher entre étage

Construction	Epaisseur	λ	R [m²°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m².°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	Hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,08	0,17	0,50142 857	0,67142 857	1,9943 0199	1,4893 617
faux plafond	0,02	0,35	0,05714 286	0,057142 86				
Lame d'air	0,45		0,16	0,16				
Béton armé	0,15	1,75	0,08571 429	0,085714 29				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428 571	0,014285 71				
carrelage (granito)	0,03	2,1	0,01428 571	0,014285 71				
Air extérieur	-	-	0,09	0,17				

Tableau I.9: Coefficient de transmission K de plancher entre étage

➢ **Plancher sur sol :**

Le plancher sur sol est composé de 8 couches:

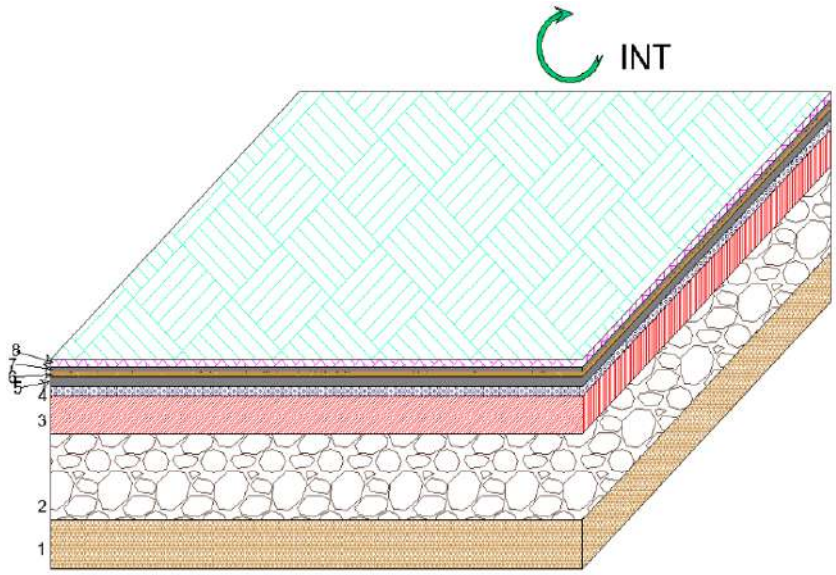


Figure I .10 : Différents couches de plancher sur sol

Construction	Epaisseur	λ	R [m²°C / W]		∑R [m2°C / W]		K [W/ m². °C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,08	0,17	1,30057 254	1,39057 254	0,76889 214	0,7191 2825
carrellage (granito)	0,03	2,1	0,014285 71	0,01428571				
ciment	0,025	1,4	0,017857 14	0,01785714				
Lit de sable	0,02	0,6	0,033333 33	0,03333333				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,014285 71	0,01428571				
Polystyréne	0,04	0,046	0,869565 22	0,86956522				
Béton armé	0,1	1,75	0,057142 86	0,05714286				
pierres (Grés quartzeux)	0,34	2,6	0,130769 23	0,13076923				
sol	0,2	2,4	0,083333 33	0,08333333				

Tableau I.10: Coefficient de transmission K de Plancher sur sol

- **Toitures :**

Toiture est composée de 8 couches:

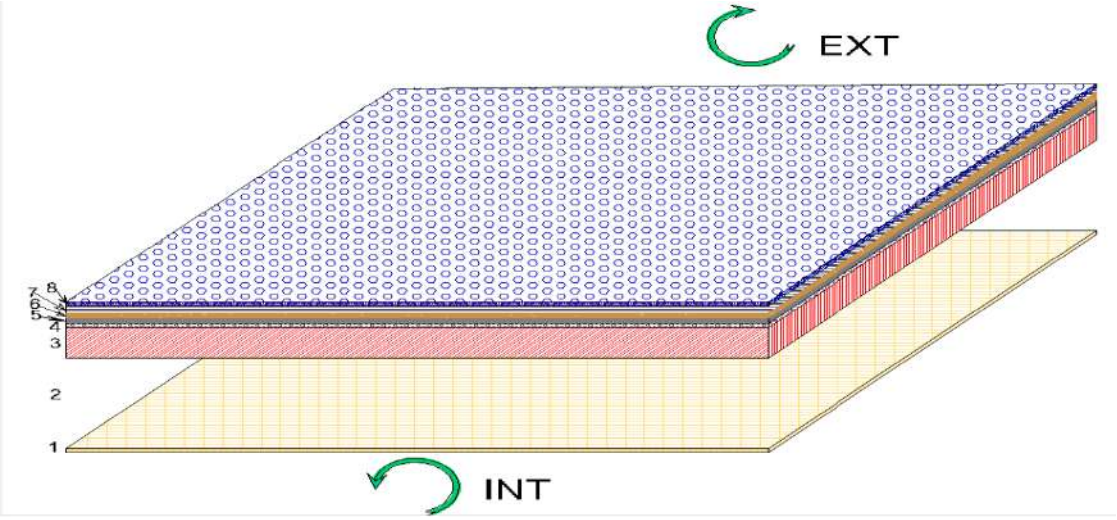


Figure I .11 : Les différentes couches de toiture

Construction	Epaisseur	λ	R [m²°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m².°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,16	0,09	1,5715 2882	1,5115 2882	0,6363 2304	0,6615 8183
faux plafond	0,02	0,35	0,05714 286	0,05714 286				
Lame d'air	0,45		0,16	0,16				
Béton armé	0,15	1,75	0,08571 429	0,08571 429				
polystyrène	0,04	0,046	0,86956 522	0,86956 522				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428 571	0,01428 571				
Lit de sable	0,02	0,6	0,03333 333	0,03333 333				
Carte bitumée	0,03	0,23	0,13043 478	0,13043 478				
Gravillon	0,02	0,95	0,02105 263	0,02105 263				
Air extérieur	-	-	0,04	0,05				

Tableau I.11: Coefficient de transmission K de toiture

➢ **Mur voile contact avec le sol :**

- Mur voile est composé de 6 couches:

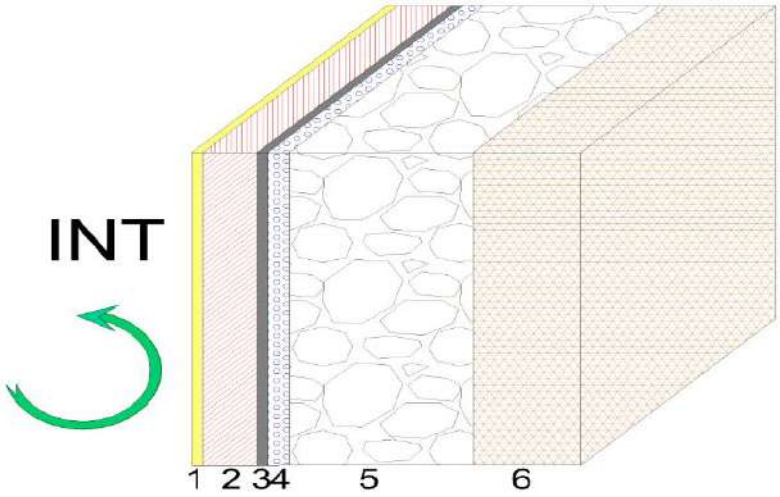


Figure I .12 : Différents couches de mur voile contact avec le sol

Construction	Epaisseur	λ	R [m²°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m².°C]	
	[m]	[W / m°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	1,3693 8207	1,3793 8207	0,7302 5639	0,7249 623
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714 286	0,05714 286				
Béton armé	0,2	1,75	0,11428 571	0,11428 571				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428 571	0,01428 571				
Polystyréne	0,04	0,046	0,86956 522	0,86956 522				
pierres (Grés quartzeux)	0,34	2,6	0,13076 923	0,13076 923				
sol	0,2	2,4	0,08333 333	0,08333 333				

Tableau I.12: Coefficient de transmission K de Mur voile contact avec le sol

- Mur double cloison est composé de 8 couches: ANNEX D .tableau D.4

- **Portes et fenêtres :**

Porte et Fenêtre	Type	Huisserie	Hauteur (m)	Largeur (m)	Surface (m²)
fenêtre	F1	Cadre en Aluminium +verre Stop sol de 4(mm)	1,8	1	1,8
	F2	Cadre en aluminium +verre Stop sol de 4(mm)	2,8	0,7	1,96
	F3	Cadre en aluminium +verre Stop sol de 4(mm)	1,85	1,8	3,33
	F4	Cadre en aluminium +verre Stop sol de 4(mm)	2,5	3,2	8
	CH1	Cadre en aluminium +verre Stop sol de 4(mm)	0,6	0,8	0,48
Portes opaques	PE	Bois plain	2,5	1,8	4,5
	PE2	Bois plain	2,5	2	5
	P1	Bois plain (sapin rouge de nord)	2,2	1,4	3,08
	P2	Bois plain (sapin rouge de nord)	2,2	0,94	2,068
	P3	Bois plain (sapin rouge de nord)	2,2	0,84	1,848
	P4	Bois plain (sapin rouge de nord)	2,2	0,75	1,65
	PC	Bois plain (sapin rouge de nord)	2,2	0,67	1,474

Tableau I.13: Différents portes et fenêtres

Portes :

Portes en bois (Portes opaques):

K = 3,5 w/m2°C (Portes donnant sur l'extérieur)

K = 2 w/m2°C (Portes donnant sur un local non chauffé) DTR C 3 2 tableau A.3

Fenêtre :

Le coefficient K des parois vitrées est donné par la formule suivante :

$$1/K = (1/K_{wn}) + (r_v + r'_{rid} + r_{occ})$$

où :

- Kwn (en W/m². °C) représente le coefficient K du vitrage nu ;
- rv (en m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des voilages éventuels ; on adopte rv = 0,025 m². °C/W;
- rrid (en m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des rideaux éventuels ; on adopte rrid = 0,030 m². °C/W;

- rocc (en m². °C/W) représente la résistance supplémentaire des occultations. $r'_{occ}= (e_{occ}/\lambda_{occ})$

Où :

- e_{occ} (en m) représente l'épaisseur de l'occultation,
- λ_{occ} (en W/m.°C) représente la conductivité thermique du matériau constituant l'occultation ; les valeurs des conductivités thermiques des différents matériaux de construction sont données en tableau A.5.

	K_{wn}	R'_v	r'_{rid}	r'_{occ}	e'_{occ}	λ'_{occ}	K
vitrée de toiture	0,15384615	0,025	0,03	0,00113043	0,1	230	4,76243569
vitrée de parois verticales	0,17241379	0,025	0,03	0,00113043	0,1	230	4,3755207

Tableau I.14: Valeur de coefficient K pour les fenêtres

I .3.Etude de la stabilité thermique :

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

I .3.1.La résistance minimale R_{min} :

La résistance thermique d'une paroi exposée à l'extérieur doit être supérieure à une certaine valeur appelé résistance minimale R_{min} , 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 :

$R_{min}= [n (T_i-T_e)/ (\Delta\theta_{max})*hi]$ (m². °C/W)

Avec :

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

Te : la température extérieur (°C).

hi : coefficient superficiel de la chaleur (m². °C /W).

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

n=1 pour mur extérieur

n=0.9 pour terrasse et plancher sur sol.

n=0.75 pour plancher sur vide sanitaire ventile.

n=0.6 pour plancher sur vide sanitaire non ventile.

$\Delta\theta_{max}$: La différence de température maximale entre l'air intérieur et la surface des parois (°.C).

$\Delta\theta max$=5°C pour les murs extérieur.

$\Delta\theta$=4.5°Cpour les terrasses.

On doit vérifier : $R_{paroi} > R_{min}$ et R_{paroi}=1/K(m².°C/W)

- **Application au projet :**

- Mur extérieur :

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

1/hi = 0,11 hi= 1/0,11 donc : hi= 9,09

Rmin= [1*(21+25)/ (5*9,09)] ⇒Rmin =0,583058311 (m². °C /w)

Rparoi= 1/K et K=1,092 ⇒Rparoi= 1/1,092

Rparoi=0,91571429 (m². °C /w)

parois	type de mure	Ti (°C)	Te (°C)	ΔT (°C)	Δθmax (°C)	n	hi [W/m². °C]	Rmin [m² C° / W]	Rparois [m²C°/ W]	Rmin < Rparois
mur extérieure	voile	21	-5,5	26,5	5	1	9,09	0,5830 5831	0,37	
	double cloison	21	-5,5	26,5	5	1	9,09	0,5830 5831	0,9157 1429	vérifiée
mur extérieure contact avec le sol	voile	21	-5,5	26,5	5	1	9,09	0,5830 5831	1,3793 8207	vérifiée
	double cloison	21	-5,5	26,5	5	1	9,09	0,5830 5831	1,0698 1685	vérifiée
toiture	dalle plaine	21	-5,5	26,5	4,5	0,9	11,11	0,4770 477	0,6419 636	vérifiée
plancher sur la sole	dalle plaine	21	-5,5	26,5	4,5	0,9	5,88	0,9013 6054	1,3905 7254	vérifiée

Tableau I.15: vérification de la condition (Rmin< Rparois) pour chaque type de Parois extérieure de la construction.

On remarque que Rmin<Rparoi donc la structure est bonne sauf le mur voile extérieur où il faut modifier la construction de mur pour assurer une bonne isolation thermique dans la paroi :

Construction	Epaisseur	λ	R [m².°C / W]		∑R [m².°C / W]		K [W/ m².°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,9747 8261	1,0047 8261	1,0258 6976	0,9952 4016
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714 286	0,0571 4286				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428 571	0,0142 8571				
Béton armé	0,2	1,75	0,11428 571	0,1142 8571				
Polystyréne	0,02	0,046	0,43478 261	0,4347 8261				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428 571	0,0142 8571				
Air extérieur	-	-	0,04	0,06				

Tableau I.16: proposition pour une bonne isolation thermique

I .3.2.Etude de la condensation:

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

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

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

I .3.3.La condensation superficielle :

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

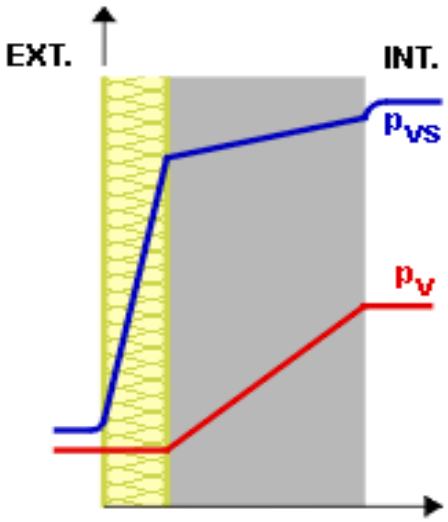


Figure I.13: Déférents températures de la condensation superficielle.

$$\theta i=Ti-[1/hi\times(Ti-Te)\times K]$$

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. °C).

Des condensations se manifesteront sur la face intérieure des parois si la température superficielle est inférieure au point de rosé de l'ambiance intérieure θi<Tr.

Application au projet :

- **Contact avec l'extérieur (double cloison):**

On a Ti=21 °C Te= -5,5°C

Et

Ti=21 °C , φ= 50% ⇒ Après (Logicielle Thermoptime psychrométrique) Tr=10,19°C

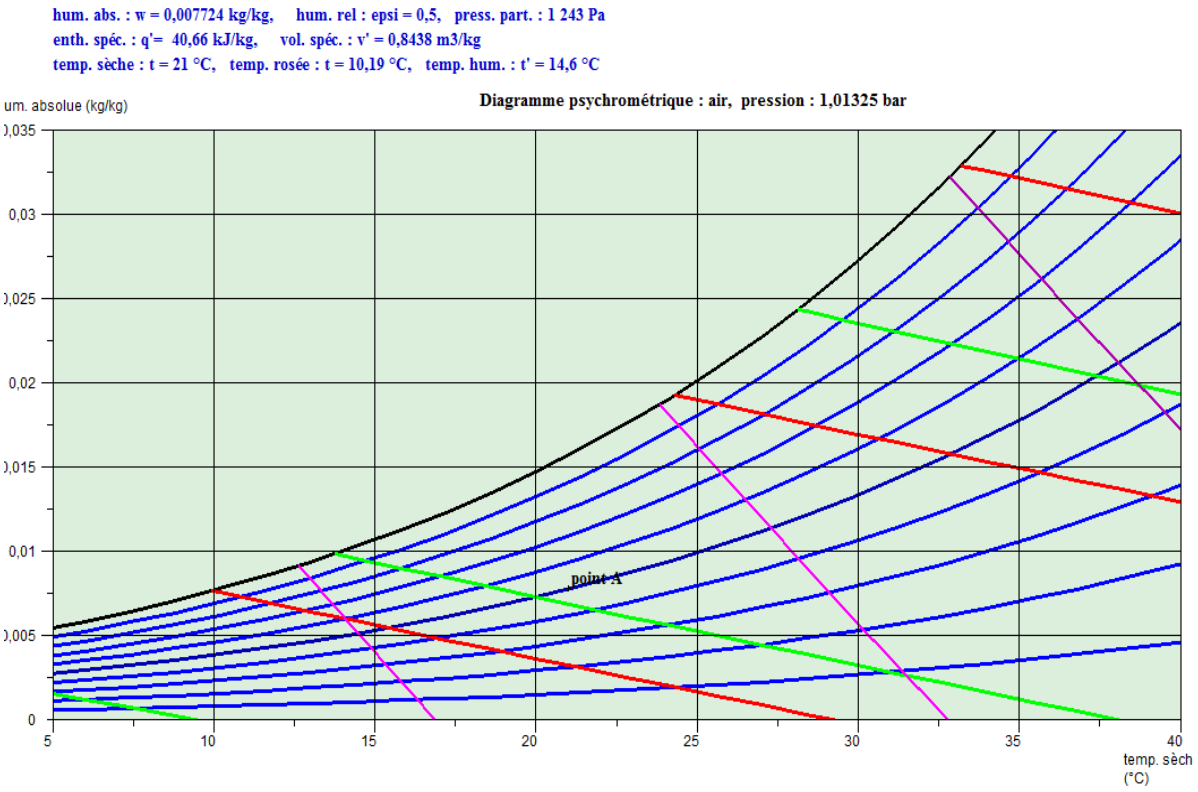


Figure I .14 : Valeur de température de rosé à l'aide (Logicielle Thermoptime psychrométrique)

θi=21-0,11(21+5,5) 1,09204368174727⇒ θi= 17,8166926677067°C

θi= 17,8166926677067°C > Tr=10,19°C

- **Contact avec l'extérieur (voile):**

θi=21-0,11(21+5,5) 0,99524015577672⇒θi= 18,0988749459109°C

θi= 18,0988749459109°C > Tr=10,19°C

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

I .3.4.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.

I .3.4.1. 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 à montrer que pour une ambiance donnée (température et humidité) il y aura condensation si la température de l'ambiance (ou localement) si la température de surface d'une paroi en contact avec l'ambiance s'abaisse en dessous de la température de rosée.

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

Application au projet :

- **Contact avec l'extérieur (double cloison) :**

$$Tj=T_{j-i}-K\,(ej/\lambda j)\,(Ti-Te) \qquad (°C)$$

Epaisseur [m]	λ [W / m.°C]	e/λ [W / °C]	Ti-Te [°C]	K [W / m.°C]	T [°C]
				1,09204368	17,81669267
0,02	0,35	0,05714286	26		16,19422777
0,02	1,4	0,01428571	26		15,78861154
0,1	0,5	0,2	26		10,1099844
0,05	0,3125	0,16	26		5,567082683
0,15	0,5	0,3	26		-2,95085803
0,02	1,4	0,01428571	26		-3,35647426

Tableau I.17: condensation dans un mur extérieur (double cloison)

- **Contact avec l'extérieur (voile) :**

Epaisseur [m]	λ [W / m°C]	e/λ [W / °C]	Ti-Te [°C]	K [W / m°C]	T [°C]
				0,99524016	18,0988749
0,02	0,35	0,05714286	26		16,6202324
0,02	1,4	0,01428571	26		16,2505718
0,2	1,75	0,11428571	26		13,2932868
0,02	0,046	0,43478261	26		2,04274587
0,1	0,5	0,2	26		-3,1325029
0,02	1,4	0,01428571	26		-3,5021635

Tableau I.18: condensation dans un mur extérieur (voile)

I .3.5. Détermination des pressions de saturation:

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

Psaturation= 610,5 exp[(17,269T-4717,03)/(T-35,85)**] pour T ≥ 273,15 K**

Psaturation= 610,5 exp[(21,875T-5975,6/(T-7,65)**] pour T < 273,15 K**(Norme NF EN ISO 13788).

-Mur (double cloison) :

T(°C)	17,816	16,194	15,788	10,109	5,5670	-2,950	-3,356
PSaturations (pa)	2039	1839	1792	1235	907	468	452

Tableau I.19: Les pressions partielles au niveau des interfaces.

-Mur (voile) :

T(°C)	18,098	16,62	16,25	13,293	2,042	-3,132	-3,502
PSaturations (pa)	2057	1890	1846	1525	708	461	447

Tableau I.20: Les pressions partielles au niveau des interfaces.

I .3.6. Détermination des pressions partielles :

-Mur (double cloison) :

$\varphi=Pv/Ps$ $\Rightarrow Pv= \varphi . Ps$ (kpa)

$Pvi=\varphi . Psi$ $\varphi= 50\%$ $Pvi= 0,5*2, 039 \Rightarrow Pvi=1,0195$kpa.

$Pve=\varphi.Pse$ $\varphi= 80\%$ $Pve= 0,8*0,452$ $Pve=0,3616$ kpa.

	Epaisseur [m]	π [g/m.h.Kpa]	e/π [m².h.Kpa/g]	∑e/π [m².h.Kpa/g]
Enduit au plâtre	0,02	3,36896941	0,00593653	0,09071593
Enduit au ciment	0,02	3,30045535	0,00605977	
Brique creuse	0,1	2,3001871	0,04347472	
Lame d'air	0,05	1,41864485	0,0352449	
Brique creuse	0,15	0	0	
Enduit au ciment	0,02	0	0	

Tableau I.21:La résistance de chaque couche.

$Pvn=Pve+(en/\pi n).[(Pvi-Pve)/\sum(en/\pi n)]$

$(Pvi-Pve)/\sum(en/\pi n)= (1,019-0,3616)/ 0,0907159307370478=7,30$

$Pv1=Pve+ (e1/\pi 1) (7,30)=0,404$

$Pv1=Pve+ [(e1/\pi 1) + (e2/\pi 2)] (7,30)=0,449$

$Pv1=Pve+ [(e1/\pi 1) + (e2/\pi 2) + (e3/\pi 3)] (7,30)=0,766$

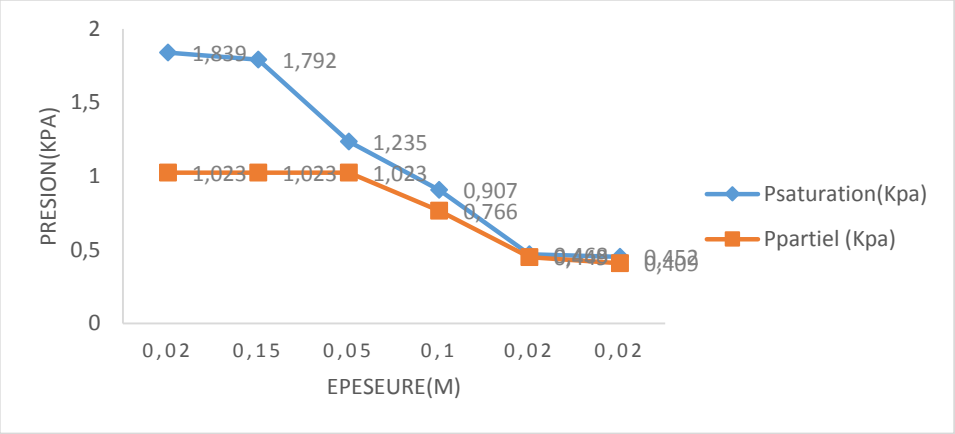
$Pv1=Pve+ [(e1/\pi 1) + (e2/\pi 2) + (e3/\pi 3) + (e4/\pi 4)] (7,30)=1,023$

$Pv1=Pve+ [(e1/\pi 1) + (e2/\pi 2) + (e3/\pi 3) + (e4/\pi 4) + (e5/\pi 5)] (7,30)= 1,023$

$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)+(e_3/\pi_3)+(e_4/\pi_4)+(e_5/\pi_5)+(e_6/\pi_6)]$ (7,30)= 1,023

e (m)	0,02	0,15	0,05	0,1	0,02	0,02
Psaturation(Kpa)	1,839	1,792	1,235	0,907	0,468	0,452
Ppartiel (Kpa)	1,023	1,023	1,023	0,766	0,449	0,404

Tableau I.22: Pression de saturation et pression partielle.(mur extérieur double cloison).



FigureI.15: Diagramme de GLASER (mur extérieur double cloison).

-Mur (voile) :

$\varphi=P_v/P_s$ $\Rightarrow P_v=\varphi . P_s$ (kpa)

$P_{vi}=\varphi . P_{si}$ φ= 50% Pvi= 0,5.2, 057⇒Pvi=1,0285kpa.

$P_{ve}=\varphi . P_{se}$ φ= 80% Pve= 0,8*0, 447 Pve=0,3576 kpa.

	Epaisseur [m]	π [g/m.h.Kpa]	e/π [m².h.Kpa/g]	∑e/π [m².h.Kpa/g]
Enduit au plâtre	0,02	3,44057727	0,00581298	0,11314819
Enduit au ciment	0,02	3,37846073	0,00591986	
Béton armé	0,2	2,87116065	0,06965824	
Polystyréne	0,02	0,62978003	0,03175712	
Brique creuse	0,1	0	0	
Enduit au ciment	0,02	0	0	

Tableau I.23:La résistance de chaque couche.

$P_{vn}=P_{ve}+(e_n/\pi_n).[(P_{vi}-P_{ve})/\sum(e_n/\pi_n)]$

$(P_{vi}-P_{ve})/\sum(e_n/\pi_n)$= (1,0285-0,3576)/ 0,113148194389787=6,09

$(P_{vi}-P_{ve})/\sum(e_n/\pi_n)$= (1,019-0,3616)/ 1,44144733=0,453

$P_{v1}=P_{ve}+(e_1/\pi_1)$ (6,09)=0,393

$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)]$ (6,09)=0,429

$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)+(e_3/\pi_3)]$ (6,09)=0,85

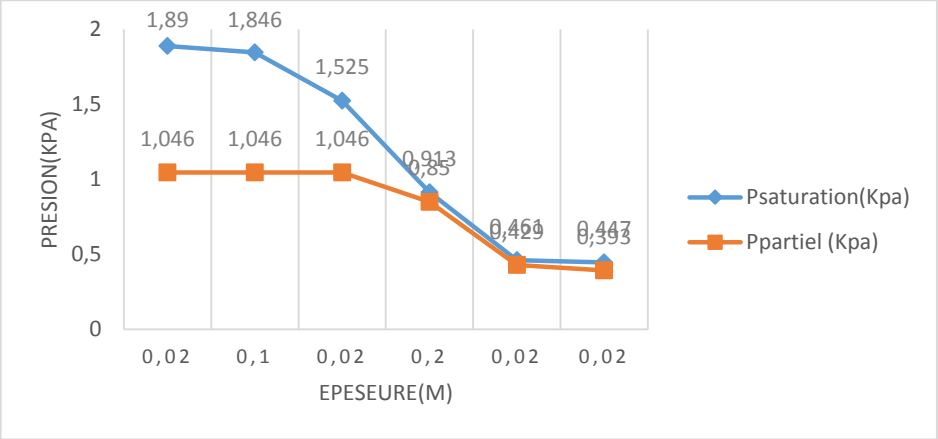
$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)+(e_3/\pi_3)+(e_4/\pi_4)]$ (6,09)=1,046

$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)+(e_3/\pi_3)+(e_4/\pi_4)+(e_5/\pi_5)]\ (6,090)=1,046$

$P_{v1}=P_{ve}+[(e_1/\pi_1)+(e_2/\pi_2)+(e_3/\pi_3)+(e_4/\pi_4)+(e_5/\pi_5)+(e_6/\pi_6)]\ (6,09)=1,046$

e (m)	0,02	0,1	0,02	0,2	0,02	0,02
Psaturation(Kpa)	1,890	1,846	1,525	0,913	0,461	0,447
Ppartiel (Kpa)	1,046	1,046	1,046	0,85	0,429	0,393

Tableau I.24:Pression de saturation et pression partielle (mure extérieur voile).



FigureI.16: Diagramme de GLASER (mur extérieur voile).

CONCLUSION :

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

CHAPITRE 02 :
Bilan Thermique

Bilan Thermique

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

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

On distingue trois facteurs :

Facteur géométrique : tel que les dimensions du local (superficie, volume).

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

Facteur thermique : Dû aux

- Occupants : leur nombre, leur activité et durée de l'occupation
- Eclairage : puissance et type d'éclairage.
- Machines : moteur, ménagères,...
- Matériaux de construction.

II.1 Méthode de calcul du bilan thermique en période hivernal : [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.

II.1.1 Présentation de DTR :

II.1.1.1 Objet de DTR :

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

- **Pour l'été :**

-détermination des apports calorifiques des bâtiments

-vérification de la conformité à la DTR des bâtiments

- **Pour l'hiver :**

-détermination des déperditions calorifiques des bâtiments

- vérification de la conformité à la DTR des bâtiments

II.1.1.2 Domaine d'application :

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

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

II.1.2. 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 :

$DT=Ds+Dli+Dsol+Dlnc$ [W] …….. (3.1)

Sachons que :

DT : Déperditions par transmission [W]

DS : Déperditions surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur [W].

Dli : Déperditions à travers les liaisons [W].

Dsol : Déperditions à travers les parois en contact avec le sol [W].

Dlnc : Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés [W].

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 :

DS=K ×A × (Ti – Te) [W]…… (3.2)

A: surface de l'élément de construction (m²).

K: coefficient global de transmission de la chaleur (W/m² °C) annexe A.9.

Te : température extérieure (°C).

Ti: température (°C).

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 donnes par la formule suivante :

Dli = Ki×A×ΔT = Ki×A×(Ti-Te) [W] …….. (3.3)

Pour simplifier les calculs on prend :

Dli = 0.2 × Ds

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

Dans ce type de déperdition on distingue trois types de parois, les plancher bas enterrés, les murs enterrent et les planchers hauts enterrent.

Pour ce qui concerne l'immeuble étudie, on trouve deux parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterré.

Les déperditions Dsol, pour un plancher bas ou un mur enterré, sont données par la formule :

Dsol=Ks×p[W/°C]…….(3.4)

Où :

- Ks(en W/m.°C) est le coefficient de transmission linéique du plancher bas ou du mur .
- P (en m) est la longueur de la paroi.

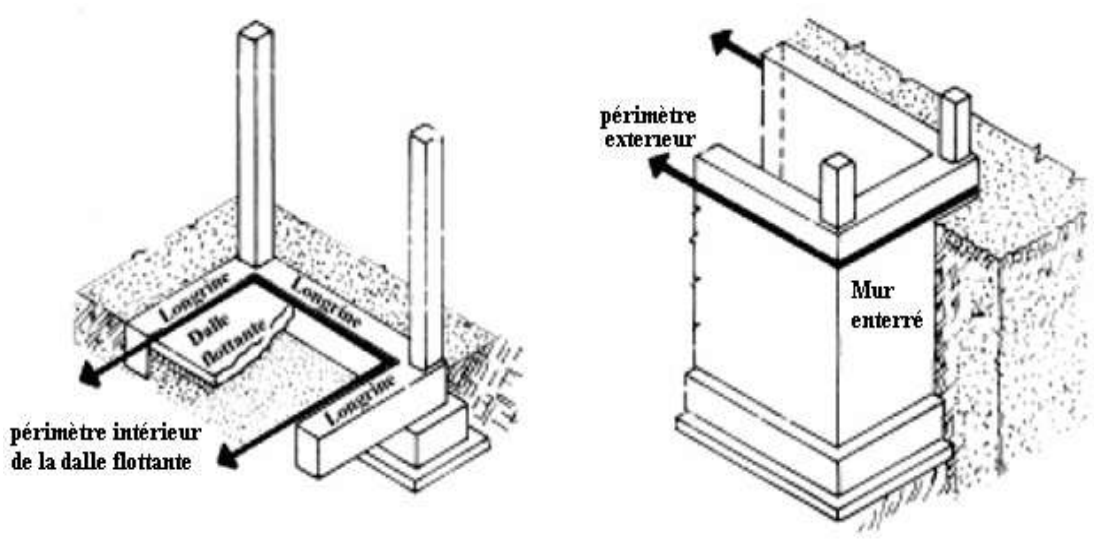


Figure II.1: Périmètre intérieur pour les planchers bas et Périmètre extérieur des murs enterrés[1]

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

Les déperditions à travers les parois en contact avec un local non chauffe ou des locaux non chauffes (Dlnc), sont données par la formule suivante :

$$Dlnc = Tau \times [\sum (Ki \times Ai) + \sum (Ki \times Li)] \times \Delta T \quad \ldots\ldots (3.5)$$

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 donne par la formule suivante :

$$Tau = (Ti-Tinc)/(Ti-Te) = de/(de+ac) \quad \ldots\ldots (3.6)$$

Avec : ti: température intérieure (°C).

Tinc: 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).

de: déperditions du local non chauffe vers l'extérieur (W / °C).

- **Calcul des températures non chauffées :**

$$Tinc = Ti-[(Ti-Te) \times (de/(de+ac))] \quad \ldots\ldots (3.7)$$

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.

- Cas des locaux à usage d'habitation :

Qv= MAX [(0.6×Vh), Qvref].

Vh : volume habitable.

Qvref : le débit extrait de référence.

Qvref= (5Qmin+Qvmax)/6

- Cas des locaux à usage autre que d'habitation

la valeurs de Qv en trouve dans (Annexe A Tableau A.26)

Qs =Pp × ev

Pp=P0 × A

ev : coefficient d'exposition au vent effectue à la paroi.

Pp : infiltration dues à l'air de la paroi.

P0 : infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant.

Qvmin : Annexe Tableau A.7.

Qvmax : Annexe Tableau A.6.

C. Vérification réglementaire :

Dt ≤ 1.05Dréf …….. (3.9)

Dref : déperdition de référence.

Dt : déperdition par transmission.

Dref = aS1+bS2+cS3+dS4+eS5……..... (3.10)

Les Si représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur. Elles concernent respectivement :

S1 : la toiture.

S2 : le plancher.

S3 : les murs.

S4 : les ports

S5 : les fenêtres.

Valeur (a,b,c,d,e) annexe tab A.8

II.2 Méthode de calcul du bilan thermique en période estivale : [2]

II.2.1 Calcul des apports thermique :

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

II.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.

II.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) + AIs + AINFs(t) (W)…… (3.11)

Al= AIl + AINFl(t) (W). …… (3.12)

Où :

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

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

AIs et AIl : 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).

II.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 × Kete × Sint× Δ te(t) …… (3.14)

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

Kéte: coefficient de transmission en partie courante de la paroi considéré pour l'été (W/m². °C). Annexe Tableau A.10.

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

Δ te (t): différence équivalente de température a l'instant T (°C).

Δ te(t)= Δ tes(t) + C Δ te(t) + α .(Δ tem(t)- Δ tes(t)) ×(Itb /Itb(40))…… (3.15)

Paroi a l'ombre 24 h / 24 :

Δ te (t) = Δ tes (t) + C Δ te …… (3.16)

Δ tes (t): différence de température équivalente à l'heure t considérée. Annexe Tableau A.12.

C Δ te (t): est un facteur de correction du, d'une part. Annexe Tableau A.11.

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.12.

B. Les murs intérieurs :

APO = Kete × Sint ×ΔT …….. (3.17)

ΔT: différence de température entre les deux locales.

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

APO = Kete × Sint ×ΔtInc(t) …….. (3.18)

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

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

TSe (t): température extérieur sèche à 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 : est la température moyenne sèche de l'air extérieur (°C).Annexe Tableau A.13

TSi,b : est la température du local conditionné, (°C).

II.2.3.2 Apports à travers les parois vitrées :

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

AV (t) = AVT (t) + AVE (t) …….. (3.21)

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

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

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

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

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

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

Kété : le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (W/m². °C°).

Souv : la surface de l'ouverture dans les parois opaques (m²).

TSe : la température extérieure sèche a l'instant t (°C).

TSbi : la température intérieure de base (°C).

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

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

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

SVens : (m²) la surface vitrée ensoleillée.

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

It: le rayonnement total maximal réel (W/m²).Annexe Tableau A.14.

Id : le rayonnement diffus maximal réel (W/m²). Annexe Tableau A.14.

Npvi(t): le coefficient d'amortissement relatif aux apports par ensoleillement a travers les parois vitrées a l'heure t considérée. Annexe Tableau A.15.

FS : le facteur solaire du vitrage. Annexe Tableau A.16.

II.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.17.

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 :

$AL = \Sigma (Wn \times Cme \times Cer)$ …… (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/m2)	
		Lampes à incandescences	Lampes fluorescentes
Bureaux, salle de cours	250	55	16

Tableau II.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 A18, A19.A20(Annexes).

II.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 Qvan.

Les apports sensibles dus au renouvellement de l'air ARENs, et dus aux infiltrations.

AINFs sont donnés par les formules suivantes :

$ARENS = 0.32 \times qvan \times (TSe(t) - TSbi)$ …… (3.26)

$AINFS = 0.32 \times qvan \times (TSe(t) - TSbi)$ ……..…….. (3.27)

-0.32 ($J/m^3 . °C$) : 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),

- TSe (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 :

ARENS(t) = 0.979 ×qvan ×Max ((HSb,e –HSb,i) ;0) ……..(3.28)

AINFS(t) = 0.979 ×qvinf ×Max ((HSb,e –HSb,i) ;0) ……..(3.29)

0.797 (J.kgair /gvap.m³ air) : est le produit de la masse volumique moyenne de l'air (1.15 Kg/m) 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),

- HSb,e (t): l'humidité spécifique de base de l'air extérieur (g vap/Kg as),

- HSb,i: l'humidité spécifique de base de l'air intérieur (g vap/Kg as).

- **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 :

Qvan Annex A Tableau A.26

- **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 :

qvinf=(qvoinf,i ×Souv,i)…….(3.31)

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

II.3 Vérifications réglementaires :

La vérification réglementaire des locaux à usage de bureaux doit s'effectuer selon les étapes suivantes :

- des apports par les parois opaques
- des apports par les parois vitrées
- Calcul des apports calorifiques de référence
- vérification de la conformité à réglementation thermique d'été des locaux.
- La somme des apports calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques doit

Vérifier au mois de juillet à 15 h, pour cela il y la relation suivante :

APO (15h) +AV (15h) ≤ 1.05×Aref (15h) …… (3.32)

Les apports calorifiques de références Aréf : sont données par :

Aréf = Aréf, ph + Aréf,pv +Aréf,pvi (W) ……..(3.33)

OU :

Aréf, ph: apports calorifiques de références à travers les parois opaques horizontales (W).

Aréf,pv: apports calorifiques de références à travers les parois opaques verticales (W).

Aréf,pvi: apports calorifiques de références à travers les parois vitrées (W).

- **Apports de références des parois opaques horizontales :**

Aréf, ph = Σ (a × Sint × ΔTSréf,ph) (W) ……(3.34)

a: coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique, Annexe Tableau A.21.

ΔTSréf,ph :la différence de température de référence. Annexe Tableau A.22.

- **Apports de référence des parois opaques verticales :**

Les apports calorifiques de référence des parois opaques verticales Aréf,PV sont calculés par la formule suivante :

Aréf,PV = Σ (c × Sint × ΔTSréf,PV) (W) ……(3.35)

c: coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique (W/m2. °C) Annexe Tableau A.23.

Sint : désigne la surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur ;

TSréf,PV **:** différence de température de référence pour la paroi opaque verticale Annexe Tableau A.24.

- **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 Aréf, PVI pour une paroi vitrée en contact avec l'extérieur sont Données par :

A réf,PVI = AVE réf + AVTréf (W) …… (3.36)

Où :

AVE réf : les apports de référence dus à l'ensoleillement,

AVTréf : 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 :

AVEréf = [SV ens x I t + (SV - SVens.) x Id] FSréf x NPVI, réf…… (3.37)

Où :

SV : la surface totale vitrée,

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

It : le rayonnement total maximal réel pour l'orientation et la latitude considérées, Annexe Tableau A.14

Id : le rayonnement diffus maximal, Annexe Tableau A.14

A réf,PVI = AVE réf + AVTréf (W).

FSréf: 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 :

AVTréf= e' x Souv x ΔTSréf,PVI……. (3.38)

Où :

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

- 4,2 pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,
- 5,4 pour les locaux à usage de bureaux ;

Souv : la surface d'ouverture dans le mur ;

ΔTSréf,PVI: la différence de température de référence des parois vitrées. Annexe Tableau A.25.

II.4 Bilan hivernale :[2]

- **Calcul les températures des locaux non chauffées :**

Tinc= Ti-[(Ti-Te) × (de/ (de+ac))]

Sanitair F :

De=29,933 [W].

ac=99,9 [W]. Tau=de/ (de+ac) Tau=0,23

(Ti-Tinc)= Tau (Ti-Te) ⇒tinc = Ti- Tau (Ti-Te) tinc = 14,89°C

Sanitair H :

De=36,625 [W].

ac=155,66 [W].Tau=de/ (de+ac) Tau=0,1904

(Ti-Tinc)= Tau (Ti-Te) ⇒tinc = Ti- Tau (Ti-Te) tinc = 15,95°C

Hall :

De=98,624 [W].

ac=395,872 [W].Tau=de/ (de+ac) Tau=0,199

(Ti-Tinc)= Tau (Ti-Te) ⇒tinc = Ti- Tau (Ti-Te) tinc = 15,71°C

Escalier 01 :

de=54,22 [W].

ac=44,8 [W].Tau=de/ (de+ac) Tau=0,547

(Ti-Tinc)= Tau (Ti-Te) ⇒tinc = Ti- Tau (Ti-Te) tinc = 6,48°C

Escalier 02 :

de=71,562 [W].

ac=44,8[W].Tau=de/ (de+ac) Tau=0,614

(Ti-Tinc)= Tau (Ti-Te) ⇒tinc = Ti- Tau (Ti-Te) tinc = 4,70°C

Local	Tinc (°C)
Sanitaire F	14,89
Sanitaire H	15,95
Hall	15,71
Escalier 01	6,48
Escalier 02	4,70

Tableau II.2 : Températures des locaux non chauffées de RCD.

Local	Tinc (°C)
Sanitaire 01	7,071
Sanitaire 02	13,75
Hall	12,67
Escalier 01	6,39
Escalier 02	2,82

Tableau II.3 : Températures des locaux non chauffées de l'Entrée sol.

Local	Tinc (°C)
Sanitaire H	9,01
Sanitaire F	9,38
Hall	17,86
Escalier 01	4,70
Escalier 02	4,70

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

II.4.1 Exemple de calcule :

- **Salle des revus et périodique + Hall +banques de prés livre e prévus :**

Dt = Ds+Dli+Dsol avec Dli=0,2Ds et Dlisol=0,2Dsol [W].

Déperdition surfacique par transmission à travers les parois en contact avec l'extérieur :

Ds=K×S × (Ti-Te) [W].

- ✓ Mur A(SE) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×53,673×26,5=1553,25 [W].

Mur (voile) : Ds=0,99×5,895×26,5=155,47W].

Fenêtre :(6F1) :Ds=4,37×10,8×26,5=1250,69[W].

Fenêtre :(2F3) :Ds=4,37×6,66×26,5=926,68[W].

- ✓ Mur R(SO) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×47,75×26,5=1382,04[W].

Mur (voile) : Ds=0,99×4,716×26,5=124,37[W].

Fenêtre :(6F1) :Ds=4,37×10,8×26,5=1250,69 [W].

- ✓ Mur Q(S) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×13,499×26,5=390,67[W].

Fenêtre :(4F2) :Ds=4,37×7,84×26,5=907,91[W].

- ✓ Mur M(SO) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×19,215×26,5=556,06[W].

Mur (voile) : Ds=0,99×8,253×26,5=217,66[W].

Fenêtre :(2F1) :Ds=4,37×3,6×26,5=416,89[W].

Fenêtre :(2F3) :Ds=4,37×6,66×26,5=771,26[W].

- ✓ Mur K(NO) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×56,01×26,5=1620,88[W].

Mur (voile) : Ds=0,99×9,432×26,5=284,75[W].

Fenêtre :(6F1) :Ds=4,37×10,8×26,5=1250,69 [W].

- ✓ Mur B(NE) :

Mur (double cloison) : Ds=1,09×56,01×26,5=1620,88[W].

Mur (voile) : Ds=0,99×9,432×26,5=248,76[W].

Fenêtre :(6F1) :Ds=4,37×10,8×26,5=1250,69 [W].

- ✓ Toiture :

Ds=0,661×132,58×26,5=2324,38[W].

Déperdition surfacique par transmission à travers les parois en contact avec locale non chauffé :

- ✓ Mur (R1) :

Mur (simple) : Dinc=0,23× 21,181 ×2,03 ×1,408 =60,71W].

Porte (P3) : Dinc=0,23× 1,848×2 ×1,408 =5,20.

Mur voile : Dinc=0,23× 14,148×2, 38 ×1,408 =47,44 [W].

- ✓ Mur (S3) :

Mur (simple) : Dinc=0,96×2,03 ×15,91=31,13[W].

Porte (P3) : Dinc=0,96×2 ×1,848=3,55 [W].

Mur voile : Dinc=0,96 ×2, 38 ×14,148=32,38[W].

- ✓ Planché :

Dinc=1,489 ×1,05×221,5=347,748[W].

Ds total=18851,43[W].

Déperdition à travers les liaisons :

Dli=18851,434×0,2=3770,28 [W].

Déperdition par renouvellement d'air :

$$Dr = 0.34\times (Qv+Qs) \times \Delta T$$

$$Drv = 0.34\times Qv \times \Delta T$$

$$Drs = 0.34\times Qs \times \Delta T$$

Ona :Qv= 18 Annex :Tableau A.26

Alors Qv=0,34×18×26,5= 162,18 W

$$Qs=\sum (Ppi\times evi) \quad Avec \quad Ppi=\sum (P0j\times Aj) \quad ev=2,71$$

Qs=2,71× (187,2+53,28+31,36+2,2176+2,2176) ×0,34*26,5

Qs= 6745,84W

Dr= 6908,02 [W].

DTot= 29529,74[W].

Vérification règlementaire :

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/m2. °C) sont donnés dans Annexe tableau A.8

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

Dréf=0,75×132,58+2×221,5+1×(53,673+47,757+13,4999+19,215+56,01+56,01+5,895+4,716+8,253+9,432+9,432+21,1818+14,148+15,9156+14,148)+3×3,696+3,08×(2×3,33+6×1,8+6×1,8+4×1,96+2×1,8+2×3,33+6×1,8+6×1,8)

1,05×Dréf=2440,69[W/°C]

DT=892,95 [W/°C]

DT< 1.05 × Dréf donc la condition est vérifiée.

L'entrée sole :

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt[W]
Mur M(SE)	D.C	49,329	1,09204368	26,5	1427,53
Mur L(SO)	D.C	60,221	1,09204368	26,5	1742,74
Mur L(SO)	2Port (PE2)	10	3,5	26,5	927,5
Mur Y(SO)	V	9,2748	0,99524016	26,5	244,61
Mur N'	Simple	17,6841	2,03488372	1,977066	71,14
Mur C'	Simple	12,684	2,03488372	2,613422	67,45
Mur Z'	D.C	15,391	1,03550296	12,460447	198,58
Parois	type	P(m)	Ks(W/m.°C)	ΔT(°C)	0
Mur K	mur bas enterrée(V)	19,4	1,3	26,5	668,33
Mur G	mur (D.C) bas enterrée	8,8	1,45	26,5	338,14
planché bas enterrée		28,8	0,4	26,5	305,28
fenêtre		18	4,3755207	26,5	2087,12
port	P3	1,848	2	1,977066	7,30
	PE2	5	2	2,613422	26,13
	P1	3,08	2	12,460447	76,75
La somme des déperditions par transmission Dt [W]					8188,65
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					1637,73
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					2335,90
La somme totale des déperditions D [W]					12162,29
Dt [W/°C]			395,22		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			2727,77		

Tableau II.5 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois Salle des stockages des livres 02.

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur Q(SE)	D.C	26,156	1,09204368	26,5	756,93
Mur Q(SE)	2Port (PE2)	10	3,5	26,5	927,5
Mur P(SO)	D.C	33,279	1,09204368	26,5	963,06
Mur W(SE)	V	9,9429	0,99524016	26,5	262,23
Mur A'	D.C	14,541	1,03550296	2,613422	39,35
Mur A'	Simple	13,0782	2,03488372	2,613422	69,54
Mur P5	Simple	6,7194	2,03488372	7,32102733	100,10
Mur B	D.C	18,471	1,03550296	8,0490843	153,95
Parois	type	P(m)	Ks(W/m.°C)	ΔT(°C)	0
Mur A	mur bas enterrée(V)	19,4	1,3	26,5	668,33
Mur D	mur (D.C) bas enterrée	8,8	1,45	26,5	338,14
planché bas enterrée		28,8	0,4	26,5	305,28
fenêtre		7,2	4,3755207	26,5	834,84
port	PE2	5	2	2,613422	26,13
	P3	1,848	2	7,32102733	27,05
	P1	3,08	2	8,0490843	49,58
La somme des déperditions par transition Dt [W]					5522,06
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					1104,41
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					1282,60
La somme totale des déperditions D [W]					7909,081
Dt [W/°C]			417,75		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			2320,43		

Tableau II.6 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois Salle des stockages des livres 01.

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur Q(SE)	D.C	15,264	1,09204368	26,5	441,72
Mur P(SO)	D.C	9,762	1,09204368	26,5	282,50
	V	4,716	0,99524016	26,5	124,37
planché		24	0,71912825	26,5	457,36
fenêtre		7,2	4,3755207	26,5	834,84
La somme des déperditions par transition Dt [W]					2140,82
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					428,16
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					865,39
La somme totale des déperditions D [W]					3434,38
Dt [W/°C]			96,99		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			236,24		

Tableau II.7: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau07.

Parois	typ	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur Q(SE)	D.C	8,6145	1,09204368	26,5	249,29
planché		11,89	0,71912825	26,5	226,58
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
La somme des déperditions par transition Dt [W]					684,59
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					136,91
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					337,98
La somme totale des déperditions D [W]					1159,49
Dt [W/°C]			31		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			86,27		

Tableau II.8: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau06.

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur Q(SE)	D.C	9,0075	1,09204368	26,5	260,66
planché		11,48	0,71912825	26,5	218,77
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
La somme des déperditions par transmission Dt [W]					688,15
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					137,63
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					337,98
La somme totale des déperditions D [W]					1163,76
Dt [W/°C]			31,16		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05 ,[W/°C]			84,96		

Tableau II.9 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau05.

RCD :

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur A(SE)	D.C	53,673	1,09204368	26,5	1553,25
	V	5,895	0,99524016	26,5	155,47
Mur R(SO)	D.C	47,757	1,09204368	26,5	1382,04
	V	4,716	0,99524016	26,5	124,37
Mur Q(S)	D.C	13,4999	1,09204368	26,5	390,67
Mur M(SO)	D.C	19,215	1,09204368	26,5	556,06
	V	8,253	0,99524016	26,5	217,66
Mur K(NO)	D.C	56,01	1,09204368	26,5	1620,88
	V	9,432	0,99524016	26,5	248,75
Mur B(NE)	D.C	56,01	1,09204368	26,5	1620,88
	V	9,432	0,99524016	26,5	248,75
Mur R1	Simple	21,1818	2,03488372	1,40845924	60,70
	V	14,148	2,38095238	1,40845924	47,44
Mur S3	Simple	15,9156	2,03488372	0,9611392	31,12
	V	14,148	2,38095238	0,9611392	32,37
planché		221,5	1,4893617	1,05412344	347,74
Toiture		132,58	0,66158183	26,5	2324,38
fenêtre		67,96	4,3755207	26,5	7880,05
port	P3	1,848	2	0,9611392	3,55
	P3	1,848	2	1,40845924	5,20
La somme des déperditions par transmission Dt [W]					18851,43
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					3770,28
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					6822,52
La somme totale des déperditions D [W]					29444,24
Dt [W/°C]			892,95		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			2440,69		

Tableau II.10 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de revus et périodique +hall + banques de prés livre prévus.

Parois	type	S(m²)	K(W/m².°C)	ΔT(°C)	Dt [W]
Mur E(NE)	D.C	44,76	1,09204368	26,5	1295,31
Mur D(SE)	D.C	5,5125	1,09204368	26,5	159,52
Mur F(N)	D.C	26,6798	1,09204368	26,5	772,09
	V	20,829	0,99524016	26,5	549,34
Mur G(NO)	D.C	44,9565	1,09204368	26,5	1301
Mur H(SO)	D.C	5,709	1,09204368	26,5	165,21
MurD1	D.C	14,998	1,03550296	7,94546572	123,39
Mur C1	V+D.C	18,078	0,6097561	7,94546572	87,58
Mur G1	V+D.C	18,078	0,6097561	10,0227471	110,48
Mur I2	D.C	14,998	1,03550296	10,0227471	155,65
planché		66,76	1,75	26,5	3095,99
fenêtre		43,18	4,3755207	26,5	5006,77
port	P1	3,08	2	7,94546572	48,94
	P1	3,08	2	10,0227471	61,74
La somme des déperditions par transmission Dt [W]					12933,07
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					2586,61
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					112026,11
La somme totale des déperditions D [W]					127545,80
Dt [W/°C]			604,66		Dt≤ 1,05*Dréf virifier
Dréf*1,05, [W/°C]			1884,83		

Tableau II.11 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture 01.

Parois	Type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur N(SE)	D.C	28,9167	1,09204368	26,5	836,82
Mur M(SO)	D.C	30,921	1,09204368	26,5	894,82
Toiture		96,79	0,66158183	26,5	1696,91
fenêtre		14,4	4,3755207	26,5	1669,69
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					5098,26
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					1019,65
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					1568,60
La somme totale des déperditions D [W]					7686,52
Dt [W/°C]			230,86		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			338,32		

Tableau II.12 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois d'espace net et informatique.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur Q(S)	D.C	9,597	1,09204368	26,5	277,72
Toiture		11,45	0,66158183	26,5	200,74
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					687,18
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					137,43
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					337,98
La somme totale des déperditions D [W]					1162,60
Dt [W/°C]			31,11		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			44,37		

Tableau II.13: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 01.

Parois	Type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur N(SE)	D.C	8,418	1,09204368	26,5	243,60
Mur O2	Simple	4,716	2,03488372	0,9611392	9,22
Toiture		10,86	0,66158183	26,5	190,39
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					651,94
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					130,38
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					337,98
La somme totale des déperditions D [W]					1120,31
Dt [W/°C]			31,29		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			55,54		

Tableau II.14 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 02.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur M2	Simple	4,047	2,03488372	0,9611392	7,91
Mur 03	V	16,3095	2,38095238	0,9611392	37,32
Toiture		1,37	0,66158183	26,5	24,01
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					69,25
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					13,85
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					0
La somme totale des déperditions D [W]					83,10
Dt [W/°C]			3,15		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			25,36		

Tableau II.15 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de locale d'entretien.

1er étage :

Parois	Type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur B(NE)	D.C	57,81	1,09204368	26,5	1672,97
	V	9,432	0,99524016	26,5	248,75
Mur A(SE)	D.C	19,608	1,09204368	26,5	567,43
	V	7,074	0,99524016	26,5	186,56
Mur V(SO)	D.C	49,329	1,09204368	26,5	1427,53
Mur T(SE)	D.C	3,144	1,09204368	26,5	90,98
Mur B1	Simple	12,4435	2,03488372	0,369694	9,36
	V	3,144	2,38095238	0,369694	2,76
Toiture		186	0,66158183	26,5	3260,93
fenêtre		30,06	4,3755207	26,5	3485,49
port	P1	3,08	2	0,369694	2,27
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					10955,10
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					2191,02
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					3108,76
La somme totale des déperditions D [W]					16254,88
Dt [W/°C]			492,11		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			768,11		

Tableau II.16 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture de l'enseignant.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur E(SE)	D.C	5,316	1,09204368	26,5	153,84
Mur F(NO)	D.C	44,76	1,09204368	26,5	1295,31
Mur G(N)	D.C	26,6798	1,09204368	26,5	772,09
	V	20,829	0,99524016	26,5	549,34
Mur H(NO)	D.C	44,9565	1,09204368	26,5	1301
Mur I(SO)	D.C	5,709	1,09204368	26,5	165,22
Mur X(NE)	Simple	20,8	2,26537217	26,5	1248,67
Mur W(NO)	Simple	20,8	2,26537217	26,5	1248,67
Mur Z(SO)	Simple	20,8	2,26537217	26,5	1248,67
Mur K(SE)	Simple	20,8	2,26537217	26,5	1248,67
Mur C1	V+D.C	18,078	0,6097561	10,0227471	110,48
Mur D1	D.C	14,998	1,03550296	10,0227471	155,65
Mur K1	V+D.C	18,078	0,6097561	10,0227471	110,48
Mur J1	D.C	14,998	1,03550296	10,0227471	155,65
Mur D2	Simple	87,374	2,03488372	1,40845924	250,41
Toiture		536,14	0,66158183	26,5	9399,56
Toiture vitrée		108,16	4,3755207	26,5	12541,29
fenêtre		43,18	4,3755207	26,5	5006,77
port	2P1	6,16	2	10,0227471	123,48
	2P1	6,16	2	1,40845924	17,35
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					37102,66
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					7420,53
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					4567,34
La somme totale des déperditions D [W]					49090,53
Dt [W/°C]			1605,47		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			3131,94		

Tableau II.17 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de salle de lecture02.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur L(NO)	D.C	52,41	1,09204368	26,5	1516,70
	V	9,432	0,99524016	26,5	248,75
Mur N(SO)	D.C	18,429	1,09204368	26,5	533,31
	V	7,074	0,99524016	26,5	186,56
Mur Q(SE)	D.C	49,329	1,09204368	26,5	1427,53
Mur Q4	Simple	12,4435	2,03488372	0,369694	9,36
Toiture		186	0,66158183	26,5	3260,93
fenêtre		35,46	4,3755207	26,5	4111,63
port	P1	3,08	2	0,369694	2,27
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					11297,09
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					2259,41
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					6044,67
La somme totale des déperditions D [W]					19601,18
Dt [W/°C]			463,99		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05 ,[W/°C]			833,18		

Tableau II.18 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de Atelier et divers de livres.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt [W]
Mur P(SO)	D.C	10,383	1,09204368	26,5	300,47
Mur Q1	Simple	15,72	2,03488372	0,369694	11,82
Mur Q2	Simple	12,473	2,03488372	5,418576	137,52
Toiture		12,4	0,66158183	26,5	217,39
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
port	P2	2,068	2	5,418576	22,41
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					898,34
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					179,66
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					365,39
La somme totale des déperditions D [W]					1443,41
Dt [W/°C]			53,44		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			94,66		

Tableau II.19: Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 03.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt[W]
Mur T(SE)	D.C	10,776	1,09204368	26,5	311,84
Mur S2	Simple	12,473	2,03488372	0,369694	9,38
Mur S1	Simple	15,72	2,03488372	5,08657587	162,71
Toiture		12,8	0,66158183	26,5	224,40
fenêtre		1,8	4,3755207	26,5	208,71
port	P2	2,068	2	0,369694	1,52
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					918,59
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					183,71
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					345,14
La somme totale des déperditions D [W]					1447,45
Dt [W/°C]			54,73		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			95,30		

Tableau II.20 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de bureau 04.

Parois	type	S (m²)	K(W/m².°C)	ΔT (°C)	Dt[W]
Mur R4	Simple	8,2729	2,03488372	0,369694	6,22
Mur R4	Simple	11,44023	2,03488372	5,418576	126,14
Toiture		3,5	0,66158183	26,5	61,36
port	PC	1,474	2	0,369694	1,08
La somme des déperditions par transmissions Dt [W]					194,81
les déperditions à travers les liaisons Dli [W]					38,96
les déperditions par renouvellement d'air Dr [W]					167,28
La somme totale des déperditions D [W]					401,06
Dt [W/°C]			18,20		Dt≤ 1,05*Dréf vérifier
Dréf*1,05, [W/°C]			40,89		

Tableau II.21 : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de local d'entretien.

Niveaux	Dt [w]
L'entrée sole	25829,02
RCD	59500,89
1ere étage	88238,54
Σ Dtot [w]	173568,46

Tableau II.22 : Déperditions thermiques total

II.5 Bilan estival : [2]

II.5.1 Exemple de calcul :

- **Salle des revus et périodique + Hall +banques de prés livre e prévus :**

Les apports calorifiques sensibles As et les latents Al :

$$As = APO(t) + AV(t) + AIs + AINFs \ [W]$$

$$Al = AIl + AINFl \ [W]$$

Apports à travers les parois opaques:

$$APO(t) = 1.2 \times Kété \times Sint \times \Delta Te(t) \ [W]$$

$$\Delta Te(t) = \Delta Tes(t) + C\Delta te(t) + (\alpha/0,9) + [\Delta Tesm(t) - \Delta Tes(t)] \times (Itb/Itb40) \ (°C)$$

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure A (SE) Double cloison	7	-1,3	1,76	1,675	0,5	364,612	394	1,02	1,12903 2258	53,673	74,52
	8	-1,8	2,95					0,72			52,69
	9	-1,4	5,85					3,46			251,35
	10	-0,9	13,3					5,11			371,32
	11	-0,4	11,7					6,33			460,22
	12	0	10,1					7,53			547,87
	13	1,53	7,96					8,07			586,79
	14	1,53	5,86					7,93			576,74
	15	4,02	6,43					8,70			632,90
	16	5,03	7,03					8,70			632,33
	17	5,63	7,38					8,44			613,60
	18	6,15	7,8					8,49			617,10
	19	6,15	7,04					8,25			599,66

Tableaux II.23 : Apports extérieur mur A(SE)

Apports extérieur Toiture : Annexe Tableau B.19.

Mur A (SE) voile : Annexe Tableau B.1.

Mur R (SO) D.C : Annexe Tableau B.2.

Mur R (SO) : Annexe Tableau B.3.

Mur Q (S) D.C : Annexe Tableau B.4.

Mur M (SO) D.C : Annexe Tableau B.5.

Mur M (SO) voile: Annexe Tableau B.6.

Mur K (NO) D.C : Annexe Tableau B.7.

Mur K (NO) voile : Annexe Tableau B.8.

Mur B (NE) D.C : Annexe Tableau B.9.

Mur B (NE) voile: Annexe Tableau B.10.

Murs intérieurs :

$$APO = K_{éte} \times S_{int} \times \Delta T \ [W]$$

Dans notre cas les murs intérieurs sont en contact avec un espace non conditionnée donc :

$$APO = K_{éte} \times S_{int} \times \Delta tInc(t) \ [W]$$

$$\Delta tInc(t) = [(TSe(t) - Cinc) - TSb,i] \ °C$$

$$\Delta tInc(t) = [(33,5 – (-9,1)) - 24] = 18,6 \ °C$$

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur R1 (Simple)	Locale technique	7	2,077151335	26,429	33,5	0,9	10	25,0	-16	24	17,0	933,2
		8				0,8		25,8	-15		16,9	930,1
		9				0,6		27,2	-14		17,3	952,1
		10				0,5		28,7	-14		18,7	1026,6
		11				0,4		30,0	-13		19,0	1043,0
		12				0,2		31,4	-12		19,4	1065,0
		13				0,1		32,8	-11		19,8	1088,6
		14				0,0		33,5	-11		20,5	1125,4
		15				0,0		33,5	-10		19,6	1078,3
		16				0,0		33,5	-9,1		18,6	1023,4
		17				0,0		33,0	-10		19,2	1052,5
		18				0,1		32,3	-10		18,4	1012,5
		19				0,2		31,5	-10		17,6	968,5

Tableaux II.24 : Apports intérieurs mur (R1)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur R1 (Port PC)	Sanitaire	7	2	1,848	33,5	0,9	10	25,0	-16	24	17,0	50,1
		8				0,8		25,8	-15		16,9	49,9
		9				0,6		27,2	-14		17,3	51,1
		10				0,5		28,7	-14		18,7	55,1
		11				0,4		30,0	-13		19,0	56,0
		12				0,2		31,4	-12		19,4	57,2
		13				0,1		32,8	-11		19,8	58,5
		14				0,0		33,5	-11		20,5	60,4
		15				0,0		33,5	-10		19,6	57,9
		16				0,0		33,5	-9,1		18,6	55,0
		17				0,0		33,0	-10		19,2	56,5
		18				0,1		32,3	-10		18,4	54,4
		19				0,2		31,5	-10		17,6	52,0

Tableaux II.25 : Apports intérieurs mur (R1)

Mur R1 (simple) : Annexe Tableau B.11.

Mur R1 (porte P3) : Annexe Tableau B.12.

Mur R1 (voile) : Annexe Tableau B.13.

Mur S3 (simple) : Annexe Tableau B.14.

Mur S3 (porte P3) : Annexe Tableau B.15.

Mur S3 (voile) : Annexe Tableau B.16.

Mur A4 (simple) : Annexe Tableau B.17.

Plancher entre étage : Annexe Tableau B.18.

Apports à travers les parois vitrées :

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

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

$$AVT\ (t) = 1.2 \times Kété \times Souv \times (TSe(t)-TSbi)$$

TYP	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Souv [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	TSb,i [°C]	AVT [W]
Mur ex (A) fenêtre (F1)	7	4,3755207	1,8	33,5	0,9	10	25,0	24	9,5
	8				0,8		25,8		17,0
	9				0,6		27,2		30,2
	10				0,5		28,7		44,4
	11				0,4		30,0		56,7
	12				0,2		31,4		69,9
	13				0,1		32,8		83,5
	14				0,0		33,5		89,8
	15				0,0		33,5		89,8
	16				0,0		33,5		89,8
	17				0,0		33,0		85,3
	18				0,1		32,3		78,4
	19				0,2		31,5		70,9

Tableaux II.26 : Apports vitrée extérieure (AVT)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
SE	6	0,3	1,5	408,3	53,9	0,5	0	0
	7	0,8	1,0				0,2	30,8
	8	1,4	0,4				0,4	108,4
	9	1,2	0,6				0,6	145,8
	10	1,0	0,8				0,7	149,4
	11	0,6	1,2				0,8	105,1
	12	0	1,8				0,7	32,1
	13	0,6	1,2				0,6	81,9
	14	1,0	0,8				0,4	91,3
	15	1,2	0,6				0,3	79,1
	16	1,4	0,4				0,2	62,3
	17	0,8	1,0				0,2	30,8
	18	0,3	1,5				0,1	14

Tableaux II.27 : Apports vitrée extérieure (AVE)

TYP	Heure [h]	AV [W] (F1)	AV Totale [W] 6 (F1)
Mur ex (A) 6 fenêtres (F1)	7	9,5	56,7
	8	47,8	286,8
	9	138,7	832,0
	10	190,2	1141,4
	11	206,1	1236,6
	12	175,0	1050,2
	13	115,6	693,5
	14	171,7	1030,1
	15	181,1	1086,5
	16	168,9	1013,2
	17	147,7	886,1
	18	109,2	655,4
	19	84,9	509,4

Tableaux II.28 : Apports vitrée extérieure (AV)

Mur A (SE) (2F3) : Annexe Tableau B.20.

Mur R (SO) (6F1): Annexe Tableau B.21.

Mur Q (S) (4F2): Annexe Tableau B.22.

Mur M (SO) (2F1): Annexe Tableau B.23.

Mur M (SO) (2F3): Annexe Tableau B.24.

Mur K (NO) (6F1): Annexe Tableau B.25.

Mur B (NE) (6F1) : Annexe Tableau B.26.

Choix d'heure critique :

Heure	∑ des APO(t) [W]	APO MAX
7	5627,61	18196,23
8	6647,64	
9	9846,25	
10	11663,07	
11	12748,24	
12	12987,24	
13	13125,95	
14	15599,18	
15	17138,80	
16	18196,23	
17	18096,23	
18	16547,88	
19	14822,39	

Tableaux II.29 : L'heure critique

Apports internes :

Apports dus aux occupants : (nombre occupant 171)

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

AI = (171×71×0,95) + (171×60×0,8) = 17435,16 (W)

Apports dus l'éclairage : (80 lampe florissante 18W/220V) + (47 stop ronde 26/220V ballast compense) ;

AI = Σ (Wn × Cme × Cer)

AI = 18×1,25×1×0,7×0,95 = 4788 W

AI = 26×1,25×1×0,7×0,95 = 2031,57 W

Apports dus machines électriques : (2 micro-ordinateurs) ;

AI= (Weff/η) ×CS×NAI

AI =2× (137/0,6) ×0,6×0,95 = 260,3 W

Apports des gains sensibles du renouvellement d'air AINFs :

- Porte

AINFs = 0.32×Qvan× (Tse(t)-Tsbi)

AINFinf = 0.32×Qvinf× (Tse(t)-Tsbi)

Qvan = 18 m³/h

ARENs = 0.32× 18 × (33,5-24) = 54,72 [W]

Qvinf = Qv0 ×Souv Qv0 = 13

Qvinf = 48,048 m³/h

AINFs = 0.32× 48,048 × (33,5-24) = 146,06 [W]

ARENl = 0.797×Qvas× Max [((Hse(t)-Hsbi) ; 0)]

AINFl = 0.797×Qvinf× Max [((Hse(t)-Hsbi) ; 0)]

Hse(t)-Hsbi = (13-8,35)=4,65>0 donc :

ARENl =0,797×18× (13-8,35)= 66,71[W]

AINFl =0,797×48,048× (13-8,35)=178,06 [W]

- Fenêtre :

ARENs = 0.32× 18 × (33,5-24) = 54,72 [W]

Qvinf = Qv0 ×Souv Qv0 = 13

Qvinf = 591,252 m3 /h

AINFs = 0.32× 18 × (33,5-24) = 591,25 [W]

ARENl =0,797×1811,15× (13-8,35)= 66,71 [W]

AINFl =0,797×591,252 × (13-8,35)=2191,21 [W]

Σ AP(t)= 47266,88(W)

Vérification règlementaire :

APO(16h)+AV(15h) ≤ 1.05*Aref(15h) (W)

Les apports calorifique de références Aref sont donnés par :

Aref=Aref PH + Aref PH+ ArefPVI (W)

Apport de référence des parois opaque horizontales

Aref PH = Σ(a × Sint∗ ΔTSréf|) (W)

Aref PH =3583,50 W

Apport de référence des parois opaque vertical

Aref Pv = Σ(c × Sint∗ ΔTSréf pv|) (W)

Aref PH = 2654,22 (W)

Apport de référence des parois opaque ventrées

ArefPVI =AVEref + AVTref

AVEref = (SVens*It +(SV-SVens)*Id)*FSref*Npviref

Aréf pvi=21440,9498(W)

APO (15h) +AV (15h) ≤ 1.05*Aref (16h) (W)

16853,07≤ 29062,2 (W) vérifié.

L'entrée sole :

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur L	D.C	60,221	SE	1,12903226	11,2522893	/	918,07
	2porte (PE2)	10		3,5	5,89239676	/	247,48
Mur M	D.C	49,329	SO	1,12903226	8,69557437	/	581,14
Mur Y	Voile	9,2748	SO	1,02586976	5,07322633	/	57,92
Mur (N')	Simple	17,6841	/	2,07715134	/	8,5	312,22
Mur (D')	Simple	18,8048	/	2,07715134	/	18,6428571	728,19
Mur (C')	Simple	12,685	/	2,07715134	/	8,5	223,96
Mur (Z')	D.C	15,391	/	1,04633782	/	8,5	136,88
/	/	S (m2)	/	Kété (W/m2°C)	TSm(°C)	Tsbi(°C)	0
Planché bas entérée		470,8	/	0,76889214	25	24	361,99
Mur (K) bas entérée	Voile	76,242	/	0,73025639	25	24	55,67
Mur (G) bas entérée	D.C	34,584	/	0,94355926	25	24	32,63
Port intérieure							223,73
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							3879,93
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							2143,44
Apports internes AI(t) (W)							12990,55
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1416,92
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							1727,36
Σ AP(t) (W)							22158,22
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
5415,58		24726,56					

Tableau II.30 : Apports à travers les différentes parois salle de stockage de livre 02.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur Q	D.C	26,156	SE	1,12903226	8,69557437	/	308,14
	2porte (PE2)	10		3,5	5,89239676	/	247,48
Mur P	D.C	33,279	SO	1,12903226	11,2522893	/	507,33
Mur W	Voile	9,9429	SE	1,02586976	6,42589676	/	78,65
Mur (A')	D.C	14,541	/	1,04633782	/	8,5	129,32
	Simple	13,078	/	2,07715134	/	8,5	230,90
Mur (P4)	Simple	22,499	/	2,07715134	/	18,6428571	871,25
Mur (P5)	Simple	6,7194	/	2,07715134	/	8,5	118,63
Mur (B)	D.C	18,471	/	1,04633782	/	8,5	164,27
/	/	S (m2)	/	Kété (W/m2°C)	TSm(°C)	Tsbi(°C)	0
Plancher bas enterré		423,4	/	0,76889214	25	24	325,54
Mur (A) bas enterré	Voile	76,242	/	0,73025639	25	24	55,67
Mur (D) bas enterré	D.C	34,584	/	0,94355926	25	24	32,63
Port intérieure							223,73
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							3293,60
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							1130,22
Apports internes AI(t) (W)							11868,99
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1145,67
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							1396,68
Σ AP(t) (W)							19058,92

APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]	APO+AV <1,05*Aréfé	Vérifier
3984,35	18969,19		

Tableau II.31 : Apports à travers les différentes parois salle de stockage de livre 01.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur Q	D.C	15,264	SE	1,12903226	8,69557437	/	179,82
Mur P	D.C	9,762	SO	1,12903226	11,2522893	/	148,82
	Voile	4,716		1,02586976	5,07322633	/	29,45
/	/	S (m2)	/	Kété (W/m2°C)	TSm(°C)	Tsbi(°C)	0
Planché bas enterré		24	/	0,76889214	25	24	18,45
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							376,55
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							902,85
Apports internes AI(t) (W)							1236,55
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							245,14
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							298,85
Σ AP(t) (W)							3059,95
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
1167,53		3556,65					

Tableau II.32 : Apports à travers les différentes parois bureau 07.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur Q	D.C	8,6145	SE	1,12903226	8,70349647	/	101,58
/	/	S (m2)	/	Kété (W/m2°C)	TSm(°C)	Tsbi(°C)	0
Planché bas enterré		11,89	/	0,76889214	25	24	9,14
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							110,72
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							181,07
Apports internes AI(t) (W)							1032,63
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							102,32
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							124,74
Σ AP(t) (W)							1551,50
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
291,80		1096,47					

Tableau II.33 : Apports à travers les différentes parois bureau 06.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur Q	D.C	9,0075	SE	1,12903226	8,70349647	/	106,21
/	/	S (m2)	/	Kété (W/m2°C)	TSm(°C)	Tsbi(°C)	0
Planché bas enterré		11,48	/	0,76889214	25	24	8,82
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							115,04
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							181,07
Apports internes AI(t) (W)							1032,63
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							102,32
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							124,74
Σ AP(t) (W)							1555,82
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
296,12		1084,98					

Tableau II.34 : Apports à travers les différentes parois bureau 05.

RCD :

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur A	D.C	53,673	SE	1,12903226	8,69557437	/	632,32
	Voile	5,895		1,02586976	6,42589676	/	46,63
Mur R	D.C	47,757	SO	1,12903226	11,2522893	/	728,05
	Voile	4,716		1,02586976	5,07322633	/	29,45
Mur Q	D.C	13,4999	S	1,12903226	9,25510709	/	169,27
Mur M	D.C	19,215	SO	1,12903226	11,2522893	/	292,93
	Voile	8,253		1,02586976	5,07322633	/	51,54
Mur K	D.C	56,01	NO	1,12903226	7,2470202	/	549,94
	Voile	9,432		1,02586976	4,06022628	/	47,14
Mur B	D.C	56,01	NE	1,12903226	7,38623842	/	560,50
	Voile	9,432		1,02586976	5,58690951	/	64,87
Mur (R1)	Simple	26,429	/	2,07715134	/	18,6428571	1023,43
	Simple	21,1818	/	2,07715134	/	8,5	373,98
	voile	14,148	/	2,43902439	/	8,5	293,31
Mur (S3)	Simple	15,9156	/	2,07715134	/	8,5	281
	voile	14,148	/	2,43902439	/	8,5	293,31
Mur (A4)	Simple	18,078	/	2,07715134	/	18,6428571	700,05
Plancher		221,5	/	1,99430199	/	8,5	3754,77
Toitur		132,58	/	0,63632304	6,075	/	615,01
Port intérieure							117,79
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							10625,35
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							7570,88
Apports internes AI(t) (W)							24515,03
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							2052,91
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							2502,69
Σ AP(t) (W)							47266,87
APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier		
16853,07	29062,61						

Tableau II.35 : Apports à travers les différentes parois salle des revus et périodique + halle + banque de près livre e' prévus.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur E	D.C	44,76	NE	1,12903226	7,38623842	/	447,92
Mur D	D.C	5,5125	SE	1,12903226	8,69557437	/	64,94
Mur F	D.C	26,6798	N	1,12903226	6,71205125	/	242,61
	Voile	20,829		1,02586976	3,3085	/	84,83
Mur G	D.C	44,9565	NO	1,12903226	7,2470202	/	441,40
Mur H	D.C	5,709	SO	1,12903226	11,2522893	/	87,03
Mur (D1)	D.C	14,998	/	1,04633782	/	8,5	133,39
Mur (C1)	D.C+Voile	18,078	/	0,61349693	/	8,5	94,27
Mur (G1)	D.C+Voile	18,078	/	0,61349693	/	8,5	94,27
Mur (I2)	D.C	14,998	/	1,04633782	/	8,5	133,39
Plancher sur le sole		551,93	/	0,76889214	/	1	424,37
Port intérieure							104,72
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							2353,17
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							3481,72
Apports internes AI(t) (W)							20481,06
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1494,90
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							1822,43
Σ AP(t) (W)							29633,3
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
5393,82		24726,56					

Tableau II.36 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture 01.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur (M2)	Simple	7,074	/	2,07715134	/	9,5	139,59
Mur (O3)	Simple	16,3095	/	2,07715134	/	9,5	321,83
Toiture		1,37	/	0,63632304	3,875	/	4,05
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							465,47
Apports internes AI(t) (W)							751,12
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							0
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							0
Σ AP(t) (W)							1216,59
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
424,99		426,02					

Tableau II.37 : Apports à travers les différentes parois locales d'entretien.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur N	D.C	28,9167	SE	1,12903226	8,69557437	/	340,67
Mur M	D.C	30,921	SO	1,12903226	11,2522893	/	471,39
Toitur		96,79	/	0,63632304	6,075	/	448,98
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1261,05
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							1805,70
Apports internes AI(t) (W)							7126,12
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							435,5712
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							531
Σ AP(t) (W)							11159,45
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
2734,97		6580,91					

Tableau II.38 : Apports à travers les différentes parois espace net et informatique.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur N	D.C	8,418	SE	1,12903226	8,70349647	/	99,26
Mur (O2)	Simple	4,716	/	2,07715134	/	8,64285714	84,66
Toitur		10,86	/	0,63632304	4,975	/	41,25
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							225,18
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							181,07
Apports internes AI(t) (W)							930,67
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							102,32
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							124,74
Σ AP(t) (W)							1564
APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier		
315,49	792,84						

Tableau II.39: Apports à travers les différentes parois bureau 02.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur N	D.C	9,597	SE	1,12903226	8,70349647	/	113,16
Toitur		11,45	/	0,63632304	4,975	/	43,49
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							156,66
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							181,07
Apports internes AI(t) (W)							1032,63
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							102,32
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							124,74
Σ AP(t) (W)							1597,44
APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier		
337,74	822,72						

Tableau II.40 : Apports à travers les différentes parois bureau 01.

1ere étage :

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur B	D.C	57,81	NE	1,12903226	7,38623842	/	578,51
	Voile	9,432		1,02586976	5,58690951	/	64,87
Mur A	D.C	19,608	SE	1,12903226	8,69557437	/	231
	Voile	7,074		1,02586976	6,42589676	/	55,96
Mur V	D.C	49,329	SO	1,12903226	11,2522893	/	752,02
Mur T	D.C	3,144	SE	1,12903226	8,69557437	/	37,03
Mur (B1)	Simple	12,4435	/	2,07715134	/	8,5	219,69
	voile	3,144	/	2,43902439	/	8,5	65,18
Toiture		186	/	0,63632304	7,81214561	/	1109,53
Port intérieure							52,36
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							3166,18
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							3328,04
Apports internes AI(t) (W)							5616,76
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1026,18
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							1251,02
Σ AP(t) (W)							14388,19
APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier		
5868,44	13892,2						

Tableau II.41 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture des enseignants.

Parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur E	D.C	5,316	SE	1,12903226	8,69557437	/	62,62
Mur F	D.C	44,76	NE	1,12903226	7,38623842	/	447,92
Mur G	D.C	26,6798	N	1,12903226	6,71 205125	/	242,61
	Voile	20,829		1,02586976	3,3085	/	84,83
Mur H	D.C	44,9565	NO	1,12903226	7,2470202	/	441,40
Mur I	D.C	5,709	SO	1,12903226	11,2522893	/	87,03
Mur X	Simple	20,8	NE	2,43055556	9,04411778	/	548,67
Mur W	Simple	20,8	NO	2,43055556	10,9172311	/	662,31
Mur Z	Simple	20,8	SO	2,43055556	14,4610657	/	877,30
Mur K	Simple	20,8	SE	2,43055556	9,68405486	/	587,49
Mur (C1)	D.C+Voile	18,078	/	0,61349693	/	8,5	94,27
Mur (D1)	D.C	14,998	/	1,04633782	/	8,5	133,39
Mur (K1)	D.C+Voile	18,078	/	0,61349693	/	8,5	94,27
Mur (J1)	D.C	14,998	/	1,04633782	/	8,5	133,39
Mur (D2)	Simple	87,374	/	2,07715134	/	8,5	1542,65
	Simple	30,752	/	2,07715134	/	18,6428571	1190,84
Toiture		536,14	/	0,63632304	7,81214561	/	3198,21
Toiture vitrée		108,16	/	4,76243569	7,81214561	/	4828,89
Port intérieure							264,39
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							15522,56
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							3481,72
Apports internes AI(t) (W)							20684,98
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1796,60
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							2190,23
Σ AP(t) (W)							43676,09
APO+AV (15h)[w]		1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier	
17101,36		21218,47					

Tableau II.42 : Apports à travers les différentes parois salle de lecture 02.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur (R4)	Simple	8,2729	/	2,07715134	/	9,5	163,24
	Simple	11,44023	/	2,07715134	/	9,5	225,74
Toiture		3,5	/	0,63632304	5,45658034	/	14,58
Port intérieure							28
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							431,58
Apports internes AI(t) (W)							291,96
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							112,97
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							137,72
Σ AP(t) (W)							974,24

APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]	APO+AV <1,05*Aréfé	Vérifier
396,85	465,23		

Tableau II.43 : Apports à travers les différentes parois locales d'entretien.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur T	D.C	10,776	S0	1,12903226	7,93119918	/	115,79
Mur (S2)	Simple	12,473	/	2,07715134	/	9,5	246,12
Mur (T1)	Simple	10,611	/	2,07715134	/	20,5	451,83
Mur (S1)	Simple	15,72	/	2,07715134	/	9,5	310,20
Toiture		12,8	/	0,63632304	5,45658034	/	53,33
Port intérieure							39,29
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							1216,58
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							171,67
Apports internes AI(t) (W)							1032,63
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							238,77
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							291,08
Σ AP(t) (W)							2950,74

APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]	APO+AV <1,05*Aréfé	Vérifier
1347,18	1629,88		

Tableau II.44 : Apports à travers les différentes parois bureau 04.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur P	D.C	10,383	S0	1,12903226	11,2522893	/	158,28
Mur (Q1)	Simple	15,72	/	2,07715134	/	8,5	277,54
Mur (Q2)	Simple	12,473	/	2,07715134	/	8,5	220,22
Toiture		12,4	/	0,63632304	7,81214561	/	73,96
Port intérieure							35,15
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							765,18
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							282,55
Apports internes AI(t) (W)							1032,63
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							238,77
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							291,08
Σ AP(t) (W)							2610,23

APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]	APO+AV <1,05*Aréfé	Vérifier
962,05	1002,05		

Tableau II.45: Apports à travers les différentes parois bureau 03.

parois	Types	S (m2)	Orientation	Kété (W/m2°C)	Δte(t) (°C)	ΔtInc (t) (°C)	A (W)
Mur L	D.C	52,41	NO	1,12903226	7,2470202	/	514,58
	Voile	9,432		1,02586976	4,06022628	/	47,14
Mur N	D.C	18,4292	SO	1,12903226	11,2522893	/	280,95
	Voile	7,074		1,02586976	5,07322633	/	44,17
MurQ	D.C	49,329	SE	1,12903226	8,69557437	/	581,14
Mur (Q4)	Simple	12,4435	/	2,07715134	/	8,5	219,69
	Voile	2,9475	/	2,43902439	/	8,5	61,10
Toiture		186	/	0,63632304	7,81214561	/	1109,53
Port intérieure							52,36
Apports à travers les parois opaques APO(t) (W)							2910,72
Apports à travers les parois vitrées AV (t) (W)							3938,59
Apports internes AI(t) (W)							6104,11
les gaine sensible Apports dus au renouvellement et infiltrations de l'air ARENs;AINFs (t) (W)							1155,08
les gaine latente Apports dus au renouvellement et infiltrations d'air ARENl;AINFl(t) (W)							1408,15
Σ AP(t) (W)							15516,66
APO+AV (15h)[w]	1,05*Aréfé [w]		APO+AV <1,05*Aréfé		Vérifier		
5966,62	15766,88						

Tableau II.46: Apports à travers les différentes parois atelier de relieurs et divers de livre.

Apports thermiques total :

Niveaux	AP [w]
L'entrée sole	47384,42
RCD	92437,67
1ere étage	80116,19
Σ AP totale[w]	219938,29

Tableau II.47: Apports thermiques total

Donc après avoir calculé le bilan estival et hivernal, et après vérification, on constate que l'architecture et la conception de l'immeuble sont dans les normes énergétiques.

CHAPITRE 03 :

Choix et dimensionnement du système de climatisation

Choix et dimensionnement du système de climatisation

Le choix d'un système de climatisation doit tenir compte de plusieurs facteurs :

- Surface à climatiser
- Niveau sonore exigé
- Esthétique désirée
- Puissance frigorifique nécessaire (Situation géographique, Orientation et exposition des pièces, Isolation, Ensoleillement)
- Coût d'investissement
- Coût d'exploitation

Quel que soit son importance et son application, tout système de climatisation comprend nécessairement les équipements suivants :

- Equipements de traitement
- Equipements intermédiaires et accessoires
- Equipements de régulation et de sécurité
- Equipements terminaux

Suivant la méthode de classification choisie, les systèmes IVCA (installation de ventilation et de conditionnement d'air) peuvent être répartis en déférentes catégories. En fonction du type de traitement d'air, du transfert de l'énergie et de la régulation on peut adopter la classification suivante :

- Systèmes centralisé (tout air)
- Systèmes semi centralisé (à eau et a air)
- Systèmes décentralisé (appareils spéciaux).

III.1.1. Systèmes centralisé (tout air) : [3]

Dans ce type d'installation, l'air est traité dans une centrale puis distribué par un réseau de conduits dans les locaux à climatiser, où aucun nouveau traitement n'a eu en lieu. Dans les systèmes tout air, les gains de chaleur parfois assez important conduisent à des débits très forts, qui par conséquence amène à un encombrement des conduits.

III.1.2. Systèmes semi centralisé :

Le but de ce système est de garder la régulation locale pour chaque zone en conservant la centralisation du traitement au minimum, la production de chaleur et de froid peut rester centralisée, dans le cas des ventilo-convecteurs l'air sera traité dans l'appareil terminal.

III.1.3. Systèmes décentralisé :

C'est le cas où chaque pièce est équipée d'un appareil monobloc, il se compose de deux parties l'une pour le traitement d'air et l'autre pour la production d'énergie calorifique et frigorifique, Cet appareil est en général de type climatiseur individuel et armoire de climatisation.

III.2. Choix du système de climatisation : [3]

III.2.1. Introduction :

Pour faire le choix entre tel ou tel système, il faut prendre en considération plusieurs critères dont les plus importants sont :

- Destination des locaux (conditions internes imposées dans les locaux)
- Configuration des locaux (contraintes architecturales)
- Critère économique

A partir de l'analyse de ces critères, on a opté pour un système centralisé de type VRV pour la climatisation de notre bibliothèque (1er étage et RDC et L'entrée sole).

III.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable) :

III.2.2.1. Définition :

Les systèmes VRF (Variable Refrigeration Flow) ou en français VRV (Volume de Réfrigération Variable) se caractérisent par leur flexibilité particulière. D'un point de vue technique, il est possible de raccorder jusqu'à 64 unités internes à l'unité externe de façon modulaire, permettant de climatiser autant de zones.

D'un point de vue construction, ils s'opposent fondamentalement aux installations multi-split simples.

Les appareils externes sont techniquement plus importants et plus complexes, ce qui se manifeste notamment par un plus grand nombre de fonctions. De plus, chaque unité interne dispose de son propre détendeur. L'implantation du détendeur directement sur l'unité interne garantit une régulation précise de la température ambiante, dans la mesure où le fluide frigorigène est injecté selon le besoin. Par ailleurs, la ligne peut ainsi suivre un tracé plus long et plus flexible que ce qu'une installation multi-split simple autorise.

Ces caractéristiques sont particulièrement adaptées pour une utilisation du tertiaire (immeubles de bureaux, hôtels, etc.).

III.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable) :

III.2.2.1. Définition :

La dénomination (VRV) traduit le fait que le système est capable d'adapter sa puissance strictement aux besoins thermiques des locaux traités, à tout moment de la journée et quelle que soit la saison. Ce système est connu aussi sous les noms DRV (Débit Réfrigérant Variable), VRF (Variable Réfrigérant Flow), DVM (Digital Variable Multi).

Le VRV est un système à détente directe qui à partir d'une seule unité extérieure (groupe compresseur) alimente par des tubes frigorifiques de petites dimensions plusieurs unités intérieures, parfait tant en installation neuve qu'en remplacement d'installation. Idéal pour les hôtels, bureaux sur plusieurs étages, salles de conférences, villa de grandes surfaces ….en règle générale des locaux ayant besoin de différents types d'appareils, consoles, plafonniers, gagnables, muraux, cassettes, etc. …. de 16 à 64 unités de puissances différentes. Chaque fabricant a développé son système à débit variable, le principe de fonctionnement est de base sur la technologie inventer ou digital scroll, ce qui permet à l'unité extérieure (le groupe compresseur) d'adapter le volume de réfrigérant donc sa puissance en fonction de la puissance dont l'installation a besoin, d'où une grande souplesse d'utilisation avec une consommation réduite.

III.2 .2 .2. Risques de fuite du réfrigérant :

Afin d'éviter tout risque de fuite, la mise en œuvre d'un circuit de réfrigérant VRV doit respecter une procédure stricte. Celle-ci, définie par le fabricant du matériel, a pour objectif de garantir la parfaite étanchéité de l'installation avant la mise en service du système. Ainsi, tous les réseaux sont éprouvés à des pressions supérieures à celles du fonctionnement des appareils. De plus, toutes ces préconisations peuvent être validées par le fabricant lui-même dans le cadre d'une assistance à la mise en service.

III.2.2.3. Maintenance sur une installation VRV :

A la différence des solutions à eau glacée qui nécessitent la mise en œuvre de pompes, réservoirs tampons, la maintenance d'un système VRV se concentre exclusivement sur les groupes extérieurs ou sont regroupées toutes les 'informations utiles au contrôle du bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation. Au niveau des terminaux, un simple nettoyage régulier des filtres suffit. Par sa conception, le système VRV facilite donc considérablement les opérations de maintenance.

III.2.2.4. Application des systèmes VRV :

Le VRV est une solution pouvant répondre à toute application de confort. La large gamme de terminaux offre de nombreuses opportunités d'aménagement intérieur. Dans l'immobilier de bureau notamment, ce système satisfait parfaitement toute l'existence de matière de flexibilité. L'hôtellerie trouve également à travers le VRV bon nombre de réponses : la respiration d'énergie par exemple, la garantit à chaque utilisateur un confort optimal et à l'établissement d'importante économies d'exploitation.

La résidentiel enfin représente un marché émergent : les différences en logement collectif, y-compris logement social sont de plus nombreuses.

III.2.2.5. Flexibilité des systèmes VRV :

Pour octroyer une grande flexibilité, il est nécessaire de respecter certains critères : notamment l'implantation uniforme d'unités terminales sur l'ensemble des surfaces traitées afin de permettre tout type de cloisonnement ultérieur, ainsi que la mise en place d'une régulation préservant l'autonomie de chaque unité intérieure, Le VRV se plie parfaitement à ces critères, Mais il apporte une forme supplémentaire de flexibilité : lorsque la surface à climatiser nécessite d'associer plusieurs groupes extérieurs VRV, il devient alors possible de sélectionner les déférents systèmes afin de garantir l'indépendance de certaines zones.

On peut ainsi rendre strictement indépendant chaque niveau voire chaque locataire.

III.2.2.6. Différences essentielles entre une solution VRV et une solution type eau glacé:

La principale différence concerne le medium utilisé pour rafraichir les locaux. Comme son nom l'indique, une solution type « eau glacé » consiste en un double échange réfrigérant \eau puis eau \air.

Le VRV est une solution à « détente directe » : l'échange thermique intervient directement entre le réfrigérant et l'air des locaux à climatiser.

Cet aspect conditionne un certain nombre d'autres spécificités : l'eau nécessite des diamètres de tuyauteries plus importants et la mise en place d'accessoires hydrauliques indispensables à sa circulation.

D'autre part, le VRV est une solution de climatisation complète: la production, la diffusion et la régulation sont indissociables, alors qu'une à eau glacée peut être constituée de fournitures différentes.

Enfin, la puissance frigorifique (calorifique) d'un système VRV reste limitée et inférieure généralement à 100KW, ce qui nécessite d'associer plusieurs systèmes lorsqu'il s'agit de traiter des charges thermiques importantes.



Figure III.1 : unité intérieure type (cassette)



Figure III.2 : unité extérieure

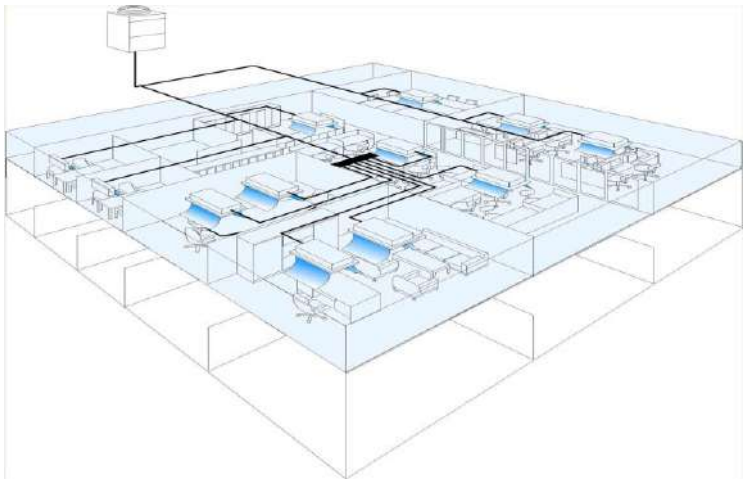


Figure III. 3 : Schéma d'une installation VRV

III.2.2.7. Les principaux avantages du VRV :

- Un COP élevé (coefficient de performance).
- Un fonctionnement avec des températures extérieures de -15 °C.
- Puissance frigorifique 5 à 90 KW.
- Jusqu'à 64 unités intérieures sur un circuit.
- Acceptant des longueurs de tube de 1000 mètres cumulés maximum.
- Dénivelé entre unités intérieures et extérieures de 90 m.
- Possibilité d'optimiser la régulation par zone en fonction de l'orientation des bâtiments.
- Charge automatique de la quantité de réfrigérant.
- Facilité d'installation grâce à des tubes de petites dimensions.

- Câblage des unités simplifié sans polarité.
- Modularité du système.
- Une large gamme d'unité intérieure, de tout type de puissances.
- Des unités extérieures peu encombrantes.
- Possibilité de chauffer et de refroidir simultanément (3 tubes).
- Large choix de commandes, simplifiées, programmable, centralisé, infrarouge.
- Gestion par ordinateur ou par internet.

III.2.2.8. Inconvénients du VRV :

- Système très cher à l'acquisition.
- Contiens une grande quantité de fluide frigorigène.

III.3. La technologie du VRV : [4]

La technologie VRV nécessite, pour son fonctionnement, des unités (intérieures et extérieures) spécifiques, un fluide frigorigène adéquat, la définition d'un réseau du fluide frigorigène. Il nécessite également un bon système de commande.

III.3.1. Fluide réfrigérant :

Le fluide caloporteur utilisé en VRV n'est ni l'air ni l'eau mais un fluide frigorigène bien spécifique.

III.3.2. Unité intérieure :

L'unité intérieure (échangeur au niveau du local) est parcourue par le fluide frigorigène. Un ventilateur hélicoïdal force l'air du local à travers de l'échangeur. Elle peut fonctionner soit en rafraîchissement, soit en chauffage. Un détendeur électronique règle en permanence le débit de réfrigérant en fonction de la charge intérieure.

III.3.3. Unité extérieure :

L'unité extérieure est généralement placée en toiture (pas de local technique spécifique). Ceci permet au condenseur d'être facilement refroidi par l'air extérieur.

Les unités extérieures sont modulaires et peuvent être alignées côte à côte. Chez certains constructeurs, les systèmes VRV autorisent des combinaisons d´unités extérieures permettant d´avoir un grand nombre d´unités intérieures raccordées.

III.3.4. Réseau de distribution :

Les tuyauteries en cuivre souvent utilisées sont de très faible diamètre.

III.4. Choix des équipements : [6]

Le choix et le positionnement des équipements concernent les unités intérieures, les unités extérieures, le dimensionnement de la tuyauterie. La note de calcul utilisée, pour ce choix, est celle du fabricant **DAIKIN.**

Il dispose de plus de 30 années d'expérience dans le domaine du système VRV.

III.4.1 Choix des unités intérieures :

Le choix des unités intérieures des différents locaux a été fait suite au bilan thermique.

L'emplacement de celle-ci conditionne fortement le confort des occupants.

Auprès du fabricant **DAIKIN**, les unités intérieures disponibles ont des puissances frigorifiques allant de 2,2 kW à plus de 16 kW. A chacune des unités intérieures correspond un indice.

La répartition par type des 80 unités intérieures à installer se présente :

- 22 unités intérieures type cassette seront installées au L'entrée sole
- 35 unités intérieures type cassette seront installées au RDC
- 23 unités intérieures type cassette seront installées au 1er étage

III.4.2 Choix des unités extérieures :

En système VRV, la définition des zones par conséquent du nombre d'unités extérieures, à installer, est fortement liée :

- au bilan thermique,
- à la longueur totale des liaisons frigorifiques,
- au nombre d'unités à raccorder,
- au mode de raccordement des unités intérieures.

Le choix des unités extérieures appropriées aux différentes zones est lié au cumul des indices des unités intérieures de la zone concernée.

Selon le fabricant DAIKIN, dans le système VRV, la longueur maximale de liaisons frigorifiques entre l'unité extérieure et l'unité intérieure la plus éloignée est portée à 165 m. La longueur maximale cumulée des liaisons frigorifiques ne doit pas dépasser 1000 m.

- Si l'unité extérieure est installée au-dessus de l'unité intérieure, la dénivellation standard est de 50 mètres. Elle peut toutefois atteindre 90 mètres.
- Si l'unité extérieure est installée en dessous de l'unité intérieure, la dénivellation standard est de 40 mètres.

III.4.3 Détermination des sections des liaisons frigorifiques (tuyauterie) :

Pour les installations VRV, il existe des liaisons frigorifiques principales auxquelles viennent se raccorder les liaisons frigorifiques secondaires (liaisons frigorifiques des unités intérieures).

La jonction des deux liaisons est faite à l'aide des raccords spéciaux appelés « Raccords REFNET », développés par le fabricant DAIKIN. Ce système a été conçu pour simplifier l'installation de la climatisation.

Les raccords et collecteurs REFNET (tous deux accessoires) contribuent à réduire le temps d'installation et à accroître la fiabilité du système.

En comparaison avec les raccords en "T" ordinaires, avec lesquels la distribution du réfrigérant est loin d'être optimale, les raccords REFNET ont été conçus pour optimiser le débit du réfrigérant. Ils réduisent les pertes de charge.

La détermination des sections des liaisons frigorifiques (côté gaz ou liquide) est basée sur la notion de détermination d'indice chez DAIKIN.

III.4.4 Détermination des sections des liaisons frigorifiques des unités extérieures :

En fonction du type et de la capacité de l'unité extérieure à installer, les sections des liaisons frigorifiques déterminées et utilisées sont de : 3/4 ", et 1"3/8 à la sortie des différentes unités extérieures.

III.4.5 Détermination des sections des tuyauteries principales :

La détermination des sections des tuyauteries principales se fait en fonction de la capacité totale des unités intérieures raccordées. La détermination des différentes sections des liaisons frigorifiques principales en fonction des indices cumulés selon la technologie DAIKIN.

III.4.6 Détermination des sections des tuyauteries secondaires :

La détermination de la section des tuyauteries (côté gaz ou liquide) des unités intérieures est fortement liée à l'indice approprié de cette unité.

III.4.7 Détermination des raccords REFNET :

Les différents types de raccords REFNET sont déterminés en fonction des unités intérieures à alimenter. Autrement dit, le choix des raccords est basé sur le calcul de la somme des indices des unités intérieures à raccorder.

Il est à noter que la partie cintré du REFNET alimente une unité intérieure, et la partie rectiligne continu son chemin jusqu'au prochain REFNET, et que les REFNET seront obligatoirement posé à plat, bien à l'horizontal.



Figure III.4 : raccord REFNET

III.4.8 Détermination des longueurs des liaisons frigorifiques :

Pour la détermination des longueurs des liaisons frigorifiques, des mesures sur site doit être effectuées pour les différentes liaisons principales. Quant aux liaisons des unités intérieures, une moyenne de deux (02) mètres sera faite pour le raccordement de chaque unité.

En ce qui concerne la détermination de la longueur des liaisons téléphoniques, elle est prise égale au double de la longueur totale des liaisons frigorifiques.

- Après avoir calculé les apports et les déperditions de **Bibliothèque**, nous avons fait le choix sur les équipements adéquats à notre système de climatisation.
- On à opter pour un système de climatisation VRV réversible
- D'après le catalogue DAIKIN on a choisi 3 groupes extérieurs DAIKIN

Suivant le catalogue et le logiciel de sélection DAIKIN système VRV: (annexe .C)

- Unités externes : sont déterminés dans le tableau suivant :

L'entrée sole	Unité extérieur	Capacité [KW]		Diametre liquide(mm)	Diametre gaze(mm)	REFNET (BHF26)
		Climatisation	Caufage			
	RXYYQ20P7W1B	55,9	62,5	15,9	28,6	A450F

Tableau III.1 : Choix d'unité extérieure de L'entrée sole.

RCD	Unité extérieur	Capacité [KW]		Diametre liquide(mm)	Diametre gaze(mm)	REFNET (BHF26)
		Climatisation	Caufage			
	RXYYQ36P7W1B	98	113	19,1	41,3	A450F

Tableau III.2 : Choix d'unité extérieure de RCD.

1ere étage	Unité extérieur	Capacité [KW]		Diametre liquide(mm)	Diametre gaze(mm)	REFNET (BHF26)
		Climatisation	Caufage			
	RXYYQ32P7W1B	89	102	19,1	34,9	A450F

Tableau III.3 : Choix d'unité extérieure de 1ere étage.

- Unités internes : sont déterminés dans le tableau suivant :

Local	Unité intérieur	Nombre	Capacité [KW]		Diamètre liquide (mm)	Diamètre gaze (mm)	Diamètre L'eau (mm)	REFNET (KHRP26)
			Climatisation	Chauffage				
Salle de stockage de livre 01	FXFQ20P7VEB	9	2,2	2,5	6,35	12,7	VP25 (I.D25/O.D32)	(A33T)+8(A22T)
Salle de stockage de livre 02	FXFQ20P7VEB	10	2,2	2,5	6,35	12,7		6(A72T)+4(A33T)
bureau 07	FXFQ32P7VEB	1	3,6	4	6,4	12,7		(A72T)
bureau 05	FXFQ20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)
bureau 06	FXFQ20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)

Tableau III.4 : choix des unités intérieures différents locaux de (L'entrée sole)

Locale	Unité intérieure	Nombre	Capacité [KW]		Diamètre liquide (mm)	Diamètre gaze (mm)	Diamètre L'eau (mm)	REFNET (KHRP26)
			Climatisation	Chauffage				
Halle +salle de revus et périodique +banque de pré livre e prévus	FXFQ25P7VEB	17	2,8	3,2	6,4	12,7	VP25 (I.D25/O.D32)	3(A73T+M73TP)+7(A72T)+(A33T)+6(A22T)
Salle de lecture 01	FXFQ50P7VEB	9	3,6	4	6,4	12,7		3(A72T)+6(A73T+M73TP)
bureau 02	FXFQ20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)
bureau 01	FXFQ20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)
Locale d'entretien	FXFQ20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)
Espace net et informatique	FXFQ20P7VEB	6	2,2	2,5	6,35	12,7		(A72T)+5(A33T)

Tableau III.5 : choix des unités intérieures différents locaux de (RCD)

Locale	Unité intérieur	Nombre	Capacité [KW]		Diamètre liquide (mm)	Diamètre gaze (mm)	Diamètre L'eau (mm)	REFNET (KHRP26)
			Climatisation	Chauffage				
Salle de lecture des enseignants	FXFQ 25P7VEB	6	2,8	3,2	6,4	12,7	VP25 (I.D25/O.D32)	(A72T)+4(A33T)+(A22T)
Salle de lecture 02	FXFQ 50P7VEB	8	5,6	6,3	6,4	12,7		2(A73T+M73TP)+6(A72T)
Locale d'entretienne	FXFQ 20P7VEB	1	2,2	2,5	6,35	12,7		(A73T+M73TP)
bureau 04	FXFQ 32P7VEB	1	3,6	4	6,4	12,7		(A73T+M73TP)
bureau 03	FXFQ 25P7VEB	1	2,8	3,2	6,4	12,7		(A73T+M73TP)
Atelier de relieur et divers des livres	FXFQ 25P7VEB	6	2,8	3,2	6,4	12,7		6(A22T)

Tableau III.6 : choix des unités intérieures différents locaux de (1ere étage)

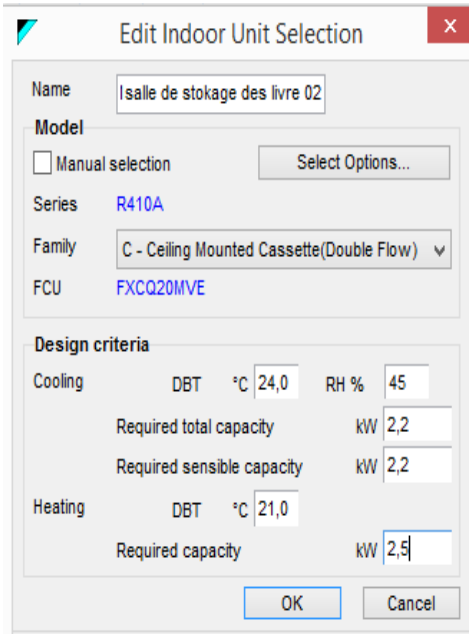


Figure III.5 : unité intérieure FXCQ20MEV (logicielle DAIKIN)

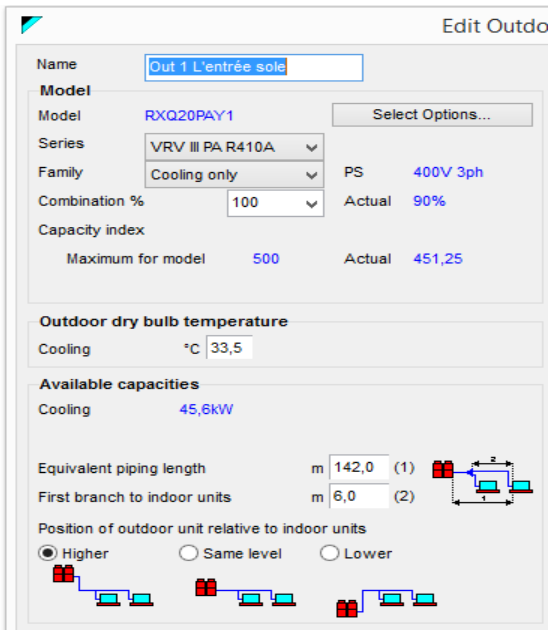


Figure III.6 : unité extérieure RXQ2OPAY1 (logicielle DAIKIN)

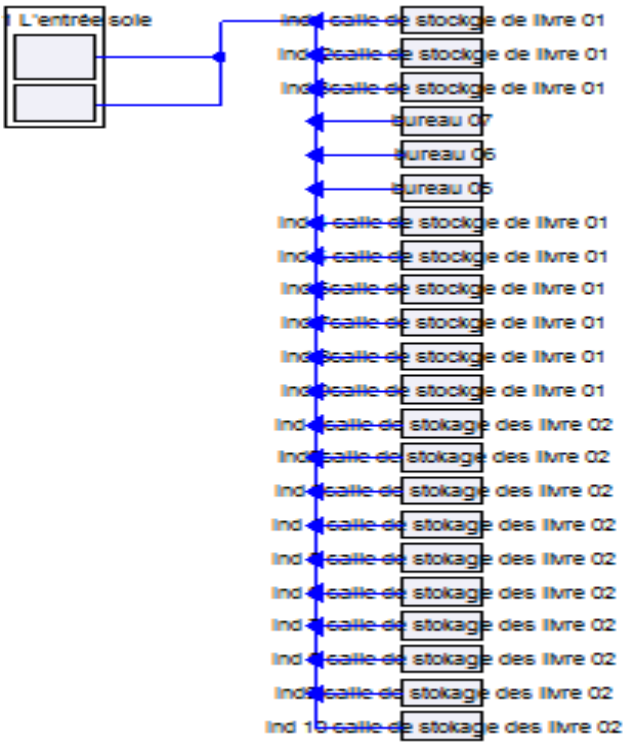


Figure III.7 : Schéma de l'installation climatisation de (l'entrée sole)avec logicielle DAIKIN

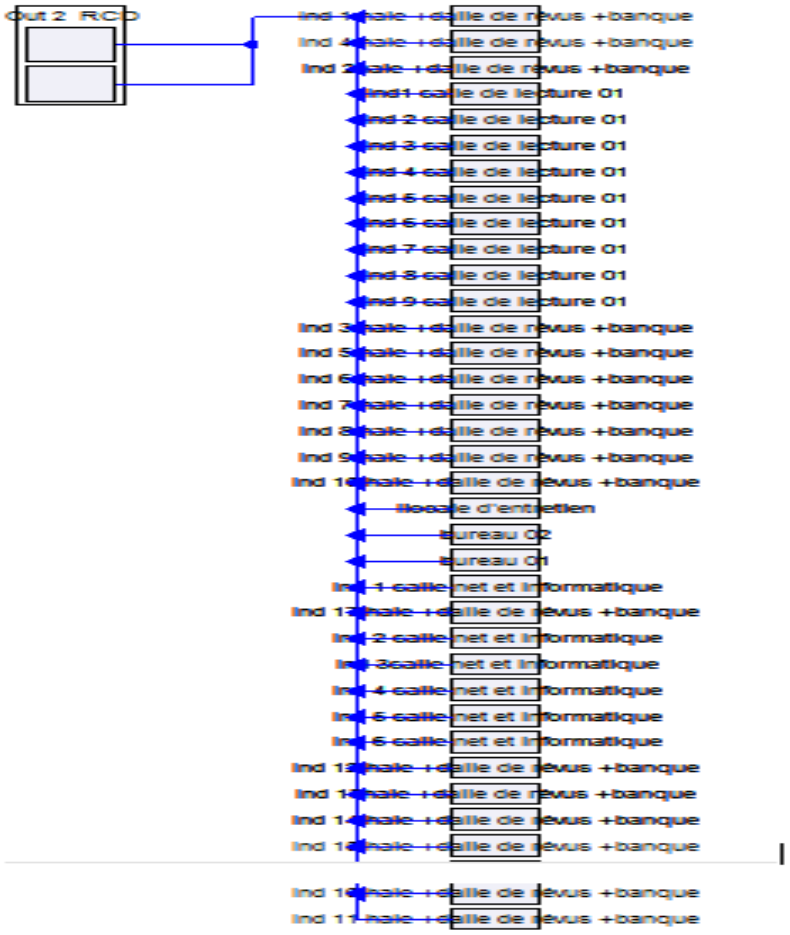


Figure III.8: Schéma de l'installation climatisation de (RCD) avec logicielle DAIKIN

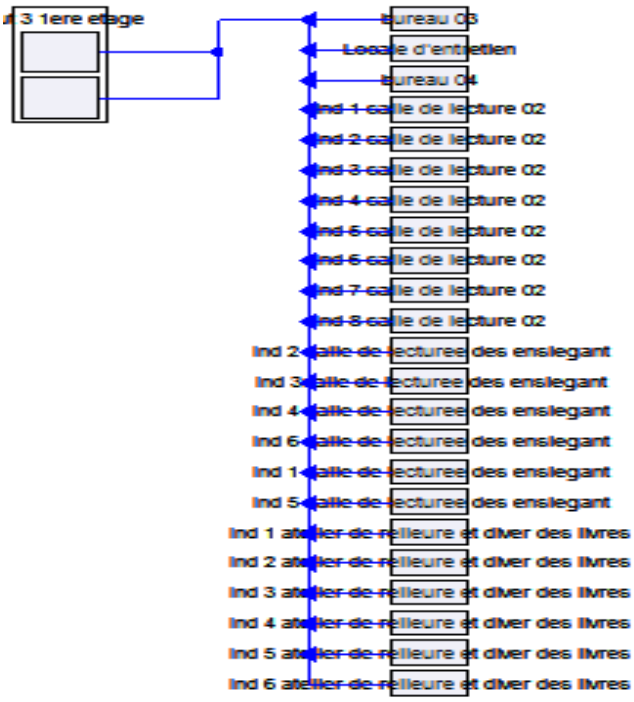


Figure III.9 : Schéma de l'installation climatisation de (1ere étage) avec logicielle DAIKIN

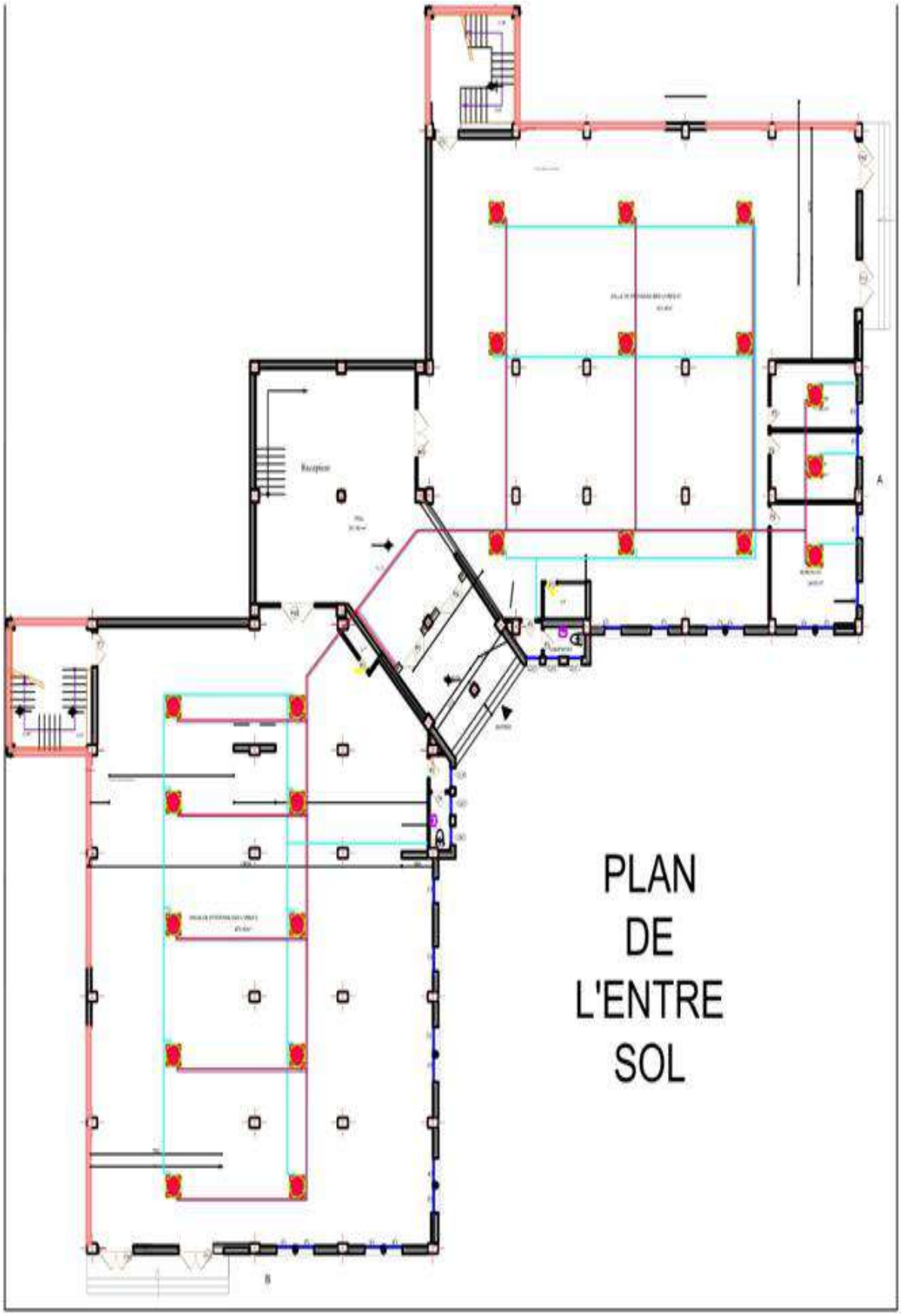


Figure III.10 : Réseaux hydraulique du (L'entrée sole)

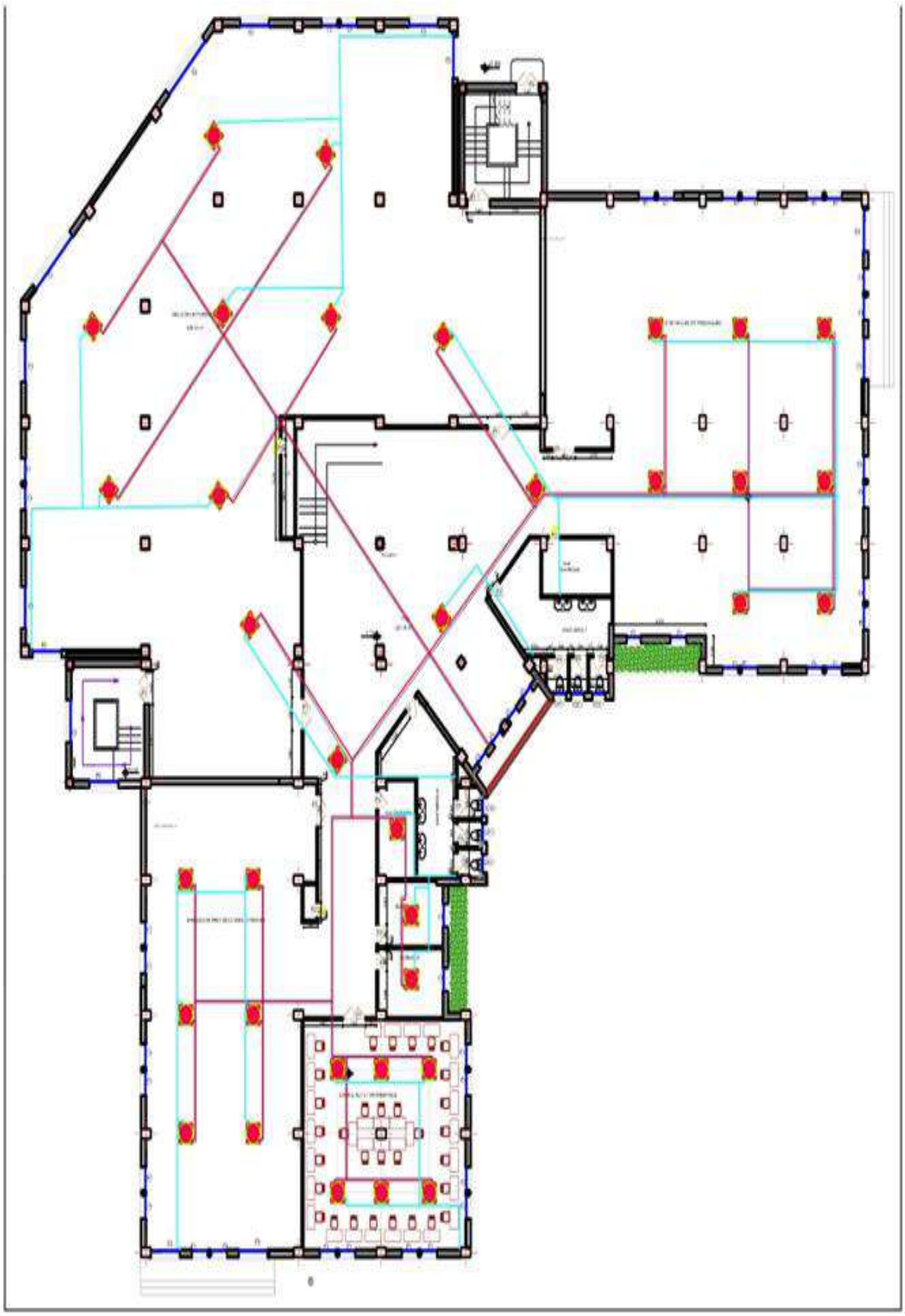


Figure III.11 : Réseaux hydraulique du (RCD)

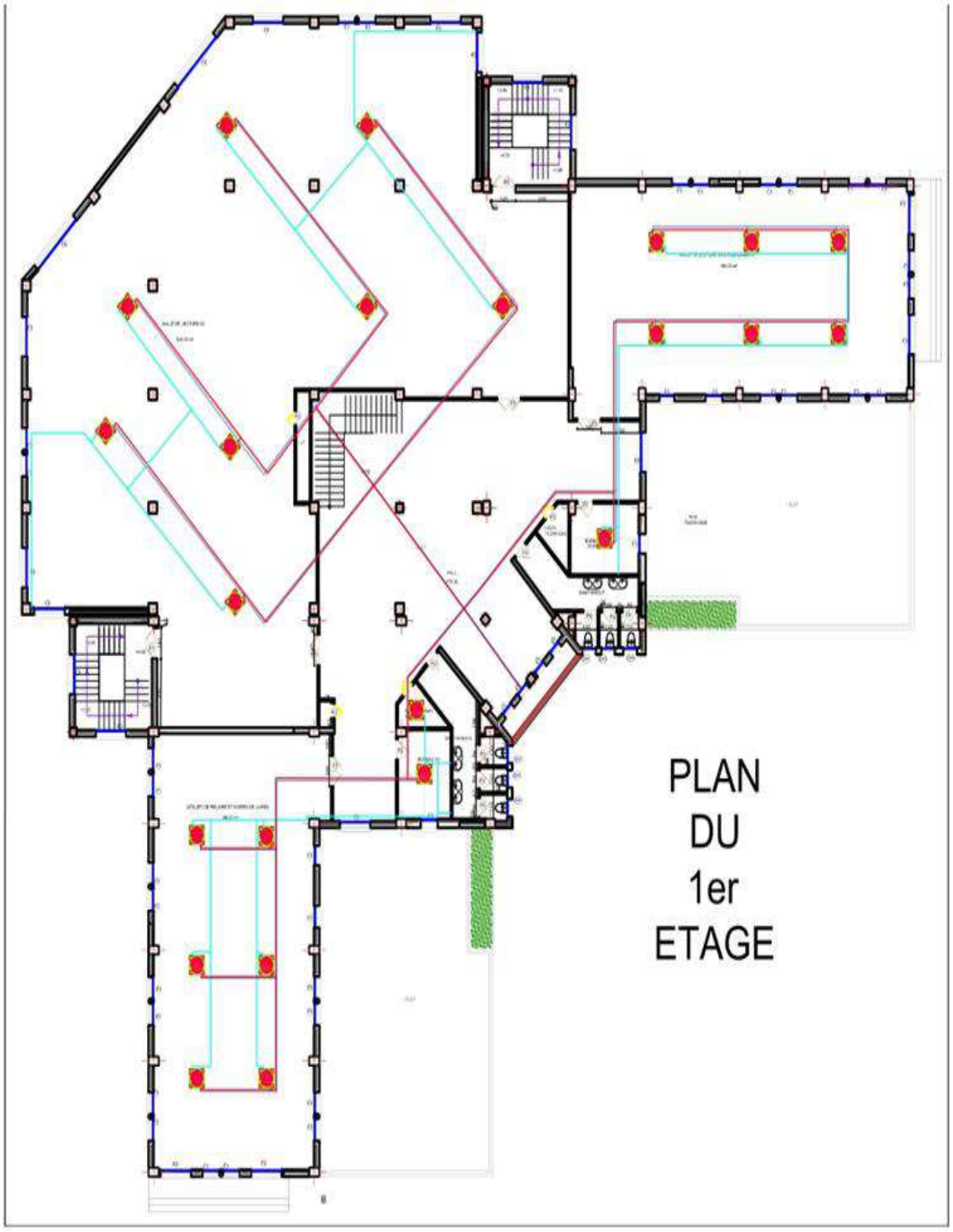


Figure III.12 : Réseaux hydraulique du (1ere étage)

CHAPITRE 04 :
Le système de la régulation

Système de régulation :

IV.1. Introduction :

Le but de la régulation est de maintenir à une valeur choisie fixe ou variable (point de consigne), une grandeur physique ou grandeur réglée comme la température , l'humidité relative, la pression , etc… , soumise à des perturbations .Pour cela , la valeur est mesurée puis comparée au point de consigne , c'est alors qu'un organe de réglage (actionneur) intervient pour éliminer l'écart constaté et ceci quand on veut et où l'on veut.

IV.2. Régulation du système VRV : [4]

La régulation des VRV est du type PID , une platine électronique utilise les informations des transducteurs de pressions et des différentes sondes afin de maintenir une température d'évaporation suffisante au bon fonctionnement tout en répondant à la charge thermique en contrôlant la vitesse ou la modulation du (des) compresseur à débit variable et le fonctionnement des compresseurs à commande marche/arrêt.

Exemple de fonctionnement unité, au démarrage seul le compresseur à débit variable fonctionne, mais quand la demande dépasse la puissance de ce compresseur, un autre compresseur est mis en route, mais celui-là à débit fixe puis la demande diminuant le compresseur à débit variable commence à moduler pour s'adapter à la puissance à fournir. si la charge diminue suffisamment le compresseur fixe est stoppé puis celui à débit variable adaptera sa puissance.

IV.2.1. Système (VRV) 2 tubes:

Des machines sont définies comme étant VRV Inverter 2, Inverter est le nom de la technologie utilisée pour faire varier la puissance frigorifique des compresseurs.

La variation de la puissance frigorifique s'accompagne d'une réduction pratiquement proportionnelle de la puissance électrique absorbée. Ce choix technologique s'avère donc très économique. La technologie Inverter permet d'adapter la puissance instantanée à l'écart mesure – consigne, la durée d'obtention de la valeur de consigne est donc réduite (Figure V.2).

2 tubes : toutes les unités intérieures raccordées à un même groupe extérieur fonctionnent en chauffage ou en refroidissement.

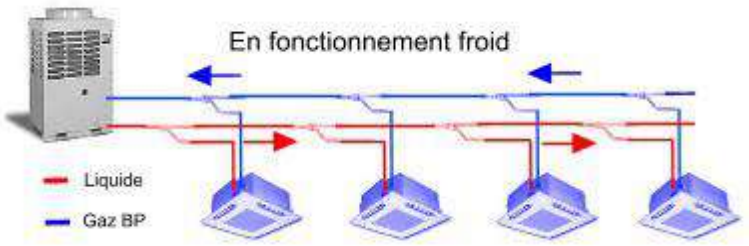


Figure IV.1 : VRV 2 tubes, fonctionnement froid

Les unités intérieures sont alors indépendantes les unes des autres.

- Si l'écart mesure – consigne est positif, l'unité fonctionne en refroidissement.

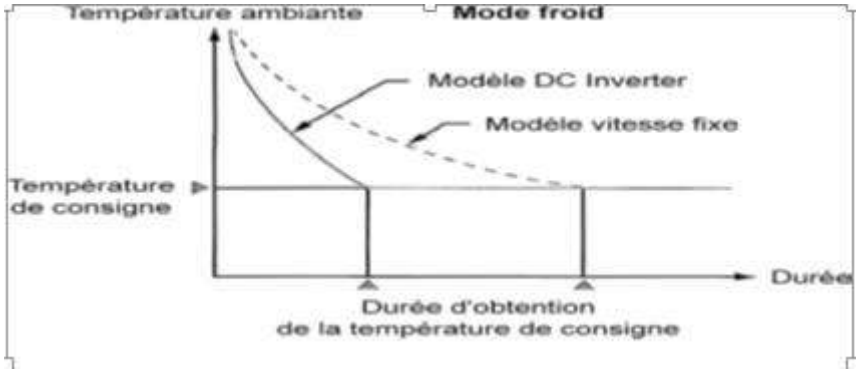


Figure IV.2 : Comparaison des durées nécessaires à l'obtention de la température de consigne entre des machines à vitesse constante et des machines dotées de la technologie Inverter.

IV.3. Gestion du système de régulation : [5]

IV.3.1. Froid seul : « les unités intérieures assurent le refroidissement uniquement »

La régulation de la température ambiante est assurée :

- Par la régulation de vitesse du ventilateur de l'évaporateur
- Par un détendeur électronique qui module le débit de fluide en contrôlant la différence de température entrée-sortie du fluide dans l'évaporateur (similaire au réglage de la surchauffe).

Dans l'unité extérieure se trouve un ou plusieurs compresseur (s) hermétique (s) à vitesse variable (compresseur scroll ou compresseur rotatif), avec une régulation" INVERTER", cade à vitesse variable par réglage de la fréquence d'alimentation.

En pratique, une sonde est placée sur la pression d'aspiration du compresseur. Cette pression est maintenue constante par action sur la vitesse du compresseur. Automatiquement, la température d'évaporation est maintenue constante. Ainsi, si la charge thermique du bâtiment

augmente, la surchauffe augmente, le détendeur s'ouvre davantage, le débit de fluide réfrigérant augmente et la vitesse du compresseur augmente pour maintenir la pression.

Si la puissance frigorifique est importante, une cascade de deux (ou trois) compresseurs est réalisée. Mais un seul travaille à vitesse variable. Le deuxième est régulé en "tout ou rien". Au démarrage, seul le compresseur INVERTER travaille. Dès que la charge dépasse la limite de puissance de ce compresseur, le 2 ème compresseur est enclenché pour reprendre la charge et le compresseur INVERTER recommence à moduler à partir de 0 %.

Avec ce type de cascade, le compresseur INVERTER fonctionne sans arrêt et s'use plus vite que les autres. Pour éviter cela certaine unités extérieures sont équipés de plusieurs compresseurs INVERTER permanents ainsi un fonctionnement à tour de rôle.

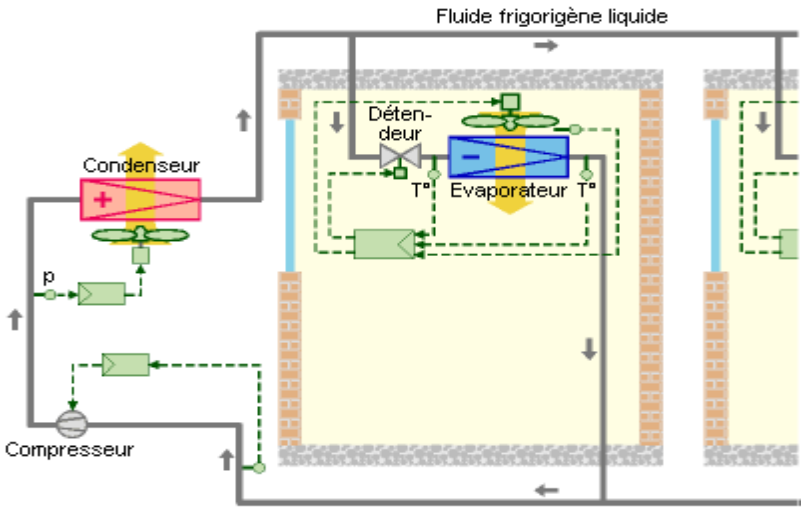


Figure IV.3 : Régulation froid seul

IV.3.2.Confort absolu – une technologie qui donne votre contrôle complet :

Le système VRV intègre un onduleur de pointe technologie pour vous donner un contrôle total sur votre bâtiment entier.

IV.3.3.Tecnologie Inverter :

Le système VRV linéaire utilise un dispositif de commande variable (PID) qui fait appel aux capteurs de pression de réfrigérant pour mieux contrôler l'inverter et les compresseurs à commande Marche/Arrêt, et ce, afin de réduire les paliers de commande en unités plus petites et plus précises, dans les pièces à surface importante comme dans les petites pièces. Ceci permet de contrôler, individuellement, jusqu'à 60 unités intérieures de puissances et de types différents, à un taux de 50~200 % par rapport à la puissance des unités extérieures, les unités extérieures de 5 CV utilisent uniquement des compresseurs à inverter.

Les coûts de fonctionnement des systèmes VRV sont faibles car chaque zone est contrôlée séparément. Seules les pièces requérant une climatisation sont chauffées ou rafraîchies, le système ne fonctionne pas dans les pièces où aucune climatisation n'est nécessaire.

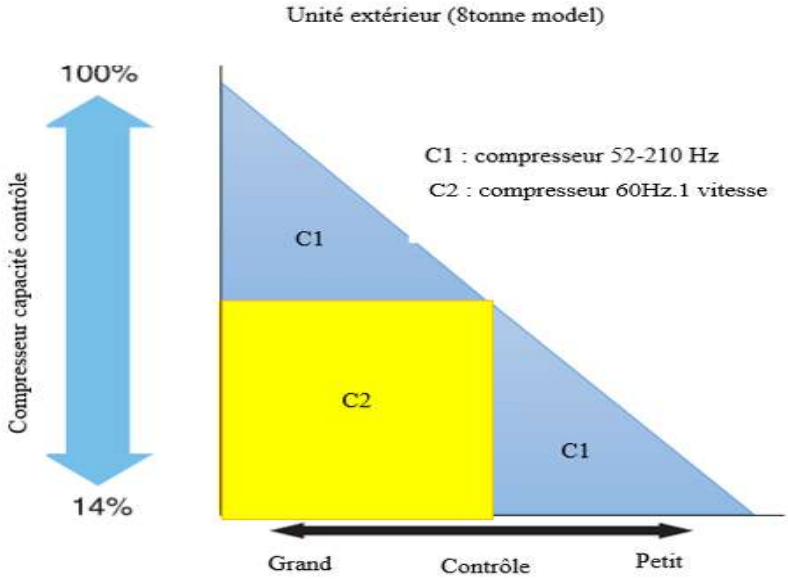


Figure IV.4 : Cycle d'arrêt / Démarrage moins fréquent

IV.3.4. Contrôle précis de la température ambiant :

Chaque unité intérieure comprend un détendeur qui contrôle en permanence le débit taux de réfrigérant, De cette manière, le système VRV maintient une température ambiante presque constante sans les fluctuations de température typiques qui se produisent avec un système de contrôle ON / OFF conventionnel, Le contrôle PID extrêmement raffiné maintient l'espace température à -17,22 °C de la température réglée.

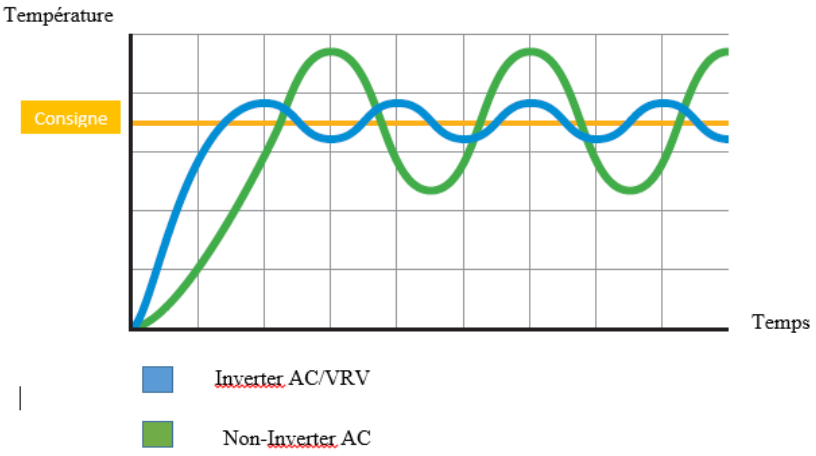


Figure IV.5: Contrôle PID de compresseurs (inverter et non inverter)

IV.3.5. Confort et contrôle individuels :

Le contrôle total apporte un plus grand confort. Avec notre VRV système, chaque pièce ou zone peut avoir son propre unité intérieure et thermostat séparés. Cela fournit vous avec des

paramètres de confort personnalisés le bâtiment. Par exemple, si la température dans un changement de zone particuliers tout au long de la journée - tels comme dans une salle de conférence - l'onduleur automatiquement ajuste le débit de réfrigérant pour fournir la bonne quantité de chauffage ou de refroidissement. Et avec le système contrôle PID sophistiqué, la température ambiante peut être maintenu à -17,22 °C de la température de consigne, ce qui est rarement possible avec un Système de contrôle ON / OFF.

IV.3.6. Télécommande LCD :

Créez l'environnement parfait avec le super intelligent de Daikin contrôleur de système. Son grand cristal liquide L'affichage (LCD) est facile à lire. Et ses fonctions sont si simples à utiliser. Sur simple pression d'un bouton, vous pouvez régler le mode et la température. Surveiller les zones individuelles ou des chambres. Vérifiez le volume du flux d'air et bien plus encore. Voici tout ce dont vous avez besoin pour créer des zones de confort. Nous choisissons une

(TÉLÉCOMMANDE SANS FIL) pour les bureaux

Boutons de fonctionnement:

- ✓ ON / OFF
- ✓ Mode de fonctionnement
- ✓ Démarrage / arrêt du mode minuterie
- ✓ Contrôle de la vitesse du ventilateur
- ✓ Mode minuterie activé / désactivé
- ✓ Réinitialisation du signe du filtre
- ✓ Durée du programme • Inspection / test
- ✓ Indication de réglage de la température
- ✓ Direction du flux d'air (FXFQ et FXAQ modèles uniquement)



Figure IV.6 : Télécommande sans fille

Commande MARCHE/ARRÊT centralisée pour les salles

- ✓ Assurant une commande simultanée et individuelle de 16 groupes d'unités intérieures
- ✓ Au plus 16 groupes (128 unités intérieures) peuvent être commandés
- ✓ Deux commandes à distance implantées en des points distincts peuvent être utilisées
- ✓ Indication de l'état de fonctionnement (fonctionnement normal, alarme)
- ✓ Indication de commande centralisée
- ✓ Longueur maximale de câblage de 1.000 m (total : 2.000 m)

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Les résultats obtenus à l'issus de cette étude nous a 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 centralisé (VRV) est justifié suite aux avantages qu'il présente.

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

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.

ANNEX A : tableau DTR

Wilaya	Communes	Zone climatique
23 ANNABA	Groupe de communes : Toutes les communes	A
24 GEULMA	Groupe de communes 1 : HAMMAM NBAIL, OUED CHEHAM, KHEZARA, OUED ZENATI, DAHOUARA, AIN LARBI, AIN REGGADA, BOUHACHANA, AIN SANDEL, AIN MAKHLOUF, TAMLOUKA	B
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	A
25 CONSTANTINE	Groupe de communes 1 : EL KHROUB, AIN SMARA, AIN ABID, OULED 25 RAHMOUN	B
	Groupe de communes 2 : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1.	A
26 MEDEA	Groupe de communes : Toutes les communes	B

Tableau A1. Liste des communes pour le zonage hiver (CHAUFFAGE)

Wilaya	Communes	Zone climatique
23ANNABA	Toutes les communes	A
24 GEULMA	Groupe de communes 1 : TAMLOUKA,	B
	Autres communes	B2
25 CONSTANTINE	Groupe de communes 1 : TAMLOUKA,	B
26 MEDEA	Groupe de communes 1 : Deux Bassins, Aissaouia, Tablat, Mihoub, Maghraoua, Baata,El Hamdania,Mezrenna, El Omaria, Tamesguida, Bouchrahil, El Azizia, Sidi Naamane, Medea, Ouzera, El Guelbelkebir, Sidi Errabia, Ouamri, Draa Essmar, Oued Harbil, Sedraia, Beni Slimane, Ouled Brahim, Bouskene, Tizi Mahdi, Ben Chicao, Hannacha, Berrouaghia, Bouaichoune, Si Mahdjoub, Khams Djouamaa, Ouled Deide, Ouled Bouachra	A
	Groupe de communes 2 : Ain Boucif, OuledMaaref, Ain Ouksir, Sidi Damed, Boughzoul, Bouaiche, Chahbounia	C
	Autres communes	B

Tableau A2. Liste des communes pour le zonage été (CLIMATISATION)

	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur un local non chauffé
Portes en bois - Portes opaques	3,5	2
-Portes avec une proportion de vitrage < 30%	4	2,4
-Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30 % et 60 %	4,5	7
Portes en métal -Portes opaques	5,8	4,5
-Portes équipées de vitrage simple	5,8	4,5

Tableau A 3 : Coefficient K des portes courantes

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

Tableau A.4 : Coefficients Kwn des vitrages nus

Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m³)	Conductivité thermique λ (W/m.°C)	Capacité thermique c (J/kg.°C)
Panneaux ou plaques de bois:			
- Fibragglos (panneaux de fibres de bois agglomérés avec un liant hydraulique)	450 a 550	0,15	1512
	350 a 450	0,12	1512
	250 a 350	0,10	1512
- Panneaux de fibres comprimées	650 a 750	0,17	1512
	550 a 640	0,14	1512
	450 a 540	0,12	1512
	360 a 440	0,10	1512
- Panneaux tendres, dits aussi isolants	200 a 250	0,07	1512
- Contreplaqué	450 a 550	0,15	1512
Tuiles	1900	0,80	936
Verre	2700	1,10	792
Amiante ciment	1400 a 1800	0,95	864
	1000 a 1400	0,65	864
Asphalte	2100	0,70	1044
Bitume (cartons feutres et chapes souples imprégnées)	1000 a 1100	0,23	1656
Mastics pour joints et garnitures d'étanchéité (silicones, polyuréthannes, acryliques)	1000 a 1650	0,40	1404
Terre (pisé, béton de terre stabilisée, blocs de terre comprimée, terre cuite)	1700 a 2000	1,15	936
Revêtement de sol et murs:			
Produits en céramique (carreaux et dalles)	1900	1,0	936
Carreaux de mosaïque de marbre dit "granito"	2200	2,1	936
Polychlorures de vinyle			
- compact	1300 a 1400	0,2	1404
- en mousse	25 a 48	0,033	1404
Matières synthétiques compactes (caoutchoucs, formo-phénoliques, polyesters, polyéthylènes, polyamides)	900 a 1500	0,40	1404
Polystyrène expansé	9 a 13	0,046	1404
	13 a 16	0,043	1404
	16 a 20	0,040	1404
	20 a 35	0,038	1404
Mousse de polyréthanne	30 a 40	0,031	1404
	40 a 60	0,034	1404
Mousses formo-phénoliques	30 a 100	0,050	1404
Matières plastiques alvéolaires	10 a 100	0,060	1404
Laines de roche	18 a 25	0,047	612
	25 a 35	0,041	612
	35 a 80	0,038	612
Laines de verre	7 a 12	0,044	612
	12 a 18	0,039	612
	18 a 25	0,037	612
	25 a 65	0,034	612
Métaux			
Fer pur	7870	72	468
Acier	7780	52	468
Fonte	7500	56	468
Aluminium	2700	230	936
Cuivre	8930	380	432
Plomb	11340	35	468
Laiton	8400	110	468

Tableau A.5: Caractéristiques thermochimiques des matériaux homogènes

Nombre de pièces principales par logement	Qvmax (en m /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.6 : Débit extrait maximal de référence

Destination Des Locaux	Débit 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..... Salle de bains ou de douches commune avec un cabinet d'aisance.....	45 par local 60 par local
Bains, douches et cabinet d'aisances groupés..... Lavabos groupés.....	30 + 15N (1) 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.7 : Débit minimal d'air neuf (pièces de service)

Zone	Logement, immeubles collectives, bureaux				
	a	b	c	d	e
b	0,75	2	1	3	3,8

Tableau A.8 : Coefficient a, b, c, d, e

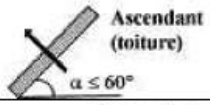
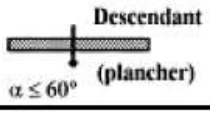
$\frac{1}{h}$ en m² .C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	1/hi	1/he	1/hi + 1/he	1/hi	1/he	1/hi + 1/he
	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
	0,09	0,05	0,14	0,09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

Tableau A.9 : Résistances thermiques d'échange superficiel en hiver

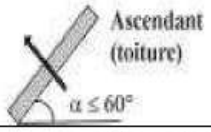
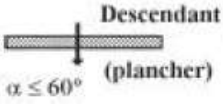
$\frac{1}{h}$ en m² .C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	1/hi	1/he	1/hi + 1/he	1/hi	1/he	1/hi + 1/he
	0,10	0,04	0,14	0,10	0,11	0,21
	0,16	0,04	0,20	0,17	0,17	0,33
	0,08	0,04	0,12	0,08	0,09	0,17

Tableau A.10 : Résistances thermiques d'échange superficiel en été

Valeurs de $C\Delta te$ (en °C)																		
$\Delta ts_{max} = TS_{h,e} - TS_{h,i}$	Ecarts diurnes de base E_b(en °C)																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26	-26,5	-27	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22	-22,5	-23	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18	-18,5	-19	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14	-14,5	-15	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8
0	-5	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6
2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7
4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7
6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4	-4,5	-5	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8
8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2	-2,5	-3	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8
10	4,7	4,2	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	-2,8	-3,3	-3,9
12	6,8	6,3	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	-0,7	-1,2	-1,8
14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2
16	10,8	10,3	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	3,3	2,8	2,2
18	12,8	12,3	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	5,3	4,8	4,2
20	14,8	14,3	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	7,3	6,8	6,2
22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10	9,4	8,9	8,3

Tableau A.11 : Facteur de correction CΔte

Différence équivalente de température $\Delta tes(t)$ ou $\Delta tem(t)$ (en °C)-Murs ensoleillés ou à l'ombre																									
Orientation	M_{mur} kg/m²	Temps Solaire Vrais																							
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	≤100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8
	≥700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9
E	≤100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3
	≥700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7
SE	≤100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	3,9
	≥700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0
S	≤100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	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	1,1
	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	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.12 : Différence équivalente de température pour les murs extérieurs

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.13 : Conditions extérieures de base

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	Horiz.
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.14 : Rayonnement de base

	M kg/m²	Temps Solaire Vrai																								
		Matin																		Après midi - Soirée						
		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	≥750	17	27	33	33	31	29	27	25	23	22	20	19	17	15	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6
	500	19	31	38	39	39	34	27	24	22	21	19	17	16	14	12	10	7	8	7	6	5	5	4	3
	≤150	31	56	65	61	46	33	26	21	18	16	14	12	9	6	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0
E	≥750	16	26	34	39	40	38	34	30	28	26	23	22	20	18	16	14	13	12	10	9	8	8	7	6
	500	16	29	40	46	46	42	36	31	28	25	23	20	18	15	14	12	11	9	8	8	6	6	5	4
	≤150	27	50	67	73	68	53	38	27	22	18	15	12	9	6	4	3	2	1	1	1	1	0	0	1
SE	≥750	8	14	22	31	38	43	44	43	39	35	32	29	26	23	21	19	16	15	13	12	11	10	9	8
	500	5	12	23	35	44	49	51	47	41	36	31	27	24	21	18	16	14	12	10	9	8	8	6	6
	≤150	0	18	40	59	72	77	72	60	44	32	23	18	14	9	7	5	3	2	1	1	1	0	0	0
S	≥750	10	10	13	20	28	35	42	48	51	51	48	42	37	33	29	26	23	21	19	17	15	14	13	12
	500	7	6	12	20	30	39	48	54	58	57	53	45	37	31	27	23	20	18	16	14	12	11	10	8
	≤150	0	0	12	29	48	64	75	82	81	75	61	42	28	19	13	9	6	4	3	2	1	1	0	0
SO	≥750	11	10	10	10	10	14	21	29	36	43	47	46	40	34	30	27	24	22	20	18	16	14	13	12
	500	9	9	8	9	9	14	22	31	42	50	53	51	44	35	29	26	22	19	17	15	13	12	11	9
	≤150	2	3	5	6	8	12	34	53	68	78	78	68	46	29	20	14	9	7	5	3	2	2	1	1
O	≥750	12	11	11	10	10	10	10	13	19	27	36	42	44	38	33	29	26	23	21	18	16	15	13	12
	500	9	9	9	9	9	9	10	12	19	39	40	48	51	42	35	30	25	22	19	16	14	13	11	9
	≤150	2	3	5	6	7	7	8	14	29	49	67	75	75	53	33	22	15	11	8	5	4	3	2	1
NO	≥750	10	10	10	10	10	10	10	10	12	17	25	34	39	34	29	26	23	20	18	16	14	13	12	10
	500	8	9	9	9	9	9	9	9	11	19	29	40	46	40	32	26	22	19	16	14	13	11	10	8
	≤150	2	4	5	7	8	9	10	10	13	27	48	65	73	49	31	21	16	10	7	5	4	3	2	1
N	≥750	16	23	33	41	47	52	57	61	66	69	72	74	59	52	46	42	37	34	31	27	25	23	21	17
	500	11	33	44	51	57	62	66	70	74	76	79	80	60	51	44	37	32	29	27	23	21	18	16	13
	≤150	0	48	66	76	82	87	91	93	95	97	98	98	52	34	24	16	11	7	5	4	2	2	1	1

Tableau A.15 : Coefficient d'amortissement pour 24 heures de fonctionnement - Sans protection

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
Verre coloré		
rouge foncé	3 à 6	0,56
bleu foncé	3 à 6	0,60
gris foncé	3 à 6	0,32
gris-vert	3 à 6	0,46
opale vert	3 à 6	0,43
opale foncé	3 à 6	0,37
ambre	3 à 6	0,70
Glaces réfléchissantes		
claires	6	0,72
	8	0,71
	10	0,70
bronze	6	0,55
	8	0,49
	10	0,45
gris	6	0,55
	8	0,50
	10	0,46
vert	6	0,53
	8	0,49
	10	0,45
Film réflecteur		
sur glace claire		
film A18		0,25
film A33		0,42
sur glace absorbante		
bronze		
film A18		0,33
film A33		0,41
gris		
film A18		0,12
film A33		0,21

Tableau A.16 : Facteur solaire des vitrages spéciaux en simple épaisseur

Apport	Nature des apports	Coefficient de Simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restauration	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.17 : Coefficients de simultanéité des gains internes

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 (Wn = 500 W)	500	280	780
Plaque chauffante (Wn = 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
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.18 : 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
PC portable	15	-	15
PC portable économique	25	-	25
PC portable grand format	35	-	35
Petit serveur	60	-	60
PC économique	100	-	100
PC multimédia	120	-	120
Station de travail	200	-	200
Imprimante Plus de 5000 lignes/minute	1800	-	1800
300 à 600 lignes/minute	376	-	376
Imprimante à jet d'encre	52	-	52
Imprimante laser	15	-	15
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
Fax	62	-	62

Tableau A.19 : Apports calorifiques dus aux machines de bureaux

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Présentoir (par m^3 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.20 : Apports calorifiques dus à divers appareils

Valeurs de a (en W/m².°C)		
Zone Climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif, bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	0,9	0,9
B	0,9	0,75
B1 et B2	0,9	0,75
C	0,9	0,75
D	0,9	0,75
E	0,9	0,9
E1	0,9	0,9
F	0,9	0,9

Tableau A.21 : Valeurs de a

(alt = altitude) Zone climatique		Valeurs de $\Delta TS_{réf,\,PH}$ (en °C)	
		Paroi en contact avec l'extérieur	Paroi en contact avec l'extérieur avec un local non conditionné
A	alt < 500 m	13,39	4
	500 ≤alt < 1000 m	12,49	3,5
	alt ≥1000 m	9,99	0,5
B	alt < 500 m	14,54	5
	500 ≤alt < 1000 m	13,59	4
	alt ≥1000 m	12,09	5
B1	alt < 500 m	16,09	6
B2	alt > 500 m	Voir la zone B (fonction de l'altitude)	
C	alt < 1000 m	13,49	6,5
	alt ≥1000 m	11,24	3
D		13,09	9
E	alt < 1000 m	12,09	13
	alt ≥1000 m	9,85	9,5
E1	alt < 1000 m	13,49	6,5
	alt ≥1000 m	11,24	3
F		12,09	6

Tableau A.22: Valeurs de ΔTS réf,PH pour les parois horizontales

Valeurs de *c* (en W/m².°C)		
Zone Climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif, bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	1,2	1,2
B	1	1
B1	1	1
B2	1	1
C	1	1
D	1	1
E	1,2	1,2
E1	1,2	1,2
F	1,2	1,2

Tableau A.23 : Valeurs de c

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 20°N										
Zone climatique (alt en m)		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
B	alt < 500	5,81	6,65	7,03	8,23	6,84	9,45	9,86	6,89	5
	500≤ lt< 1000	4,86	5,7	6,08	7,28	5,89	8,5	8,91	5,94	4
	alt ≥1000	3,36	4,2	4,58	5,78	4,39	7	7,41	4,44	5
B1	alt < 500	7,36	8,2	8,58	9,78	8,39	11	1,41	8,44	6
B2	alt ≥500	Voir la zone B (fonction de l'altitude)								
C	alt < 500	4,76	5,6	5,98	7,18	5,79	8,4	8,81	5,84	6,5
	alt ≥500	2,51	3,35	3,73	4,93	3,54	6,15	6,56	3,59	3
D	alt < 1000	7,36	8,2	8,58	9,78	8,39	11	1,41	8,44	6
	alt ≥1000	4,86	5,7	6,08	7,28	5,89	8,5	8,91	5,94	4
E	Toutes	9,26	10,1	10,48	11,68	10,29	12,9	13,31	10,34	9
E1	alt < 500	4,76	5,6	5,98	7,18	5,79	8,4	8,81	5,84	6,5
	alt ≥500	2,51	3,35	3,73	4,93	3,54	6,15	6,56	3,59	3
F	Toutes	8,26	9,1	9,48	10,68	9,29	11,9	12,31	9,34	13
Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 30°N										
Zone climatique (alt en m)		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c.
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	alt < 500	4,66	5,46	5,89	7,51	6,88	8,95	8,75	5,69	4
	500≤alt< 1000	3,76	4,56	4,99	6,61	5,98	8,05	7,85	4,79	3,5
	alt ≥1000	1,26	2,06	2,49	4,11	3,48	5,55	5,35	2,29	0,5
B	alt < 500	5,81	6,61	7,04	8,66	8,03	10,01	9,9	6,84	5
	500≤alt< 1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,91	5,94	4
	alt ≥1000	3,36	4,16	4,59	6,21	5,58	7,65	7,45	4,39	5
B1	alt < 500	7,36	8,16	8,59	10,21	9,58	11,65	1,45	8,39	6
B2	alt ≥500	Voir la zone B (fonction de l'altitude)								
C	alt < 500	4,76	5,56	5,99	7,61	6,9	8,4	8,85	5,79	6,5
	alt ≥500	2,51	3,31	3,74	5,36	4,73	6,8	6,6	3,54	3
D	alt < 1000	7,36	8,16	8,59	10,21	9,58	11,65	1,45	8,39	6
	alt ≥1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,91	5,94	4
E	Toutes	9,26	10,06	10,49	12,11	11,48	13,35	13,35	10,29	9
E1	alt < 500	4,76	5,56	5,99	7,61	6,9	8,4	8,85	5,79	6,5
	alt ≥500	2,51	3,31	3,74	5,36	4,73	6,8	6,6	3,54	3
F	Toutes	8,26	9,06	9,49	11,11	10,48	12,55	12,35	9,29	13

Tableau A.24 : Valeurs de ΔTSréf,PV pour les parois verticales

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.25: Valeurs de NPVI,réf

DESTINATION DES LOCAUX	DÉBIT MINIMAL D'AIR NEUF (en m^3/h et par occupant)	
	Locaux avec interdiction de fumer	Locaux sans interdiction de fumer
* Locaux d'enseignement : Classes, salles d'études, laboratoires (à l'exclusion de ceux à pollution spécifique) : - maternelles, primaires et secondaires du 1er cycle... - secondaires du 2ème cycle et universitaires..... - Ateliers.....	 15 18 18	 - 25 25
* Locaux d'hébergement : - Chambres collectives (plus de trois personnes (6)), dortoirs, cellules, salles de repos.....	 18	 25
* Bureaux et assimilés : - tels que locaux d'accueil, bibliothèques, bureaux de poste, banques.....	 18	 25
* Locaux de réunions : - tels que salles de réunions, de spectacles, de culte, foyers.....	 18	 30
* Locaux de vente : - tels que boutiques, supermarchés.....	 22	 30
* Locaux de restauration : - cafés, restaurants, cantines.....	 22	 30
* Locaux à usage sportif : Par sportif : - dans une piscine..... - dans les autres locaux..... Par spectateur.....	 22 25 18	 - 30 30

Tableau A.26: Débit minimal d'air neuf (pièces autre que pièces de service)

ANNEX B : tableau les Apports calculer de Salle des revus et périodique + Hall +banques de prés livre e prévus

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure A (SE) voile	7	3,86	0,5	1,675	0,5	364,612	394	3,52	1,025869759	5,895	25,55
	8	3,86	0					3,22			23,37
	9	3,86	0					3,22			23,37
	10	3,86	0					3,22			23,37
	11	4,96	0					3,66			26,56
	12	6,01	0					4,08			29,60
	13	7,70	0,24					4,90			35,55
	14	8,86	0,24					5,36			38,93
	15	9,41	1,08					6,09			44,18
	16	9,43	1,63					6,43			46,63
	17	9,70	2,23					6,90			50,05
	18	8,36	2,23					6,36			46,15
	19	7,76	2,8					6,46			46,88

Tableaux B.1 : Apports extérieur mur A(SE)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieur R (SO) Double cloison	7	0,82	-1,3	1,675	0,5	364,612	394	1,17	1,129032258	47,757	75,61
	8	0,82	-1,8					0,87			56,18
	9	0,39	-1,4					0,95			61,77
	10	0,30	-0,9					1,23			79,63
	11	0,82	-0,4					1,75			112,95
	12	1,40	0					2,24			144,80
	13	4,32	1,53					4,33			279,84
	14	6,37	1,53					5,14			332,79
	15	12,3	4,02					9,03			584,57
	16	16,3	5,03					11,25			728,06
	17	18,1	5,63					12,32			797,09
	18	18,9	6,15					12,92			836,27
	19	18,3	6,15					12,72			822,93

Tableaux B.2: Apports extérieur mur R(SO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieur (SO) voile	7	3,62	0,5	1,675	0,5	364,612	394	3,42	1,025869759	4,716	19,88
	8	3,62	0					3,12			18,13
	9	3,62	0					3,12			18,13
	10	3,33	0					3,01			17,46
	11	3,36	0					3,02			17,54
	12	3,3	0					2,99			17,38
	13	3,74	0,24					3,32			19,26
	14	3,83	0,24					3,35			19,46
	15	5,25	1,08					4,43			25,70
	16	6,04	1,63					5,07			29,45
	17	7,71	2,23					6,10			35,41
	18	8,74	2,23					6,51			37,81
	19	10,4	2,8					7,55			43,81

Tableaux B.3 : Apports extérieur mur R(SO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieur Q (S) Double cloison	7	-1,1	-1,3	1,675	0,5	171,244	217	0,35	1,129032258	13,4999	6,48
	8	-1,7	-1,8					-0,17			-3,12
	9	-1,3	-1,4					0,26			4,74
	10	-0,7	-0,9					0,77			14,17
	11	3,59	-0,4					2,44			44,54
	12	6,06	0					3,47			63,49
	13	10,1	1,53					5,76			105,36
	14	12,3	1,53					6,42			117,35
	15	13,1	4,02					8,39			153,41
	16	13,6	5,03					9,26			169,28
	17	12,4	5,63					9,32			170,39
	18	11,1	6,15					9,29			169,96
	19	8,3	6,15					8,46			154,80

Tableaux B.4 : Apports extérieur mur Q(S)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure M (SO) Double cloison	7	0,82	-1,3	1,675	0,5	364,612	394	1,17	1,129032258	19,215	30,42
	8	0,82	-1,8					0,87			22,61
	9	0,39	-1,4					0,95			24,85
	10	0,30	-0,9					1,23			32,04
	11	0,82	-0,4					1,75			45,45
	12	1,40	0					2,24			58,26
	13	4,32	1,53					4,33			112,59
	14	6,37	1,53					5,14			133,90
	15	12,3	4,02					9,03			235,20
	16	16,3	5,03					11,25			292,93
	17	18,1	5,63					12,32			320,71
	18	18,9	6,15					12,92			336,47
	19	18,3	6,15					12,72			331,11

Tableaux B.5 : Apports extérieur mur M(SO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure M (SO) voile	7	3,62	0,5	1,675	0,5	364,612	394	3,42	1,025869759	8,253	34,78
	8	3,62	0					3,12			31,73
	9	3,62	0					3,12			31,73
	10	3,33	0					3,01			30,55
	11	3,36	0					3,02			30,69
	12	3,3	0					2,99			30,42
	13	3,74	0,2					3,32			33,71
	14	3,83	0,24					3,35			34,06
	15	5,25	1,08					4,43			44,97
	16	6,04	1,63					5,07			51,54
	17	7,71	2,23					6,10			61,97
	18	8,74	2,23					6,51			66,17
	19	10,4	2,8					7,55			76,66

Tableaux B.6 : Apports extérieur mur M(SO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure K (NO) Double cloison	7	-1,1	-1,3	1,675	0,5	404,836	400	0,39	1,129032258	56,01	29,69
	8	-1,5	-1,8					-0,08			-5,85
	9	-1,1	-1,4					0,35			26,76
	10	-0,6	-0,9					0,87			65,91
	11	0,30	-0,4					1,58			119,77
	12	1,25	0					2,24			170,04
	13	3,14	1,53					3,93			298,58
	14	4,09	1,53					4,36			330,95
	15	5,12	4,02					6,19			469,91
	16	6,22	5,03					7,25			549,94
	17	10,7	5,63					9,62			730,23
	18	15,2	6,15					11,95			907,02
	19	16,1	6,15					12,32			934,70

Tableaux B.7 : Apports extérieur mur K(NO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieure K (NO) voile	7	3,07	0,5	1,675	0,5	404,836	400	3,34	1,025869759	9,432	38,74
	8	2,76	0					2,92			33,94
	9	2,76	0					2,92			33,94
	10	2,76	0					2,92			33,94
	11	2,76	0					2,92			33,94
	12	2,76	0					2,92			33,94
	13	3,33	0,24					3,31			38,45
	14	2,76	0,24					3,06			35,48
	15	3,05	1,08					3,65			42,36
	16	3,3	1,63					4,06			47,14
	17	4,43	2,23					4,90			56,91
	18	5,51	2,23					5,39			62,57
	19	7,13	2,8					6,43			74,66

Tableaux B.8 : Apports extérieur mur K(NO)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieur B (NE) Double cloison	7	-0,7	-1,3	1,675	0,5	404,836	400	0,59	1,129032258	56,01	44,94
	8	-0,6	-1,8					0,35			26,52
	9	2,71	-1,4					2,10			159,19
	10	11,7	-0,9					6,45			489,67
	11	11,2	-0,4					6,52			494,63
	12	10,7	0					6,54			496,50
	13	8,3	1,53					6,26			475,02
	14	5,82	1,53					5,14			390,22
	15	6,18	4,02					6,67			506,29
	16	6,53	5,03					7,39			560,50
	17	7,04	5,63					7,95			603,09
	18	7,64	6,15					8,50			645,11
	19	7,12	6,15					8,27			627,46

Tableaux B.9 : Apports extérieur mur B(NE)

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	$\Delta Te(t)$ [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur extérieur B (NE) voile	7	5,04	0,5	1,675	0,5	404,836	400	4,23	1,025869759	9,432	49,07
	8	2,76	0					2,92			33,94
	9	2,76	0					2,92			33,94
	10	2,76	0					2,92			33,94
	11	4,22	0					3,58			41,56
	12	6,01	0					4,39			50,96
	13	6,85	0,24					4,90			56,91
	14	7,8	0,24					5,33			61,85
	15	7,83	1,08					5,80			67,37
	16	6,68	1,63					5,59			64,87
	17	6,40	2,23					5,79			67,25
	18	6,08	2,23					5,64			65,54
	19	6,08	2,8					5,96			69,15

Tableaux B.10 : Apports extérieur mur B(NE)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur R1 (Simple)	Sanitaire	7	2,077151335	21,1818	33,5	0,9	10	25,0	-4	24	5,0	220,0
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	217,5
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	279,1
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	301,1
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	352,0
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	369,6
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	388,5
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	418,0
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	380,3
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	374,0
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	359,6
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	327,5
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	330,0

Tableaux B.11 : Apports intérieure mur (R1)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur R1 (Port P3)	Sanitaire	7	2	1,848	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	18,5
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	18,3
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	23,4
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	25,3
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	29,6
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	31,0
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	32,6
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	35,1
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	31,9
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	31,4
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	30,2
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	27,5
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	27,7

Tableaux B.12 : Apports intérieure mur (R1)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur R1(Voile)	Sanitaire	7	2,43902439	14,148	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	172,5
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	170,6
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	218,9
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	236,1
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	276,1
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	289,9
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	304,7
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	327,8
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	298,2
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	293,3
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	282,0
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	256,8
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	258,8

Tableaux B.13 : Apports intérieure mur (R1)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur S3(Simple)	Sanitaire	7	2,077151335	15,9156	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	165,3
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	163,4
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	209,7
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	226,2
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	264,5
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	277,7
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	291,9
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	314,1
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	285,7
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	281,0
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	270,2
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	246,1
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	247,9

Tableaux B14 : Apports intérieure mur (S3)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur S3(Port P3)	Sanitaire	7	2	1,848	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	18,5
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	18,3
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	23,4
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	25,3
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	29,6
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	31,0
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	32,6
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	35,1
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	31,9
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	31,4
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	30,2
		18				12		-86,5	0,85		-111,3	-411,57
		19				20		-166,5	0		-190,5	-704,08

Tableaux B.15: Apports intérieure mur (S3)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur S3(Voile)	Sanitaire	7	2,43902439	14,148	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	172,5
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	170,6
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	218,9
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	236,1
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	276,1
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	289,9
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	304,7
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	327,8
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	298,2
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	293,3
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	282,0
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	256,8
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	258,8

Tableaux B.16 : Apports intérieure mur (S3)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
Mur A4(Simple)	Local technique	7	2,077151335	18,078	33,5	0,9	10	25,0	-16,0	24	17,0	638,4
		8				0,8		25,8	-15,1		16,9	636,2
		9				0,6		27,2	-14,1		17,3	651,2
		10				0,5		28,7	-14,0		18,7	702,2
		11				0,4		30,0	-13,0		19,0	713,5
		12				0,2		31,4	-12,0		19,4	728,5
		13				0,1		32,8	-11,0		19,8	744,6
		14				0,0		33,5	-11,0		20,5	769,8
		15				0,0		33,5	-10,1		19,6	737,6
		16				0,0		33,5	-9,1		18,6	700,1
		17				0,0		33,0	-10,1		19,2	720,0
		18				0,1		32,3	-10,1		18,4	692,5
		19				0,2		31,5	-10,1		17,6	662,5

Tableaux B.17 : Apports intérieure mur (A4)

Type de paroi	Contact avec	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Sint [m2]	TSb,e [°C]	CTS [%]	Eb [°C]	TSe(t) [°C]	Cinc [°C]	TSb,i [°C]	Δtlnc [°C]	APO [W]
planché	Hall	7	1,994301994	221,5	33,5	0,9	10	25,0	-4,0	24	5,0	2208,7
		8				0,8		25,8	-3,1		4,9	2183,4
		9				0,6		27,2	-3,1		6,3	2801,9
		10				0,5		28,7	-2,1		6,8	3022,7
		11				0,4		30,0	-2,0		8,0	3533,9
		12				0,2		31,4	-1,0		8,4	3710,6
		13				0,1		32,8	0,0		8,8	3900,5
		14				0,0		33,5	0,0		9,5	4196,5
		15				0,0		33,5	0,9		8,6	3817,9
		16				0,0		33,5	1,0		8,5	3754,8
		17				0,0		33,0	0,9		8,2	3610,3
		18				0,1		32,3	0,9		7,4	3287,8
		19				0,2		31,5	0,0		7,5	3313,0

Tableaux B.18 : Apports intérieure Planché entre étage.

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Toiture	7	-1,7	-1,7	1,675	0,8	749,624	734	-0,02	0,636323042	132,58	0
	8	-1,1	-1,1					0,58			58,21
	9	-1,1	-1,1					0,58			58,21
	10	-1,1	-1,1					0,58			58,21
	11	-0,5	-0,5					1,18			118,95
	12	0	0					1,68			169,57
	13	1,1	1,1					2,78			280,93
	14	2,2	2,2					3,88			392,29
	15	3,3	3,3					4,98			503,65
	16	4,4	4,4					6,08			615,01
	17	5	5					6,68			675,75
	18	5,5	5,5					7,18			726,37
	19	5,5	5,5					7,18			726,37

Tableaux B.19 : Apports extérieur Toiture

TYP	Heure[h]	AVT [W]	AVE [W]	AV [W]	AV Totale [W]
Mur ex (A) 2 fenêtres (F3)	7	17,48	0,00	17,48	34,97
	8	31,47	81,67	113,15	226,29
	9	55,95	201,91	257,86	515,72
	10	82,18	272,44	354,62	709,23
	11	104,91	281,07	385,98	771,96
	12	129,39	202,18	331,57	663,13
	13	154,39	-40,15	114,24	228,48
	14	166,10	157,54	323,65	647,30
	15	166,10	171,77	337,87	675,74
	16	166,10	147,76	313,87	627,73
	17	157,89	116,10	273,98	547,97
	18	145,12	81,67	226,80	453,59
	19	131,13	53,32	184,45	368,91

Tableaux B.20 : Apports vitrée extérieure mur A (SE)

TYP	Heure[h]	AVT [W]	AVE [W]	AV [W]	AV Totale [W]
Mur ex (R)6 fenêtre(F1)	7	2,00	9,45	11,45	68,72
	8	5,13	17,01	22,14	132,85
	9	13,55	30,24	43,80	262,77
	10	14,83	44,42	59,25	355,49
	11	16,60	56,71	73,31	439,83
	12	16,38	69,94	86,32	517,90
	13	0,00	83,45	83,45	500,72
	14	72,34	89,79	162,12	972,73
	15	141,09	89,79	230,87	1385,25
	16	192,77	89,79	282,56	1695,33
	17	211,41	85,34	296,76	1780,53
	18	116,28	78,44	194,73	1168,37
	19	46,04	70,88	116,92	701,53

Tableaux B.21 : Apports vitrée extérieure mur R (SO)

TYP	Heure[h]	AVT [W]	AVE [W]	AV [W]	AV Totale [W]
Mur ex (Q)4 fenêtre (F2)	7	0,00	10,29	10,29	41,16
	8	0,00	18,52	18,52	74,10
	9	18,56	32,93	51,49	205,96
	10	42,96	48,37	91,33	365,31
	11	23,32	61,75	85,07	340,27
	12	31,09	76,16	107,25	428,99
	13	52,38	90,87	143,25	573,00
	14	96,76	97,77	194,53	778,11
	15	111,24	97,77	209,01	836,03
	16	111,10	97,77	208,87	835,47
	17	94,33	92,93	187,26	749,05
	18	30,15	85,42	115,57	462,27
	19	13,60	77,18	90,79	363,15

Tableaux B.22 : Apports vitrée extérieure mur Q (S)

TYP	Heure[h]	AVT[W]	AVE[W]	AV[W]	AV Totale[W]
Mur ex (M) 2 fenêtre (F1)	7	2,00	9,45	11,45	22,91
	8	5,13	17,01	22,14	44,28
	9	13,55	30,24	43,80	87,59
	10	14,83	44,42	59,25	118,50
	11	16,60	56,71	73,31	146,61
	12	16,38	69,94	86,32	172,63
	13	15,17	83,45	98,62	197,25
	14	72,34	89,79	162,12	324,24
	15	141,09	89,79	230,87	461,75
	16	192,77	89,79	282,56	565,11
	17	211,41	85,34	296,76	593,51
	18	116,28	78,44	194,73	389,46
	19	46,04	70,88	116,92	233,84

Tableaux B.23 : Apports vitrée extérieure mur M (SO)

TYP	Heure[h]	AVT[W]	AVE[W]	AV[W]	AV Totale[W]
Mur ex (M) 2 fenêtre (F3)	7	7,62	17,48	25,10	50,20
	8	13,61	31,47	45,08	90,17
	9	25,24	55,95	81,19	162,38
	10	27,71	82,18	109,88	219,77
	11	31,23	104,91	136,14	272,28
	12	9,90	129,39	139,29	278,58
	13	28,06	154,39	182,45	364,91
	14	43,75	166,10	209,85	419,70
	15	265,46	166,10	431,56	863,12
	16	360,17	166,10	526,28	1052,55
	17	393,73	157,89	551,61	1103,23
	18	308,54	145,12	453,67	907,33
	19	175,19	131,13	306,33	612,65

Tableaux B.24 : Apports vitrée extérieure mur M (SO)

TYP	Heure[h]	AVT[W]	AVE[W]	AV[W]	AV Totale[W]
Mur ex (K) 6 fenêtre (F1)	7	2,14	9,45	11,59	69,56
	8	7,48	17,01	24,49	146,97
	9	14,99	30,24	45,23	271,41
	10	19,10	44,42	63,52	381,13
	11	18,25	56,71	74,96	449,77
	12	13,33	69,94	83,27	499,64
	13	4,46	83,45	87,92	527,49
	14	14,82	89,79	104,60	627,61
	15	29,66	89,79	119,45	716,70
	16	73,68	89,79	163,46	980,78
	17	143,91	85,34	229,26	1375,54
	18	121,59	78,44	200,04	1200,23
	19	78,21	70,88	149,09	894,54

Tableaux B.25: Apports vitrée extérieure mur K (NO)

TYP	Heure[h]	AVT[W]	AVE[W]	AV[W]	AV Totale[W]
Mur ex (B) 6 fenêtre (F1)	7	33,21	9,45	42,66	255,97
	8	104,76	17,01	121,77	730,62
	9	194,88	30,24	225,13	1350,75
	10	166,46	44,42	210,88	1265,26
	11	104,96	56,71	161,67	970,03
	12	48,89	69,94	118,83	712,98
	13	11,60	83,45	95,05	570,32
	14	31,11	89,79	120,90	725,39
	15	41,07	89,79	130,86	785,15
	16	43,66	89,79	133,45	800,68
	17	41,97	85,34	127,32	763,91
	18	22,45	78,44	100,89	605,36
	19	9,64	70,88	80,53	483,15

Tableaux B.26 : Apports vitrée extérieure mur B (NE)

ANNEX .C : Catalogues (DAIKIN)

1-1 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FXFQ20P7VEB	FXFQ25P7VEB	FXFQ32P7VEB	FXFQ40P7VEB	FXFQ50P7VEB
Capacity	Cooling		kW	2.2	2.8	3.6	4.5	5.6
	Heating		kW	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3
Power Input	Cooling		kW	0.053	0.053	0.053	0.063	0.083
	Heating		kW	0.045	0.045	0.045	0.055	0.067
Casing	Material			Galvanised steel				
Dimensions	Packing	Height	mm	220	220	220	220	220
		Width	mm	882	882	882	882	882
		Depth	mm	882	882	882	882	882
	Unit	Height	mm	204	204	204	204	204
		Width	mm	840	840	840	840	840
		Depth	mm	840	840	840	840	840
Weight	Unit		kg	20.0	20.0	20.0	20.0	21.0
	Packed Unit		kg	24.0	24.0	24.0	24.0	26.0
Dimensions	Length	Inside	mm	2,096				
		Outside	mm	2,152				
Heat Exchanger	Dimensions	Nr of Rows		2	2	2	2	2
		Fin Pitch	mm	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
		Nr of Passes		2	2	3	3	7
		Face Area	m^2	0.267	0.267	0.267	0.267	0.357
		Nr of Stages		6	6	6	6	8
		Empty Tubeplate Hole		4	4			
	Fin	Fin type		Cross fin coil (Multi louver fins and Hi-XSS tubes)				
Fan	Type			Turbo fan				
	Quantity			1	1	1	1	1
Air Flow Rate	Cooling	High	m^3/min	12.5	12.5	12.5	13.5	15.5
		Low	m^3/min	9.0	9.0	9.0	9.0	10.0
	Heating	High	m^3/min	12.5	12.5	12.5	13.5	15.0
		Low	m^3/min	9.0	9.0	9.0	9.0	9.5
Fan	Motor	Model		QTS48D11M				
		Steps		2	2	2	2	2
		Output (high)	W	56	56	56	56	56
Refrigerant	Name			R-410A				
Sound Level	Cooling	Sound power (nominal)	dBA	49	49	49	50	51
Cooling	Sound Pressure	High	dBA	31	31	31	32	33
		Low	dBA	28	28	28	28	28
Heating	Sound Pressure	High	dBA	31	31	31	32	33
		Low	dBA	28	28	28	28	28
Piping connections	Liquid (OD)	Type		Flare connection				
		Diameter	mm	6.35	6.4	6.4	6.4	6.4
	Gas	Type		Flare connection				
		Diameter	mm	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
	Drain	Diameter	mm	VP25 (I.D. 25/O.D. 32)				
	Heat Insulation			Foamed polystyrene/polyethylene				
	Sound absorbing insulation			(Foamed Polyurethane)				
Decoration Panel	Model			BYCQ140CW1				
	Colour			RAL9010				
	Dimensions	Height	mm	50	50	50	50	50

Tableau C.1:catalogue DAIKIN (unité intérieure)

1-1 TECHNICAL SPECIFICATIONS				RXYQ20P7W1B	RXYQ22P7W1B	RXYQ24P7W1B	RXYQ26P7W1B	RXYQ28P7W1B	RXYQ30P7W1B	RXYQ32P7W1B
Capacity	Cooling		kW	55.9	61.5	67.0	71.4	77.0	82.5	89.0
	Heating		kW	62.5	69.0	75.0	81.5	88.0	94.0	102.0
COP	Cooling			3.68	3.62	3.49	3.28	3.26	3.20	3.11
	Heating			4.08	4.04	3.97	3.84	3.83	3.81	3.83
Capacity range			HP	20	22	24	26	28	30	32
Power input (Nominal)	Cooling		kW	15.2	17.0	19.2	21.8	23.6	25.8	28.6
	Heating		kW	15.3	17.1	18.9	21.2	23.0	24.7	26.6
PED category				Category II						
Max n° of indoor units to be connected				32	35	39	42	45	49	52
Indoor index connection	Minimum			250	275	300	325	350	375	400
	Maximum			650	715	780	845	910	975	1.040
Casing	Colour			Daikin White						
	Material			Painted galvanised steel						
Heat Exchanger	Dimensions	Length	mm	1,778 + 1,778	1,778 + 1,778	1,778 + 1,778	1,778 + 2,088	1,778 + 2,088	1,778 + 2,088	2,088 + 2,088
		Nr of Rows		54 + 54						
		Fin Pitch	mm	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
		Nr of Passes		18 + 18	18 + 18	18 + 18	18 + 21	18 + 21	18 + 21	21 + 21
		Face Area	m²	2.112 + 2.112	2.112 + 2.112	2.112 + 2.112	2.112 + 2.481	2.112 + 2.481	2.112 + 2.481	2.481 + 2.481
		Nr of Stages		2 + 2						
	Tube type			Hi-XSS (8)						
	Fin	Fin type		Non-symmetric waffle louvre						
		Treatment		Hydrophylic and anti corrosion resistant						
Fan	Type			Propeller						
	Quantity			1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	2 + 2
	Air Flow Rate (nominal at 230V)	Cooling	m³/min	171 + 196	185 + 196	196 + 196	171 + 239	185 + 239	196 + 239	233 + 239
		Heating	m³/min	171 + 196	185 + 196	196 + 196	171 + 239	185 + 239	196 + 239	233 + 239
	External static pressure		Pa	78	78	78	78	78	78	78
	Discharge direction			Vertical						
	Motor	Quantity		1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2	2 + 2
		Model		Brushless DC						
		Output motor	W	750 + 750	750 + 750	750 + 750	750 + 2x750	750 + 2x750	750 + 2x750	2x350 + 2x750
Compressor	Quantity			1 + 2	2 + 2	2 + 2	1 + 3	2 + 3	2 + 3	3 + 3
	Motor	Quantity		1 + 1						
		Model		Inverter						
		Type		Hermetically sealed scroll compressor						
		Speed	rpm	7,980 + 6,300	6,300 + 6,300	6,300 + 6,300	7,980 + 7,980	6,300 + 7,980	6,300 + 7,980	6,300 + 7,980
		Motor Output	kW	3.8 + 2.8	1.2 + 2.8	2.8 + 2.8	3.8 + 3.0	1.2 + 3.0	2.8 + 3.0	0.3 + 3.0
		Crankcase Heater	W	33	33	33	33	33	33	33
		Quantity		1	2	2	3	3	3	4
		Model		ON-OFF						
		Type		Hermetically sealed scroll compressor						
		Speed	rpm	2,900						
		Motor Output	kW	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
		Crankcase Heater	W	33	33	33	33	33	33	33
Operation Range	Cooling	Min	°CDB	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
		Max	°CDB	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
	Heating	Min	°CWB	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0

Tableau C.2:catalogue DAIKIN (unité extérieure)

ANNEX .D : coefficient de transmission K

Construction	Epaisseur	λ	R [m2°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m2.°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	1,63	1,64	0,61349693	0,6097561
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714286	0,05714286				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Béton armé	0,2	1,75	0,11428571	0,11428571				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Lame d’air	0,1		0,16	0,16				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Lame d’air	0,05		0,16	0,16				
Brique creuse	0,15	0,5	0,3	0,3				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Air extérieur	-	-	0,11	0,11				

Tableau D.1: Coefiscien de transmissions K de mur double cloison + voile (intérieure)

Construction	Epaisseur	λ	R [m2°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m2.°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,95571429	0,96571429	1,04633782	1,03550296
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714286	0,05714286				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Lame d’air	0,05		0,16	0,16				
Brique creuse	0,15	0,5	0,3	0,3				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Air extérieur	-	-	0,11	0,11				

Tableau D.2: Coefiscien de transmissions K de mur double cloison (intérieure)

Construction	Epaisseur	λ	R [m2°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m2.°C]	
	[m]	[W / m.°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,41	0,42	2,43902439	2,38095238
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,0571428 6	0,0571428 6				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,0142857 1	0,0142857 1				
Béton armé	0,2	1,75	0,1142857 1	0,1142857 1				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,0142857 1	0,0142857 1				
Air extérieur	-	-	0,11	0,11				

Tableau D.3: Coefiscien de transmissions K de mur voile (intérieure)

Construction	Epaisseur	λ	R [m2°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m2.°C]	
	[m]	[W / m°C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	1,05981685	1,06981685	0,94355926	0,93473944
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,057142 86	0,057142 86				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,014285 71	0,014285 71				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Lame d’air	0,05		0,16	0,16				
Brique creuse	0,15	0,5	0,3	0,3				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,014285 71	0,014285 71				
pierres (Grés quartzeux)	0,34	2,6	0,130769 23	0,130769 23				
sol	0,2	2,4	0,083333 33	0,083333 33				

Tableau D.4: Coeficient de transmissions K de Mur double cloison contact avec le sol

Construction	Epaisseur	λ	R [m2°C / W]		∑R[m2°C / W]		K [W/ m2.°C]	
	[m]	[W / m° C]	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Air intérieur	-	-	0,1	0,11	0,41142857	0,44142857	2,43055556	2,26537217
Enduit au plâtre	0,02	0,35	0,05714286	0,05714286				
Brique creuse	0,1	0,5	0,2	0,2				
Enduit au ciment	0,02	1,4	0,01428571	0,01428571				
Air extérieur	-	-	0,04	0,06				

Tableau D.5: Coeficient de transmissions K de Mur simple (extérieur).

Bibliographie

[1] *Document technique réglementaire (D .T.R C) 3.2 réglementaire thermique des bâtiments d'habitations règle de calcule des déperditions calorifiques.*

[2] *Document technique réglementaire (D .T.R C) 3.4 réglementaire climatisation, règle de calcule des apports calorifiques des bâtiments.*

[3] *LE RECKNAGEL « manuel pratique génie climatique » données fondamentales Tome 01 5ème édition DUNOD,Paris , 2007/2013,pour la traduction français .*

[4] *JEAN DESONS « Aidé mémoire Gini Climatique 2éme éditions DAIKIN Paris, ISBN, 2008/2009.*

[5] *DAIKIN Air condition (VRV).*

[6]*Catalogue DAIKIN.*

[7] *Logiciel Google Earth.*