République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Yahia FARES de Médéa

Faculté des sciences et de la technologie

Département De Génie Mécanique

Filière Génie climatique

Mémoire de Fin d'Etude pour l'obtention du diplôme de

MASTER génie climatique

Option énergie et froid industriel

Thème :

Etude et Dimensionnement D'une installation de Climatisation pour un immeuble Administratif

Faite par:
- Arous Meftah.
- Guettouche Youcef.

Dérrigé par:
Dr. Triki Zakaria.
Dr. Chiba Younes

Année universtaire 2013/2014


14


14

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier ici les personnes qui par leurs conseils et Leurs encouragements ont contribué à l'aboutissement de ce Travail.

Nos premiers remerciements iront à Monsieur TRIKI Zakaria, Notre promoteur, ainsi que Monsieur CHIBA Younes notre CO-Promoteur et M^{r} SMAIL B d'étude.

Qui nous ont fait bénéficier de leur expérience et de leur Connaissance dans le :

Domaine de L'énergie et froid industriel

Apporter à la finalisation.

Enfin, au seuil de ce travail on l'obligation morale d'exprimer Nos sentiments de gratitude et de profonds remerciements à tous Ceux et celles qui ont apporté leur concours tout au long de nos Études, de notre formation au sein de cette université et plus Spécialement l'institut de la Génie climatique.

Ainsi que durant la réalisation du présent travail.

Fathi-Youcef

dédicace

C’est avec une grande joie que je dédie cet humble mémoire, fruit de mes études en exprimant ma profonde reconnaissance aux êtres qui me sont les plus chers

Ma très chère mère qui a toujours éclairé mon chemin par son amour, sa grande générosité, sa bonté et une constante disponibilité,

Mon père qui a perfectionné mon éducation, qui m’a appris la persévérance et qui a beaucoup sacrifié afin que rien n’entrave

Mes chers frères et sœurs

Les oiseaux du paradis : AYA, MOUHAMED, HAMZA ,RAID,ROIA.

Sans oublier mon binôme et frère GUETTOUCHE YOUCEF et toute sa famille

A tous ceux et celles dont les noms n’ont pu être cités.

FATHI

FATHI

dédicace

C'est avec une grande joie que je dédie cet humble mémoire, fruit de mes études en exprimant ma profonde reconnaissance aux êtres qui me sont les plus chers

Ma très chère mère qui a toujours éclairé mon chemin par son amour, sa grande générosité, sa bonté et une constante disponibilité,

Mon père qui a perfectionné mon éducation, qui m'a appris la persévérance et qui a beaucoup sacrifié afin que rien n'entrave

Mes chers frères et sœurs

Les oiseaux du paradis : Yasmin, Wissal, Anes et la

Abderrahmane et Zakaria.

Sans oublier mon binôme et frère Arous Meftah et toute sa famille

A tous ceux et celles dont les noms n'ont pu être cités.

youcef

Résumé :

L'environnement et les conditions dans les quel les individus se trouvent on une influence directe sur leur moral, leur sécurité et donc de façon direct sur leur efficacité en matière de travail. Outre le bruit et la lumière, un des facteurs d'environnement non moins important est l'état de l'air, car pour fonctionner de manière efficace le corps humain a besoin dune atmosphère spécifique. Cette atmosphère dépond de plusieurs facteurs qui sont la température, l'humidité et le taux de renouvellement de l'air.

Ainsi la conception d'un système de climatisation a pour but essentiel de créer des conditions de confort dans un espace, tout en contrôlant simultanément les principaux paramètres qui sont la température, l'humidité, le niveau sonore, la qualité et le mouvement de l'air, de manière à permettre aux occupants de travailler avec un rendement optimum.

Ce travail porte sur le calcule et le dimensionnement d'une installation de climatisation pour un immeuble à usage administratif. Cette étude s'intéresse d'une part au calcul des bilans thermique hivernale et estival pour chaque local en utilisant le règlement (D.T.R), ainsi qu'aux réseaux aéraulique. D'autre part, au choix des systèmes de climatisation, de ventilation et de régulation.

Mots-clés : Confort thermique, ventilation et conditionnement d'air, bilan thermique, conception et dimensionnement.

Abstract:

The environment and the conditions in which the individual exist have a direct influence on their moral, their safety and thus in a direct way on their efficiency regarding work. Besides the noise and the light, one of the factors of more important environment is the state of the air, because to work in a effective way, the human body needs a specific atmosphere depends on several factors which are the temperature, the humidity and the air renewal rate.

Hence, the design of an air conditioning system has for essential purpose to create comfort condition in a space, while controlling simultaneously the main parameters which are the temperature, the humidity, the noise level, the quality and

the movement of the air, so as to allow the occupants to work with an optimal efficiency.

Installation for a building with administrative custom. This study is interested on one hand in the calculation of the wintry and summery heat balances for every space by using the D.T.R, as well as to aeraulics network. On the other hand, in the choice of the air conditioning systems, ventilation and regulation.

Keywords: Thermal comfort, ventilation and air conditioning, heat balance, design and sizing.

ملخص:

إن البيئة والظروف التي يتواجد فيها الأفراد لها تأثير مباشر على نفسيتهم و سلامتهم و بتالي بطريقة مباشرة على أدائهم في العمل ؛ إلى جانب الضجيج و الضوء ؛ إحدى العوامل البيئية التي لها نفس القدر من الأهمية هي حالة الهواء ؛ لأنه من اجل العمل بشكل فعال فان جسم الإنسان بحاجة إلى جو مهني يعتمد هدا الجو على العديد من العواطل التي تشمل ؛ درجة الحرارة ؛ الرطوبة ؛ و معدل تجديد الهواء ؛ وعليه فان تصميم نضام تكييف الهواء يهدف في المقام الأول إلى خلق ظروف مريحة في المكان عن طريق التحكم في مختلف العوامل الرئيسية في نفس الوقت ؛ و هي درجة الحرارة ؛ الرطوبة ؛ مستوى الصوت ؛ نقاوة وحركة الهواء ؛ وذالك للسماح للأشخاص بالعمل بكفاءة مثلى.

يركز هذا العمل على تحليل وتصميم نضام تكييف هواء لمبنى ذو استعمال إداري ؛ وتركز هذه الدراسة من جهة على حساب الحوصلة الحرارية في فصل الشتاء ؛ والصيف ؛ لكل غرفة باستخدام قواعد انضمت التهوية؛ و من جهة أخرى على اختيار انضمت تكييف الهواء والتهوية ؛ وانضمت التحكم. (D.T.R),

الكلمات المفاتيح: الراحة الحرارية؛ التهوية وتكييف الهواء؛ الحوصلة الحرارية؛ التصميم والتحجيم.

SOMMER

CHAPITRE I : **Page**

I.1. But de projet…….01

I.2. Situation géographique du projet…….. 01

I.3. Les conditions climatiques extérieures……..01

I.4. Les conditions climatiques intérieures ……..01

I.5. Cahiers de charges de l'immeuble …….02

CHAPITRE II :

II.1. Introduction…….05

II.2. Généralités sur les transferts thermiques …….05

II.2.1. Transfert par conduction ……..**05**

II.2.2. Transfert par convection ……05

II.2.3. Le transfert de chaleur par rayonnement ……..06

a. parois ……06

II.3. Calcul du coefficient de transmission thermique surfacique pour les différentes…07

II.3.1. Expression du coefficient de transmission global……. 07

II.3.2. Paroi en contact avec l'extérieure ……08

a) Mur à double cloison …….. 08

b) Dalle sans faux plafond ……..09

c) Poteau……..10

d) Le double vitrage11

e) Mur en béton de 0 ,2m d'épaisseur……..12

II.3.3. Parois en contact avec l'intérieur…….13

a) Mur à simple cloison…… 13

Page

b) Dalle sans faux plafond ……14

c) Porte opaque en bois ……15

II.4. Vérification de la résistance thermique ……..16

II.5. Phénomènes de condensation ……17

II.5.1. La condensation superficielle ……..17

a) Comparaison Entre T_{pi} Et T_{ri} ……17

- **Mur double cloison (figure II.1)……17**
- **Poteau (figure II.3)……17**
- **Dalle sans faux plafond (figure II.2)……18**
- **Vitrage (figure II.4) ……...18**
- **Mur en béton (figure II.5) ……18**

b) Interprétation des résultats ……..18

II.5.2. La condensation dans la masse ……18

a) Calcul de température de chaque couche dont les parois en contact avec l'extérieur……19

- **Mur à doble cloison (figure II.1)……...19**
- **Poteau (figure II.3) ……19**
- **Dalle sans faux plafond (figure II.2)……20**
- **Mur en béton (figure II.5) ……20**

b) Calcul de pressions de saturation de chaque couche dont les parois sont en contacte avec l'extérieur ……20

- **Mur à doble cloison MDC (figure II.1)……21**
- **Poteau (figure II.3)……21**
- **Dalle sans faux plafond (figure II.2)……..…21**
- **Mur en béton (figure II.5) ……22**

c) Calcul de pression partielle pour chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur……22

- **Mur à double cloison (figure II.1)……23**
- **Poteau (figure II.3) ……24**

Page

- **Dalle sans faux plafond (figure II.2)…….25**
- **Mur en béton (figure II.5) …….26**

d) Interprétation des résultats…….27

CHAPITRE III :

III.1. Introduction …….28

III.2. Déperditions (dimensionnement de chauffage)…….28

III.3. Calcul des déperditions de base par transmission……28

III.4. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois……..29

III.5. Les déperditions à travers les ponts thermiques……29

III.6. Les déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol…..29

III.7. Les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés…30

III.8. Les déperditions par renouvellement d'air……30

III.9. Evaluations des déperditions thermiques……31

III.10.Vérification réglementaire ……35

III.11. Calcul des apports ……..37

III.11.1. Principe et méthode de calcule des apports thermique ……37

III.11.2. Apports à travers les parois opaques …….38

III.11.3. Apports à travers les parois vitrées…….38

a) Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées…….38

b) Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées ……...39

III.11.4. Apports de chaleur internes……39

a) Principe de calcul…….39

b) Calcul des apports internes…….40

Page

- **Apports dus aux occupants…….40**
- **Apports dus aux machines électriques…….41**
- **Apports dus à l'éclairage……..42**

III.11.5. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur……..42

III.12. Vérification réglementaire ……67

III.12.1. Apports de référence des parois opaques verticales ……68

III.12.2 : Apports de référence des parois vitrées …….68

III.13. Conclusion ……70

CHAPITRE IV :

IV.1. Introduction…….71

IV.2. Système centralisé (tout air)……71

IV.3. Système-semi centralisé (à eau et air)…….72

IV.3. Système décentralisé……..……..72

IV.4. Choix Du Système De Climatisation……..72

IV.4.1. Introduction……72

IV.5. Climatisation Par Ventilo-convecteur …….73

IV.5.1. Définition ……..73

Remarque……..73

IV.6. Les composants du ventilo convecteur……..74

IV.7. Les composants du système semi centralisé……..74

IV.8. Méthode De Sélection Des VC ……75

IV.8.1. PERIODE ESTIVALE …….75

a) **Paramètres de mélange ……...75**
b) **Paramètres de soufflage……75**

c) la puissance frigorifique ……...75

d) Le début d'eau ……76

IV.8.2. PERIOD HIVERNALE ……..76

- **a. Paramètres de mélange ……..…76**
- **b. Vérification……..76**
- **c. Paramètres de soufflage…….76**
- **d. la puissance calorifique……..76**
- **e. Le début d'eau……76**
- **f. la perte de charge……...77**

IV.9. CHOIX ET CARACTERISTIQUE TECHNIQUE ……..77

IV.10. Le groupe de production de l'eau glacée ……..…78

IV.10.1. Introduction ……..…78

IV.10.2. Principe de sélection……....78

IV.10.3. Application au projet …….……..…...79

IV.11. Sélection de l'appareil ……..…….79

Remarque*……*79

IV.12. Vase d'expansion80

IV.12.1. Introduction ……80

IV.12.3. Principe de sélection ……..….80

IV.13. Volume d'expansion ……..…80

IV.13.1. Volume totale de réservoir ……80

IV.13.2. Application au projet……. 80

IV.13.3. Volume d'expansion ……...82

IV.14. Volume totale du réservoir ……82

Page

IV.15. INTERPRETATION DES PROCESSUS DE TRAITEMENT D'AIR…… 82

IV.15.1. PERIODE HIVERNALE…… 82

IV.15.2. PERIODE ESTIVALE ……82

IV.16. TECHNIQUE DE L'HUMIDIFICATION DE L'AIR……. 82

IV.16.1. INTRODUCTION ……83

IV.16.2. EXPLOITATION DES HIMIDIFICATEURS…….. 83

IV.17. APPLICATION AU PROJET……. 83

IV.17.1. Débit – masse d'eau ……...83

IV.17.2. EFFICACITE……. 83

CHAPITRE V :

V.1. Introduction ……..84

V.2. Les facteurs de diffusion de l'air……84

a. La vitesse de l'air ambiant ……84

b. La température de l'air soufflé ……84

c. L'emplacement des bouches de soufflage ……..84

V.3. Bouche de soufflage …….....84

V.3.1. Principe de calcul des bouches de soufflage…… ……..84

V.3.2. Application sur le projet ……85

V.3.3. Bouche de soufflage …….....85

V.4. CALCUL HYDRAULIQUE……..85

V.4.1. Introduction ……85

Page

V.4.2. Calcul hydraulique « réseau des ventilo-convecteur »…….85

V.5. Principe de calcul……..85

V.5.1. Eau froid …….....85

V.6. Les pompe……...…….87

V.6.2. Introduction…….... 87

V.6.3. Principe de sélection …….87

V.7. Application au projet …… ..87

V.8. EQUILIBRAGE…… 88

V.8.1. Introduction ……..88

V.8.2. Principe de réalisation de l'équilibrage…… 88

V.9. APPLICATION SUR LE PROUJET…….. 89

V.9. Vitesse limite de l'eau……..93

CHAPIYRE VI : VI.1.

Introduction……..…...94

VI.2. Ventilation des sanitaires…….94

VI.2.1. Les appareille utilisé pour la ventilation des sanitaires……...94

VI.3 : Application au projet ……96

VI.4. LE SYSTEME DE LA REGULATION…… 97

VI.4.1. Introduction……...97

VI.4.2. Principes de la régulation……..97

VI.5. Les procédés de la régulation……..98

VII.5.1. Régulation en boucle fermée (ou en fonction de l'ambiance)……..98

VI.5.2. Régulation en boucle ouverte (ou en fonction de l'extérieur)……98

VI.6. Choix du système de régulation…… ..99

VI.7. Equipement de réglage……...100

Détecteur de tempéra…….... 100

Thermostat……100

Sonde extérieure……100

Régulateur……..100

L'actionneur …….101

Conclusion et recommandation……....103

LESTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I : ***Page***

Tableau I.1 : les conditions climatiques extérieures ……..01

Tableau I.2 : les conditions climatiques intérieures ……02

Tableau I.3 : Cahier de charge de RDC côté Sud (h=4,08 m)……02

Tableau I.4 : Cahier de charge de RDC côté Nord (h=4,08 m)…….03

Tableau I.5 : Cahier de charge de 1eretage côté Nord (h=3,06 m)…….03

Tableau I.6 : Cahier de charge du 1eretage côté Sud (h=3,06 m) …….04

GHAPITRE II :

Tableau (II.1): Coefficients de transmission thermique surfacique (K) pour MDC ……..08

Tableau(II.2) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour DSFP……09

Tableau(II.3) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour poteau…….10

Tableau(II.4): coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour mur en béton..12

Tableau(II.5) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour mur simple cloison …….13

Tableau(II.6): coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour dalle sans faux plafond ……. 14

Tableau(II.7) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour différents murs..15

Tableau(II.8): température de rosée……..16

Tableau(II.9): la comparaison de T_{pi} et Tri……..18

Tableau(II.10): pression de saturation de chaque couche dont un MDC…….21

Tableau(II.11) : pression de saturation de chaque couche dont un poteau……..21

Tableau(II.12) : Pression de saturation de chaque couche dont DSFP……21

Tableau(II.13): Pression de saturation de chaque couche dont un mur en béton……22

Tableau(II.14) : Pression partielle de chaque couche ces d'un MDC…….…….23

Tableau(II.15) : Pression partielle pour chaque couche ces du un poteau……..…….24

Tableau(II.16): Pression partielle pour chaque couche ces de la dalle sans faux plafond…25

Tableau(II.17): Pression partielle pour chaque couche pour un mur en béton…….26

CHAPITRE III :

Tableau (III.1) : les locaux concernés par le chauffage et climatisation…….32

Tableau(III.2) : Les déperditions thermique à travers les différentes parois de C.C.O…...33

Tableau(III.3) : les déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau de rez-de-chaussée (RDC 01)……...33

Tableau(III.4) : les déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau de rez-de-chaussée (RDC 02)……34

Tableau(III.5) : les déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau du 1er ETAGE 01…….35

Tableau(III.6) : les déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau du 1er ETAGE 02…….35

Tableau(III.7) : les déperditions thermiques à travers les différents niveaux de l'immeuble..36

Tableau(III.8) : les différents coefficients pour la vérification réglementaire……40

Tableau III.9 : Les gains internes pour un occupant……42

Tableau III.10 : Apports dus à l'éclairage……44

Tableau III.11 : Les infiltrations par les portes et fenêtres…….45

Tableau III.12 : Apports à travers les différentes parois du C.C.O…….46

Tableau III.13 : Apports à travers les différentes parois de la salle de repose……47

Tableau III.14 : Apports à travers les différentes parois du Halle……...48

Tableau III.15 : Apports à travers les différentes parois du Salle du cours……49

Tableau III.16 : Apports à travers les différentes parois du Foyer …….50

Tableau III.17 : Apports à travers les différentes parois du Réfectoire……..51

Tableau III.18 : Apports à travers les différentes parois de l'Économe……52

Tableau III.19 : Apports à travers les différentes parois du Bureau cheffe d'unité ……..53

Tableau III.20 : Apports à travers les différentes parois du secrétariat…….54

Tableau III.21 : Apports à travers les différentes parois du Bureau 01……..55

Tableau III.22 : Apports à travers les différentes parois du Bureau 02……..56

Tableau III.23 : Apports à travers les différentes parois de L'archives…….57

Tableau III.24 : Apports à travers les différentes parois du HALLE……..58

Tableau III.25 : Apports à travers les différentes parois du Chambre agents 01……...59

Tableau III.26 : Apports à travers les différentes parois du Chambre agents 02……60

Tableau III.27 : Apports à travers les différentes parois du Chambre agents 03……61

Tableau III.28 : Apports à travers les différentes parois du Chambre agents 04……60

Tableau III.29 : Apports à travers les différentes parois du Chambre agents 05……61

Tableau III.30 : Apports à travers les différentes parois du Chambre officié01…….62

Tableau III.31 : Apports à travers les différentes parois du Chambre officié02…….63

Tableau III.32 : Apports à travers les différentes parois du Chambre officié 03……64

Tableau III.34 : Apports à travers les différentes parois du Chambre officié 04……65

Tableau III.35 : Valeurs $\boldsymbol{NPVI}$,ré$\boldsymbol{f}$……66

CHAPITRE IV :

Tableau IV.1 : Choix et caractéristique technique des <<VC>> ''hiver''…….69

Tableau IV.2 : Choix et caractéristique technique des <<VC>> ''été'' ……..77

CHAPITRE V : ***Page***

Tableau V.1 : caractéristiques techniques des bouches de soufflage……78
Tableau V.2 : Calcul Les Pertes De Charge Dans Le Réseau Eau Glacée ……..85
Tableau V.3 : Sélection des pompes……..86
Tableau V.3 : Caractéristique Des Diaphragmes …….87
Tableau V.4: Perte De Charge Dans Le Réseau De Soufflage RDC ……...88
Tableau V.5 : Perte De Charge Dans Le Réseau De Soufflage 1er étage …….89
Tableau V.6 : Equilibrage Du Réseau De Soufflage 1er étage …….90
Tableau V.7: Equilibrage Du Réseau De Soufflage (RDC) …….90
Tableau V.8 : Equilibrage Du Réseau L'eau Glace……91

CHAPITRE VI :

Tableau VI.1 : Table du débit de ventilation des toilettes…….96

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE II : ***Page***

Figure (II.1): composition d'un mur double cloison…….……08

Figure (II.2): Composition d'une dalle sans faux plafond……09

Figure (II .3): composants d'un poteau…….10

Figure(II.4) : le double vitrage……...11

Figure(II.5): schéma d'un mur en béton ……12

Figure(II.6) : composant d'un mur simple cloison ……13

Figure(II.7): composant d'une dalle sans faux plafond…….14

Figure(II.8): Porte en bois……..15

Figure(II.9): Diagramme de Glaser pour MDC……23

Figure(II.10): Diagramme de Glaser pour un poteau……24

Figure(II.11): Diagramme de Glaser pour une dalle sans faux plafond……25

Figure(II.12): Diagramme de Glaser pour un mur en béton26

CHAPITRE IV :

Figure IV.1 : ventilo-convecteur type casette …….……73

Figure IV.2 : ventilo-convecteur type murale ……..…..73

Figure IV.3:les composants du ventilo convecteur …….……74

Figure IV.4: les composants du système semi centralisé……74

Figure 8.1 : Groupes de production d'eau glacée……79

Figure 8.2 : vase d'expansion type salmson……80

CHAPITRE V :

Figure V.1 : Exemple de réseau hydraulique ……86

Figure V.2: la pompe centrifuge-circulation-eau.…….……..87

Figure V.2 : Vannes d'équilibrage hydraulique……93

CHAPITRE VI :

Figure VI.1 Tourelle…….94

Figure VI.2 l'emplacement de la tourelle ….……..*95*

Figure VI.3 : Boucle de régulation…….98

Figure VI.4 : Boucle de régulation (boucle fermée)……..99

Figure VI.5 : Boucle de régulation (boucle ouverte)……99

Figure VI.6 : Thermostat ……..100

Figure VI.7 : Sonde extérieur……101

Figure VI.8 : régulateur de température …….101

Figure VI.9 : vanne 3 vois……102

Nomenclature

A : Surface de l'ouvrant (m^2).
$Allj$ **:** Partie latente de l'apport interne (W).
$Alsj$ **:** Partie sensible de l'apport interne (W).
As, Al **:** Apports internes de sensible et latentes (W).
$Aréf,PH$ **:** Apports calorifiques de référence à travers les parois opaques Horizontales (W).
$AINFs, AINFl$ **:** Parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (W).
APO**:** Apports par les parois opaques (W).
$ARENs$ **:** Paries sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (W).
$Aréf,PV$**:** Apports calorifiques de référence à travers les parois opaques verticales (W).
$Aréf,PVI$**:** Apports calorifiques de référence à travers les parois vitrées (W).
AV**:** Apports à travers les parois (W).
$AVE\ (t)$**:** Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées (W).
$AVEréf$**:** Apports de référence dus à l'ensoleillement (W).
$AVT\ (t)$**:** Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées (W).
$AVTréf$ **:** Apports de référence dus au gradient de température (W).
CSj**:** Coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne **j.**
c **:** Coefficient lié à la nature de la construction et fonction de zone Climatique $(W/m^2.°C)$
DS **:** Déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur (W).
DT **:** Déperdition par transmission (W).
Du**:** Déperdition à travers les liaisons (W)

$Dlnc$: Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non conditionné (W)
.

$Dréf$: Déperditions de référence $(W/°C)$.

DRs : Déperditions supplémentaire par infiltrations dues à l'effet de vent (W).

e : épaisseur de chaque couche (m).

FS : Facteur solaire de vitrage.

$FSréf$: Facteur solaire de référence.

$HSb,e\ (t)$: Humidité spécifique de base de l'air extérieur $(°C)$.

$HSai$: Humidité spécifique de base de l'air intérieur $(°C)$.

h: Coefficient de transfert de chaleur par conversion $(W/m^2.°C)$.

hi , he: Coefficient de transmission thermique superficielle intérieure et extérieur $(W/m_2.°C)$.

I_d : Rayonnement diffus maximal réel (W/m^2).

I_t : Rayonnement total maximal (W/m^2).

j : Coefficient de pertes de charges linéaire (Pa/m^2).

K : Coefficient de transmission thermique surfacique $(W/m^2.°C)$.

$Kété$: Coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été $(W/m^2.°C)$.

l : Longueur (m).

$Npvi\ (t)$: Coefficient d'amortissement relatif aux apports par ensoleillement à travers Les parois vitrées à l'heur considéré.

n : Nombre d'occupants.

$ps\ ext$: Pression de saturation à l'extérieur (Pa)

.

$ps\ int$: Pression de saturation à l'intérieur (Pa) .

$pv\ ext$: Pression à l'extérieur (Pa).

$pv\ int$: Pression à l'intérieur $(Pa$

).

pv : Pression de la vapeur d'eau après chaque couche de paroi (Pa).

qc: Flux de chaleur transmis par conduction (W)

.

qcv : Flux de chaleur transmis par convection (W).

qr: Flux de chaleur transmis par rayonnement (W)

.

Q$voinf\ ,i$: D bit d'infiltration (m^3/h)

Qs : Débit supplémentaire par infiltration dues au vent $(m^3/h$

Qv : Débit spécifique de ventilation (m^3/h)

Q : Flux de chaleur (m^3/h).

$qvan$: D bit d'air neuf (m^3/h).

$qvinf$: Débit dû aux infiltrations (m^3/h).

$Rtot$: Résistance thermique totale de la paroi $(m^2$.

$°C/W)$.

R : Résistance de la paroi considérée $(m^2.°C/W)$.

$Sint$: Surface intérieure totale de la paroi considérée (m^2).

$Souv$: Surface d'ouverture dans les parois opaques (m^2).

$SVomb$: Surface vitrée à l'ombre (m^2).

$Sint$: Surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur (m^2).

$Souv$: Surface d'ouverture dans le mur (m^2).

$SVens$: Surface vitrée ensoleillée à 15h TSV (m^2).

$SVomb$: Surface vitrée ombrée à 15h TSV (m^2).

$TSbi$: Température intérieure de base $(°C)$.

$TSe\ (t)$: Température extérieure séchée à l'heur t $(°C)$.

Tae: Température de l'air à l'extérieur $(°C)$.

Ta换 Température de l'air à l'intérieur $(°C)$.

Te: Température à l'extérieur $(°C)$.

Ti : Température à l'intérieur $(°C)$.

Tpi: Température interne de la paroi $(°C)$.

Tri: Température de ros e à l'intérieur $(°C)$.

$T\infty$: Température du milieu environnant $(°C)$.

Tp: Température de la surface $(°C)$.

V_h : Volume habitable (m^3).

λi : Conductivité thermique du matériau $(W\,m.°C)$.

εp : Facteur d'émission de la surface.

ϕext: Humidité relative à l'extérieur **(%)**.

ϕint: Humidité relative à l'intérieur **(%).**

ΔTe **(□素) :** Différence équivalente de température à l'heur t. **(°C).**

$\Delta TSréf,PV$ **:** Différence de température de référence pour la paroi opaque Verticale **(°C).**

λ **:** Conductivité thermique **($W/m^2.°C$).**

ξ **:** Coefficient de pertes de charges singulières (sans dimension).

π : Perméabilité à la vapeur d'eau **($kg/m.s$).**

ρ **:** Masse volumique d'air **(kg/m^3).**

X : l'humidité absolue de l'air à l'entrée et la sortie de l'humidificateur en **(g /kg).**

W : débit masse d'eau ou de vapeur en **(kg/h).**

ρ **:** Masse volumique moyenne de l'air traité en **(kg/m³).**

V_s **:** débit d'air traité en **(m³/h).**

I_I, x_k**:** l'humidité absolue aux points **<<I>>** et **<<k>>** respectivement en **(g/kg).**

X_{ss} **:** l'humidité absolue au point de saturation en **(g/kg).**

e : efficacité de l'humidification en **(%).**

G_m **:** le débit massique de tronçon **(m³/h)**

C_p **:** capacité calorifique de l'eau en **(C°)**

Δt **:** écarte de température de l'eau entre l'aller et le retour en **(C°)**

Q : Bilan thermique du local considéré en **(Kcal/h)**

β **:** Coefficient de correction donné en fonction de température moyenne de l'eau glacée

$\Delta P_{déf}$ **:** perte de charge dans le circuit le plus défavorisée **(mmce)**

ΔP_s **:** la pression statique qui doit fournie par le ventilateur

ΔP_{dy} **:** la pression dynamique

ξ **:** Coefficient de perte de charge singulière du diaphragme

$\Delta P_{déf}$ **:** perte de charge dans le circuit le plus défavorisée **(mmce)**

ΔP_{cir} **:** perte de charge du circuit **(mmce)**

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

V : volume des toilettes **(m^3).**

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

Introduction générale

La climatisation a été inventée par Willis Carrier, un ingénieur américain, en 1911. Cette technique s'est tout d'abord limité aux applications industrielles. Le concept de la climatisation domestique, plutôt qu'industrielle, apparut vers 1924.

C'est en 1928 que le premier système de climatisation à usage domestique fut développé. La grande dépression et la seconde guerre mondiale ralentit toutefois considérablement l'essor de la climatisation domestique. La technologie du système de climatisation domestique ne connut son véritable développement que dans les années 60 et atteignit sa maturité technologique actuelle dans l'année 90.

Le chauffage et la climatisation sont des postes plus importants dans la consommation d'énergie dans le bâtiment. Cette consommation continue à augmenter dans notre pays vue l'évolution des projets de construction des infrastructures (écoles, hôpitaux…) et dans le secteur de habitat. Ce phénomène a un impact négatif sur le coup énergétique vu d'une part l'instabilité de prix du pétrole et du gaz qui ne cesse à accroitre et d'autre part l'épuisement de cette réserve d'énergie. C'est pourquoi il est très importent du réduire les besoins et la consommation d'énergie toute en maintenant le confort et ce en adoptant un stratège d'efficacité énergétique dans le bâtiment en matière d'isolation thermique, ventilation et la capacité à stocker la chaleur dans les murs du bâtiment.

Le traitement de l'air et la technique le plus utilisé dans le domaine de chauffage et climatisation. Ce procédé réponde aux exigences environnementales en matière de pollution par minimisation de l'émission des gaz à effet de serre. Cette technique consiste à modifier, contrôle et réguler les conditions d'un local et maintenir un confort répondent au besoin de l'être humain et qui ne se limite pas seulement au maintenir d'une température ambiante, beaucoup d'autre facteurs peuvent être pris en considération tels que l'hygromètre, la qualité de l'air.

Les mesurent permettant de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage et climatisation pour un bon confort nécessite de minimiser les déperditions et les apports thermiques dans le bâtiment.

Dans ce travail on propose d'étudier le système de chauffage et de climatisation de l'unité secondaire protection civile (UPC) située à BOUGHEZOUL (Wilaya de Médéa) qui en cours de construction en se basant sue le cahier des charges établi par le bureau d'étude. A travers cette étude on estimera les consommations énergétiques de chauffage et de climatisation nécessaires pour le confort thermique afin de concevoir l'installation de conditionnement d'air adéquate qui pourra satisfaire les besoins spécifique de cette unité.

Ainsi, ce mémoire est divisé en six chapitres :

Dans le premier chapitre on décrit le plan architectural de l'immeuble et on présente les conditions climatiques extérieures et intérieures de base en période hivernale et estivale.

Le deuxième chapitre concerne le calcul des coefficients de transmission de chaleur de chaque paroi constituant l'enveloppe du bâtiment ainsi que la vérification de la présence ou non de la condensation superficielle et dans la masse.

Le troisième chapitre est consacré au calcul des déperditions calorifiques et des apports thermique dans les deux périodes de l'année à partir des règles de calcul données par le DTR (Document Technique Réglementaire).

Dans le quatrième chapitre on choisie après calcul le système de climatisation le plus approprié afin de réuni l'efficacité et l'économie.

Le cinquième chapitre concerne le calcul aéraulique et hydraulique ainsi que l'équilibrage des réseaux de ventilo-convecteurs et de l'eau glacée.

Le dernier chapitre présente des notions de base sur la ventilation et la régulation.

Enfin, ce mémoire est clôturé par une conclusion générale et des recommandations.

I.1. But de projet :

Le but de notre travail est le choix de l'étude d'un système de climatisation afin de conditionner les locaux de l'UPC. Pour ce faire, les règles de calcul des déperditions et des apports calorifiques présentent dans le document technique de réglementaire (DTR), seront utilisées vue simplicités et leurs ponctualités. Après les calculs de la puissance à installer dans les deux périodes de l'année (hivernale et estivale) on choisira le système de climatisation le plus approprié et le plus économique pour assurer le confort des occupants et un fonctionnement optimal de l'installation uns partie de notre projet sera consacré à l'étude de la ventilation et le système de régulation.

I.2. Situation géographique du projet :

L'UPC est situé dans wilaya de Médéa et plus précisément dans la ville de BOUGHEZOUL à 36 ,8°N et 3°E qui culmine à 345m au dessus de niveau de la mer, le site est classifié dans la zone « B ».

I.3. Les conditions climatiques extérieures :

Le tableau ci-dessous représente les conditions climatiques extérieures pour la zone « B ».

Tableau I.1 : les conditions climatiques extérieures

				PERIODE HIVERNAL		**PERIODE ESTIVALE**	
Zone	**Altitude (m)**	**Latitude**	**Longitude**	**T° de base (°C)**	**L'humidité relative φ (%)**	**T° de Base (°C)**	**L'humidité relative φ (%)**
B	345	36,8°N	3°E	2	75	40	18

I.4. Les conditions climatiques intérieures :

Le tableau (I.2) représente les conditions climatiques intérieures de l'UPC.

Tableau I.2 : les conditions climatiques intérieures

DESIGNATION	PERIODE HIVERNALE		PERIODE ESTIVALE	
	Ti (°C)	φ (%)	Ti (°C)	φ (%)
Les bureaux	21	50	24	45
Hall à cages d'escaliers	18	50	24	45
Les salles	21	50	24	45
Salle des réunions	21	50	24	45

I.5. Cahiers de charges de l'immeuble :

D'après les plans architecturaux (annexe 1), les cahiers de charges de chaque niveau de l'immeuble de UPC sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau I.3 : Cahier de charge de RDC côté Sud (h=4,08 m)

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	φ (%)		T (°C)		Volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
C.C.O	02	20,00	50	45	21	24	81,6
Salle du repos	02	12	50	45	21	24	48,96
Batterie	00	05	50	45	21	24	20,4
Halle	+05	17,55	50	45	21	24	71,607
Salle du cours	+11	56	50	45	21	24	228 ,48
Magasins matériels d'intervention	01	34	50	45	21	24	138 ,72

Tableau I.4 : Cahier de charge de RDC côté Nord (h=4,08 m)

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	φ (%)		T (°C)		Volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Foyer	+15	30	50	45	21	24	144
Réfectoire	+15	45,5	50	45	21	24	185,64
Econome	01	3,36	50	45	21	24	13,708
Magasine	01	7	50	45	21	24	28,56
Salle du musculation	+04	31	50	45	21	24	126,48
Vestiaire	00	5,76	50	45	21	24	23,50

Tableau I.5 : Cahier de charge de 1eretage côté Nord (h=3,06 m)

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	φ (%)		T (°C)		Volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Chambre officier 01	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 02	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 03	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 04	01	19	50	45	21	24	58,14

Tableau I.6 : Cahier de charge du 1er etage côté Sud (h=3,06 m)

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	φ (%)		T (°C)		Volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Bureau chef d'unité	01	24	50	45	21	24	73,44
Secrétariat	01	16,5	50	45	21	24	50,49
Bureau 01	02	20	50	45	21	24	61,2
Bureau 02	02	20	50	45	21	24	61,2
Archives	01	12,5	50	45	21	24	37,179
DGT	00	12 ,5	50	45	21	24	38,25
HALL à cage d'escalées	05	14,35	50	45	21	24	43,911
Chambre agents 01	05	35,30	50	45	21	24	108 ,018
Chambre agents 02	05	35,30	50	45	21	24	108,018
Chambre agents 03	06	36,75	50	45	21	24	112,455
Chambre agents 04	06	35,75	50	45	21	24	112,455
Chambre agents 05	06	35 ,75	50	45	21	24	112,455
HALLE	+04	16,44	50	45	21	24	50,30
Vestiaire	00	43,52	50	45	21	24	133,17

II.1. Introduction

Les calculs des les déperditions thermiques dans les bâtiments nécessites la détermination au préalable des résistances thermiques des différents constituant le bloc en question. C'est pourquoi dans ce chapitre les calculs des résistances thermiques des différentes parois est présenté et ce sur la base des données existantes dans le cahier de charge. Dans la dernière partie une étude concernant le phénomène de la condensation superficielle et dans la masse est présenté.

II.2. Généralités sur les transferts thermiques :

Il est connu que le transfert thermique intervient dès qu'il apparait un gradient de température dans le milieu. En effet, il existe trois modes de transfert thermique, conduction, convection et rayonnement.

II.2.1. Transfert par conduction :

La conduction est le mode de transfert de chaleur existant dans un milieu sans qu'il y ait déplacement apparent de matière. C'est ce qui, se passe en particulier dans un milieu solide [10] dans un milieu dont température T(x,t) varie dans la direction de l'axe (Ox), la conduction se manifeste par l'existence d'un vecteur densité de flux thermique orienté dans le sens des températures décroissantes. JOSEPH FOURIR a observé expérimentalement une relation de proportionnalité entre la densité de flux thermique et la dérivée spatiale de la température.

$$\varphi = \frac{dQ}{dt} = -k.S.\frac{dT}{dx} \qquad \text{(I-1)}$$

- φ **:** Le flux thermique et se mesure en watts (W).
- K : la conductivité thermique du milieu et se mesure en ($W/m.K$).
- x : Variable d'espace dans la direction du flux (m).
- S : Aire de la section parallèle au flux de chaleur (m^2).

II.2.2. Transfert par convection :

La convection est un mode de transport d'énergie par l'action combinée de la conduction, de l'accumulation de l'énergie et du mouvemente du milieu.
La convection est le mécanisme le plus important de transfert d'énergie entre une surface dont la température est supérieure à celle du fluide qui l'entoure s'effectue en plusieurs étapes. D'aborde la chaleur s'écoule par conduction de la surface aux molécules du fluide adjacentes. L'énergie ainsi transmise sert à augmenter la température et l'énergie interne de ces molécules du fluide.

Ensuite les molécules vont se mélange avec d'autres molécules situées dans une région a basse température et transférer une partie de leur énergie.
Dans ce cas l'écoulement transporté le fluide et l'énergie. L'énergie est, à présent emmagasinée dans les molécules du fluide et elle est transportée sous l'effet de leur mouvement.

La transmission de chaleur par convection set désignée, selon le mode d'écoulement du fluide, par convection libre et convection forcée.

On peut exprimer la quantité de chaleur transmise par convection entre une paroi solide et un fluide au moyen de l'équation :

$$qev = h.(Tp - T\infty) \qquad \text{(I-2)}$$

- qev : Flux de chaleur transmise par convection (W).
- h : Coefficient de transfert de chaleur par convection ($Wm^{2}°C^{-1}$).
- Tp: Température de la surface de solide ($°C$).
- $T\infty$: Température de fluide loin de surface de solide ($°C$).
- S : Aire de la surface de contact solide /fluide ($m2$).

II.2.3. Le transfert de chaleur par rayonnement :

C'est un transfert d'énergie électromagnétique entre deux surfasse (*même dans le vide*) dans les problèmes de conduction on prend en compte le rayonnement entre un solide est le milieu environnant et dans ce cas nous avons la relation :

$$qr = \delta.\varepsilon p.S\ (Tp - T\infty) \qquad \text{(I-3)}$$

- qr : Flux de chaleur transmise par rayonnement (W).

- δ : Constant de Stephan Boltzmann ($5.67\times10^{-8}\ W\ m^{-2}\ K^{-4}$).
- **P** : Facteur d'émission de la surface ($°C$).
- Tp : Température de la surface ($°C$)**.**
- $T\infty$: Température de milieu environnent la surface ($°C$).
- S : Aire de la surface.

II.3. Calcul du coefficient de transmission thermique surfacique pour les différentes parois :

II.3.1. Expression du coefficient de transmission global :

Le coefficient de transmission global est exprimé en [**kcal /hm^2°C**] indique la quantité de chaleur échangée en un heur a travers une paroi par unité de surface et par degré d'écart de température entre l'intérieure est l'extérieure.

Il pout y avoir nue lame d'air (vide) que possède un coefficient de résistance thermique.

Le coefficient de transmission global ce calculera dance d'âpres les relations de transfert de chaleur par la formule :

$$k=\frac{1}{Rtot}=\frac{1}{[\frac{1}{hi}+\sum\frac{ei}{\lambda i}+\frac{1}{he}]} \quad [\text{kcal /hm}^2\text{°C}] \qquad \text{(I-4)}$$

- K **:** Coefficient de transmission thermique surfacique ($W/m^2\ °C$).
- R_{tot} **:** Résistance thermique totale de la paroi ($m^2\ °C/W$).
- $hi\ et\ he$ **:** Coefficient de transmission thermique superficielle intérieure et extérieure ($W/m^2\ °C$).
- e_i **:** Épaisseur de la couche de matériau (m).
- λi**:** Conductivité thermique du matériau ($W.m^{-1}.°C^{-1}$).

II.3.2. Paroi en contact avec l'extérieure :

a) Mur à double cloison

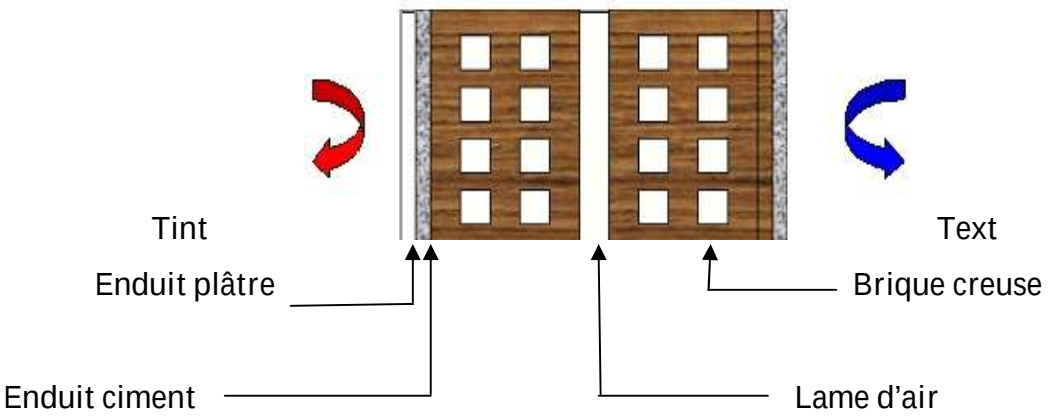


Figure (II.1) : Composition d'un mur double cloison.

Le tableau ci-dessous représente les calculs de coefficient de transmission thermique pour un mur double cloison :

Tableau II.1 : Coefficients de transmission thermique surfacique (K) pour MDC

Couche	Structure	Epaisseur(e) (m)	Conductivité thermique ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique ($m^2.°C/W$)
_	Air intérieure	-	-	0.10
1	Enduit intérieure en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieure en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.1	0.5	0.2
4	Lame d'air	0.1	0.16	0.62
5	Brique creuse	0.1	0 .5	0.2
6	Enduit extérieure en ciment	0.015	1.4	0.01
_	Air extérieure	-	-	0.06
K=1/ΣR				0.84

b) Dalle sans faux plafond :

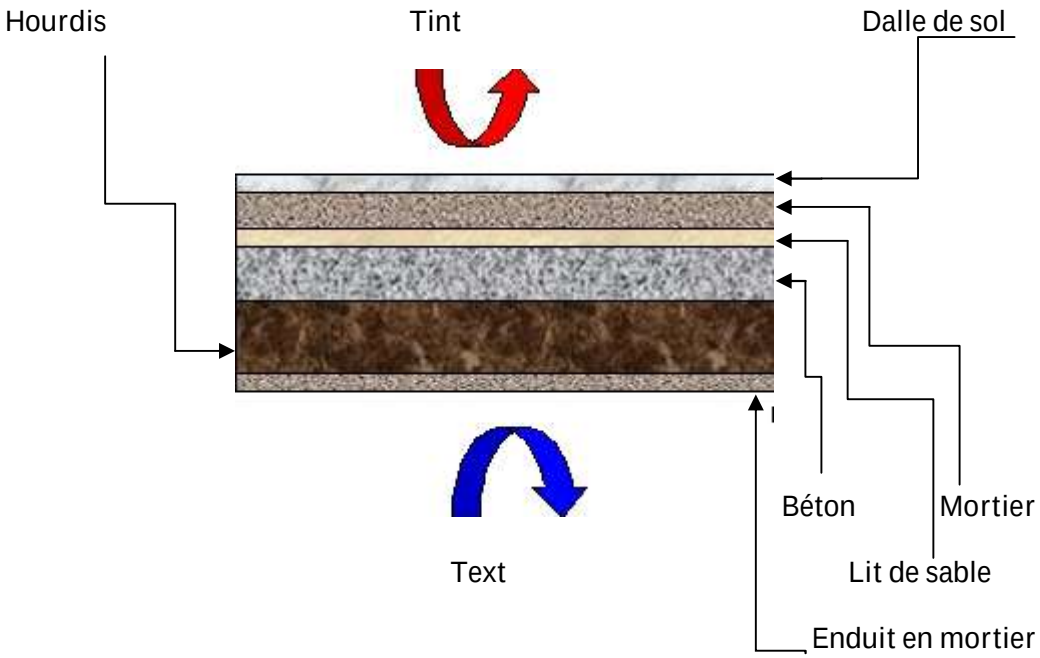


Figure (II.2) : Composition d'une dalle sans faux plafond.

Le tableau ci-dessous représenté les calculs des coefficients de transmission thermique pour une dalle sans faux plafond :

Tableau(II.2) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour DSFP

Couche	Structure	Epaisseur(e) (m)	Conductivité thermique (λ) ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique(r) ($m^2.°C/W$)
-	Air intérieur	-	-	0.17
1	Dalle de sol	0.03	1	0.03
2	Mortier	0.02	1.4	0.01
3	Lit de sable	0.03	0.6	0.05
4	Béton plain	0.08	1 .75	0.05
5	hourdis	0.12	1	0.12
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air de dessous	-	-	0.05
$K=1/\Sigma R$				2.04

c) Poteau :

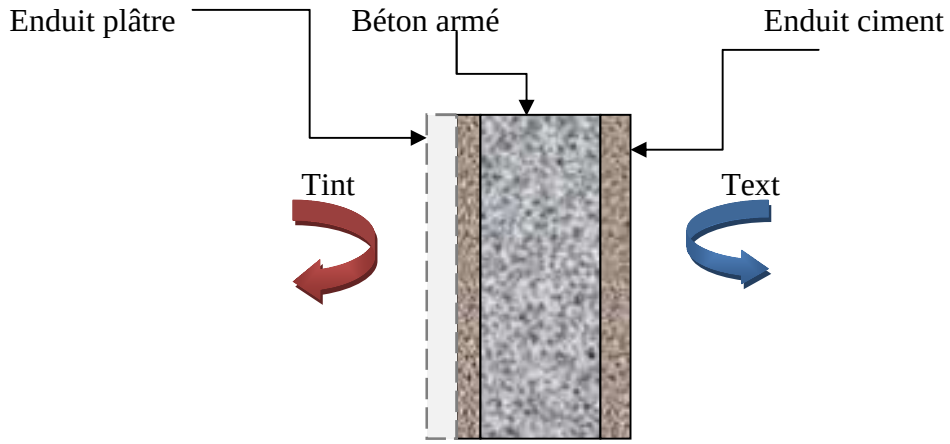


Figure (II .3) : composants d'un poteau

Le tableau ci-dessous représenté les calculs des coefficients de transmission thermique pour un poteau :

Tableau(II.3) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour poteau

Couche	Structure	Epaisseur(e) (m)	Conductivité thermique (λ) ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique(r) ($m^2.°C/W$)
-	Air intérieur	-	-	0.11
1	Enduit intérieure en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieure en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Béton armé	0.35	0.13	2.69
4	Enduit extérieur de ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur	-	-	0.06
K=1/ΣR				0.34

d) Le double vitrage :

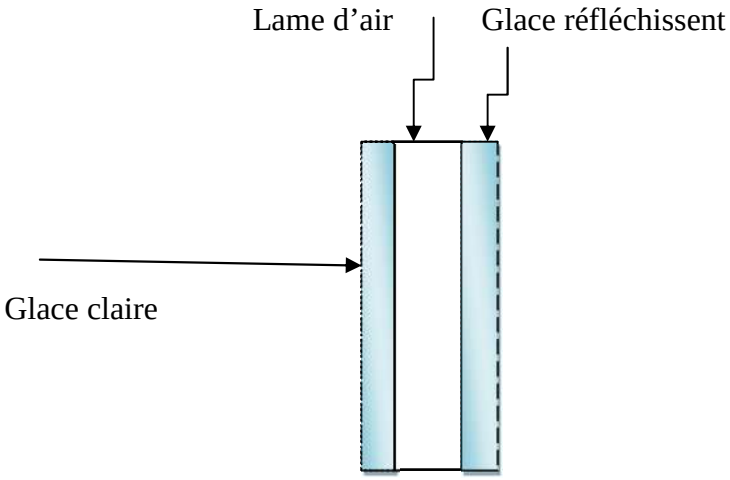


Figure (II.4) : le double vitrage

Le coefficient surfacique d'un vitrage simple **: k_s=2,15 (W/m^2. °C)**

Le coefficient (k) pou un double vitrage s'exprime par la relation suivante :

$$1/k=1/k_{vn}+RV+r_{rid}+r_{occ} \qquad \text{(I-5)}$$

- (r_v=0,025)
- (r_{rid}=0,03)
- (r_{occ}=0,16+$\frac{eocc}{\lambda occ}$)
- (k_{vr}=0,4)

Après calcul on trouve :

K=2,15(W/m^2. °C)

e) Mur en béton de 0 ,2m d'épaisseur :

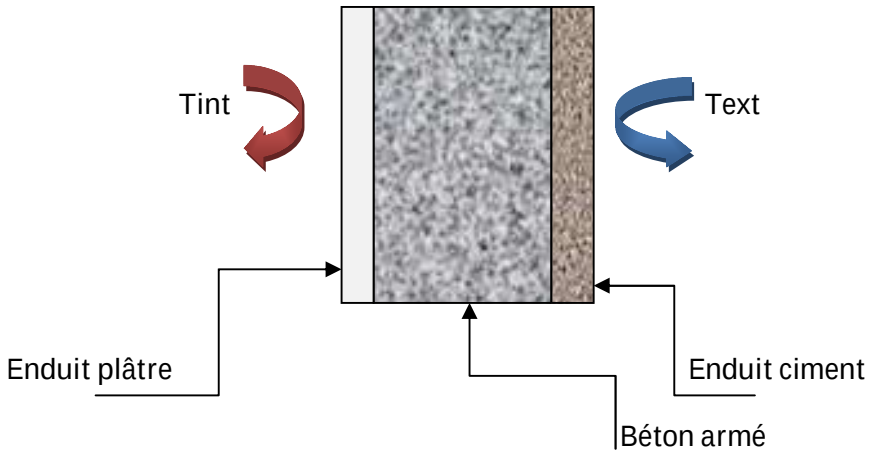


Figure (II.5): schéma d'un mur en béton

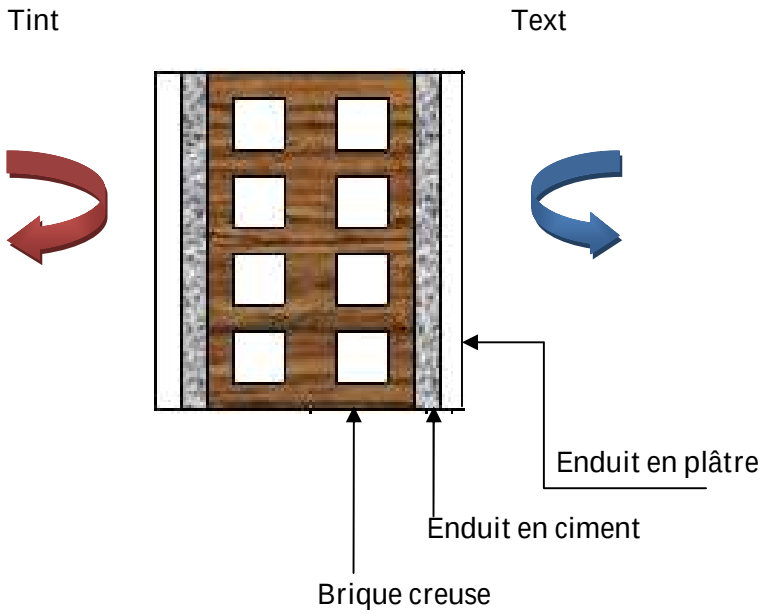
Le tableau ci-dessous représente les calculs de coefficient de transmission thermique pour un mur en béton :

Tableau (II.4): coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour mur en béton

Couche	Structure	Epaisseur(e) (m)	Conductivité thermique (λ) ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique(r) ($m^2.°C/W$)
-	Air intérieur	-	-	0.11
1	Enduit intérieure en plâ	0.005	0.35	0.01
2	Béton armé	0.2	0.13	1.53
3	Enduit extérieur de cim	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur	-	-	0.06
K=1/ΣR				0.58

II.3.3. Parois en contact avec l'intérieur

a) Mur à simple cloison



Figure(II.6) : composant d'un mur simple cloison

Le tableau ci-dessous représente les calculs de coefficient de transmission thermique pour un mur simple cloison :

Tableau (II.5) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour mur simple cloison

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique ($m^2.°C/W$)
_	Air intérieure	-	-	0.10
1	Enduit intérieure en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieure en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.1	0.5	0.2
4	Enduit intérieure en mortier	0.015	1.4	0.01
5	Enduit intérieure en plâtre	0.035	0.35	0.01
_	Air extérieure	-	-	0.11
K=1/ΣR				2.17

b) Dalle sans faux plafond :

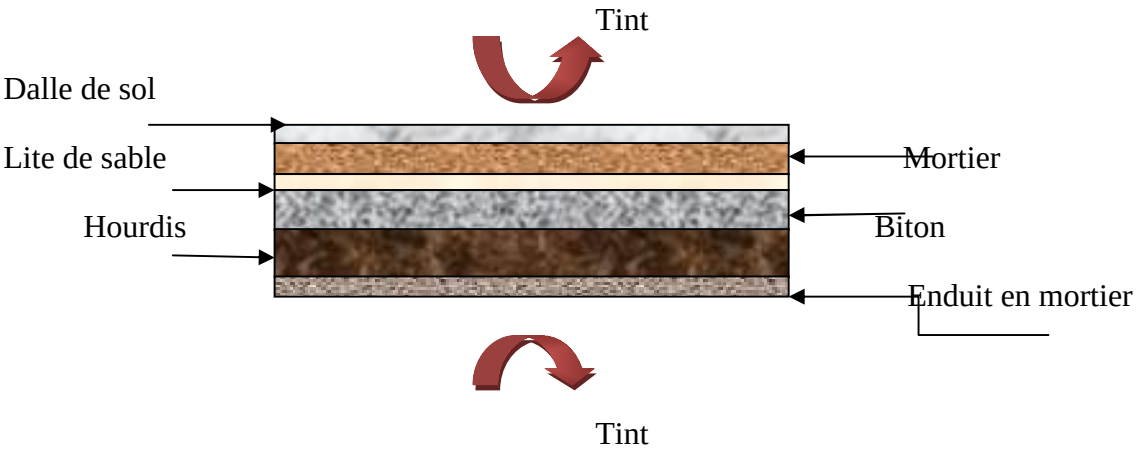


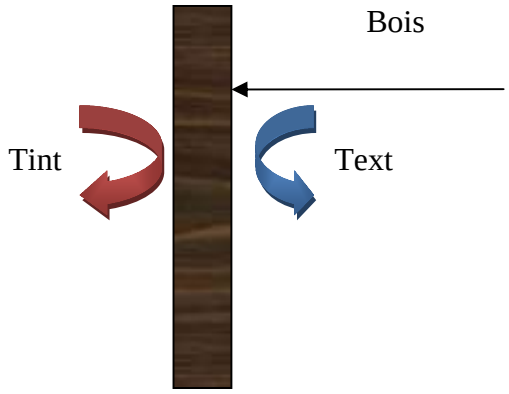
Figure (II.7): composant d'une dalle sans faux plafond.

Le tableau ci-dessous représente les calculs de coefficient de transmission thermique pour une dalle sans faux plafond :

Tableau (II.6): coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour dalle sans faux plafond.

Couche	Structure	Epaisseur(m) (e)	Conductivité thermique (λ) ($W.m^{-1}.°C^{-1}$)	Résistance thermique(r) ($m^2.°C/W$)
-	Air intérieur	-	-	0.08
1	Dalle de sol	0 .03	1	0.03
2	Mortier	0.02	1.4	0.01
3	Lit de sable	0.03	0.6	0.05
4	Béton plain	0.08	1.75	0.05
5	Hourdis	0.12	1	0.12
6	Enduit en mortier	0.015	1.4	0.01
-	Air de dessous	-	-	0.09
K=1/ΣR				1.64

c) Porte opaque en bois :



Figure(II.8): Porte en bois

D'après le DTR on a la valeur de (k_s) donnée et qui est de

Ks=2,4 (W/m^2. °C)

Le tableau ci-dessous représente un résumé des coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour les différents éléments calculé ci-dessus :

Tableau (II.7) : coefficients de transmission thermique surfacique(K) pour différents murs

	Différent de mur	**Résistance thermique (m^2. °C/W)**	**K (W/m^2. °C)**
Parois en contacte avec l'extérieure	Mur double cloison	0.21	**0.84**
	Dalle sans faux plafond	0.49	**2.04**
	Le vitrage double	1.72	**2.15**
	poteaux	2.94	**0.34**
	Mur en béton de 0,2m	1.72	**0.58**
	Dalle avec faux plafond	2.45	**0.40**
	Mur en béton de 0,15m	1.35	**0.74**
Parois en contacte avec l'intérieure	Mur à simple cloison	0.45	**2.17**
	Dalle sans faux plafond	0.44	**1.64**
	Dalle avec faux plafond	2.56	**0.27**
	Mur en béton de 0,2m	1.78	**0.56**
	Mur en béton de 0 ,15m	1.75	**0.57**
	Poteaux	3.03	**0.33**

II.4. Vérification de la résistance thermique :

La résistance thermique minimale est un facteur très important et qu'on doit prendre en considération pour les calculs thermiques concernent la protection du bâtiment considéré et ce pour éviter certains problème comme :

- La considération des vapeurs d'eau sur la surface interne des parois
- La considération des vapeurs d'eau a l'intérieur des parois

La résistance thermique doit vérifier la condition suivante :

$$\mathbf{R} > [\frac{Tai-Tae}{Tai-Tri}]\frac{1}{hi} \qquad \text{(I-6)}$$

- R: Résistance de la paroi considérée (m^2 °C /W).
- T_{ai}: La température de l'air a l'intérieure (°C).
- T_{ae} : La température de l'air j l'extérieure (°C).
- h_i : Coefficient d'échange superficiel interne (°C).
- T_{ri} : La température de rosée à l'intérieur (°C).

A partir du diagramme psychométrique on déterminer la température de rosée à l'intérieur de l'immeuble :

Tableau (II.8) : température de rosée

Type de local	Température	L'humidité relative	Température de rosée
Bureau, chambre, salle de cours,	21°C	50 %	10 °C
Halle, cage d'escalier, magazine	18 °C	50%	8 °C

Pour T=21 °C $R > [\frac{Tai-Tae}{Tai-Tri}]\frac{1}{hi}$ =0.25 (m^2 °C /W).

Pur T=18 °C $R > [\frac{Tai-Tae}{Tai-Tri}]\frac{1}{hi}$ =0.22 (m^2 °C /W).

Les résistances thermiques minimales pour les températures internes 21°C et 18 °C sont respectivement 0.25 et 0.22. Par conséquent le critère de la résistance thermique est vérifié pour tous les éléments du bâtiment.

II.5. Phénomènes de condensation

II.5.1. La condensation superficielle

Ce type de condensation se produit sur les faces internes des parois lorsque la température de celles-ci est inferieure à celle de rosée de l'air intérieur. Pour éviter ce phénomène il faut que $T_{pi} > T_r$

$$Q = h_i (T_i - T_{pi}) = k (T_i - T_e) \quad \text{(I-7)}$$

D'où

$$T_{pi} = T_i - [(T_i - T_e)\frac{k}{hi}] \quad \text{(I-8)}$$

- **Q** : flux de chaleur à travers le mur (W)
- **T_i** : la température a l'intérieur (°C)
- **T_e** : la température a l'extérieure (°C)
- **h_i** : le coefficient d'échange superficiel interne
- **k** : le coefficient surfacique

a) Comparaison Entre T_{pi} Et T_{ri} :

T_i=21°C, T_e=2°C, h_i=9.09 w. m^{-2}. K^{-1}

- **Mur double cloison (figure II.1) :**

$$T_{pi} = T_i - [(Ti - T_e)\frac{k}{hi}] \quad . \ (°C)$$

$$T_{pi}=21-[(21-2)\frac{0.84}{9.09}] = 19.24°C$$

- **Poteau (figure II.3) :**

$$T_{pi}=21-[(21-2)\frac{0.34}{9.09}] = 20.28°C$$

- **Dalle sans faux plafond (figure II.2) :**

$$T_{pi}=21-[(21-2)\frac{2.04}{9.09}] =16.73°C$$

- **Vitrage (figure II.4) :**

$$T_{pi}=21-[(21-2)\frac{2.15}{9.09}] =16.50°C$$

- **Mur en béton (figure II.5)**

$$T_{pi}=21-[(21-2)\frac{0.58}{9.09}] =19.78°C$$

Le tableau ci-dessous représente la comparaison entre les températures des parois intérieure et la température de rosées :

Tableau (II.9): la comparaison de T_{pi} et T_{ri}

Type de paroi	**Coefficient surfacique**	**La température de la paroi intérieure T_{pi}**	**Température de rossé de la paroi intérieure T_{ri}**
Mur doble cloison	0.84	19.24	
Poteau	0.34	20.28	
Dalle sans faux plafond	2.04	16.73	**10°C**
Le vitrage	2.15	16.50	
Mur en béton	0.58	19.78	

b) Interprétation des résultats :

Les résultats enregistrés dans le tableau ci-dessus montrent très bien que le phénomène de condensation superficielle n'est pas observé ($T_{pi}>T_{ri}$).

II.5.2. La condensation dans la masse :

Comme son nom l'indique, la condensation dans la masse, qui veut dire la condensation de la vapeur d'eau à l'intérieur des parois (mur, dalle..) ce phénomène ce produit lorsque la pression de saturation est atteinte à l'intérieur d'une paroi.

Afin de prévoir et de éviter ce phénomène il faut d'abord calculer la température des différentes couches qui composent chaque type de parois, pour en déterminer en suite les

différentes pressions partielles de vapeur pour chaque couche et les comparer en suite avec les différentes pressions de saturation sur un diagramme appeler le diagramme de GLAZER.

a) Calcul de température de chaque couche dont les parois en contact avec l'extérieur :

- **Mur à doble cloison (figure II.1) :**

T_i=21°C

T_1=T_{pi}=19.24°C

T_2=21-0.84×19(0.10+0.01)=19.24°C

T_3=21-0.84×19(0.10+0.01+0.01)=19.08°C

T_4=21-0.84×19(0.10+0.01+0.01+0.2)=15.89°C

T_5=21-0.84×19(0.10+0.01+0.01+0.2+0.62)=5.99°C

T_6=21-0.84×19(0.10+0.01+0.01+0.2+0.62+0.2)=2.80°C

T_7=21-0.84×19(0.10+0.01+0.01+0.2+0.62+0.2+0.01)=2.64°C

T_e=2°C

- **Poteau (figure II.3) :**

T_i=21°C

T_1=T_{pi}=20.28°C

T_2=21-0.34×19(0.11+0.01)=20.22°C

T_3=21-0.34×19(0.011+0.01+0.01)=20.16°C

T_4=21-0.34×19(0.11+0.01+0.01+2.69)=2.78°C

T_5=21-0.34×19(0.11+0.01+0.01+2 .69+0.10)=2.13°C

T_e=2°C

- **Dalle sans faux plafond (figure II.2) :**

T_I=21°C

T_1=T_{pi}=16.73°C

T_2=21-2.04×19(0.17+0.03)=13.24°C

T_3=21-2.04×19(0.17+0.03+0.01)=12.86°C

T_4=21-2.04×19(0.17+0.03+0.01+0.05)=10.07°C

T_5=21-2.04×19(0.17+0.03+0.01+0.05+0.05)=8.98°C

T_6=21-2.04×19(0.17+0.03+0.01+0.05+0.05+0.12)=4.33°C

T_7=21-2.04×19(0.17+0.03+0.01+0.05+0.05+0.12+0.01)=3.94°C

T_e=2°C

- **Mur en béton (figure II.5) :**

T_i=21°C

T_1=T_{pi}=19.78°C

T_2=21-0.58×19(0.11+0.01)=19.67°C

T_3=21-0.58×19(0.11+0.01+1.53)=2.81°C

T_4=21-0.58×19(0.11+0.01+1.53+0.01)=2.70°C

T_5=21-0.58×18(0.11+0.01+1.53+0.01+0.06)=2.04°C

T_e=2°C

b) Calcul de pressions de saturation de chaque couche dont les parois sont en contacte avec l'extérieur :

On utilisant la méthode d'interpolation pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température

- **Mur à doble cloison MDC (figure II.1) :**

Tableau (II.10): pression de saturation de chaque couche dont un MDC

Température (°C)	21	19.24	19.24	19.08	15.89	5.99	2.80	2.64	2
Pression de saturation (Pa)	2486	2230.6	2230.6	2208.2	1804.57	933.38	747.4	738.92	705

- **Poteau (figure II.3) :**

Tableau(II.11) : pression de saturation de chaque couche dont un poteau

Température (°C)	21	20.28	20.22	20.16	2.78	2.13	2
Pression de saturation (Pa)	2486	2378.72	2369.78	2360.84	746.34	711.89	705

- **Dalle sans faux plafond (figure II.2) :**

Tableau (II.12) : Pression de saturation de chaque couche dont DSFP

Température (°C)	21	16.73	13.24	12.86	10.07	8.98	4.33	3.94	2
pression de saturation (Pa)	2486	1904.6	1521.24	1483.7	1232.95	1146.5	832.47	809.7	705

- **Mur en béton (figure II.5) :**

Tableau (II.13): Pression de saturation de chaque couche dont un mur en béton

Température (°C)	21	19.78	19.67	2.81	2.70	2.04	2
Pression de saturation (Pa)	2486	2299.2	2290.8	747.93	742.1	707.12	705

c) Calcul de pression partielle pour chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur.

La pression partielle s'exprime par la relation suivante ;

$$Pv = P\,vext + [\frac{\frac{e}{\lambda}(Pvint - Pvext)}{\sum(\frac{e}{\pi})}] \quad \text{(I-9)}$$

- **P**v : pression de la vapeur d'eau après chaque couche de paroi (Pa)
- **P**vext : la pression a l'extérieur (Pa)
- **P**vint : la pression a l'intérieur (Pa)
- **e** : l'épaisseur de chaque couche (m)
- $\boldsymbol{\pi}$: La perméabilité de la vapeur d'eau (kg/m.s)
- $\boldsymbol{\lambda}$: conductivité de chaque couche (w/m^2°C)

o $\mathbf{P}v\,ext = \varphi_{ext} \times Ps_{\,ext}$

(I-10).

o $\mathbf{P}v\,int = \varphi_{int} \times Ps_{\,int}$

- φ_{ext} : l'humidité relative a l'extérieur (%)
- φ_{int} : l'humidité relative a l'intérieur (%)
- $Ps_{\,ext}$: pression de saturation à l'extérieur (Pa)
- $Ps_{\,int}$: pression de saturation à l'intérieur (Pa)

***Pv ext*=0.75×705=528.75 (Pa)**

P*v int*= 0.5× 2486=1243 (Pa)

- **Mur à double cloison (figure II.1) :**

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche ces d'un MDC

Tableau (II.14) : Pression partielle de chaque couche ces d'un MDC

Couche	Composants du mur	e(m)	$\frac{1}{\pi}$(s.m/kg)	$\frac{e}{\pi}$(kg/s)	P_v(Pa)
1	Enduit intérieur en plate	0.005	0.011	0.45	528.85
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.0042	3.37	528.86
3	Brique creuse	0.1	0.007	28.57	530.92
4	Lame d'air	0.1	0.09	1.11	535.49
5	Brique creuse	0.1	0.007	28.57	530.92
6	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.0042	3.57	528.86

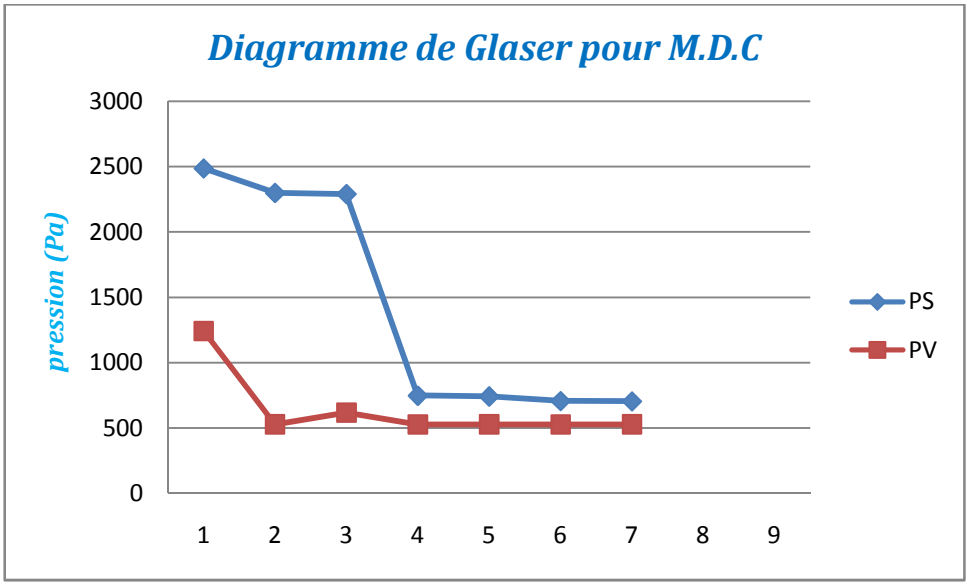


Figure (II.9): Diagramme de Glaser pour MDC

- **Poteau (figure II.3) :**

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche dans le ces du poteau :

Tableau (II.15) : Pression partielle pour chaque couche ces du un poteau

Couche	Composants du mur	e(m)	$\frac{1}{\pi}$(s.m/kg)	$\frac{e}{\pi}$(kg/s)	P_v(Pa)
1	Enduit intérieur en plate	0.005	0.0.011	0.45	528.76
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.0042	3.37	528.77
3	Béton armé	0.35	$0.857.10^{-3}$	350.05	534.12
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.0042	3.57	528.77

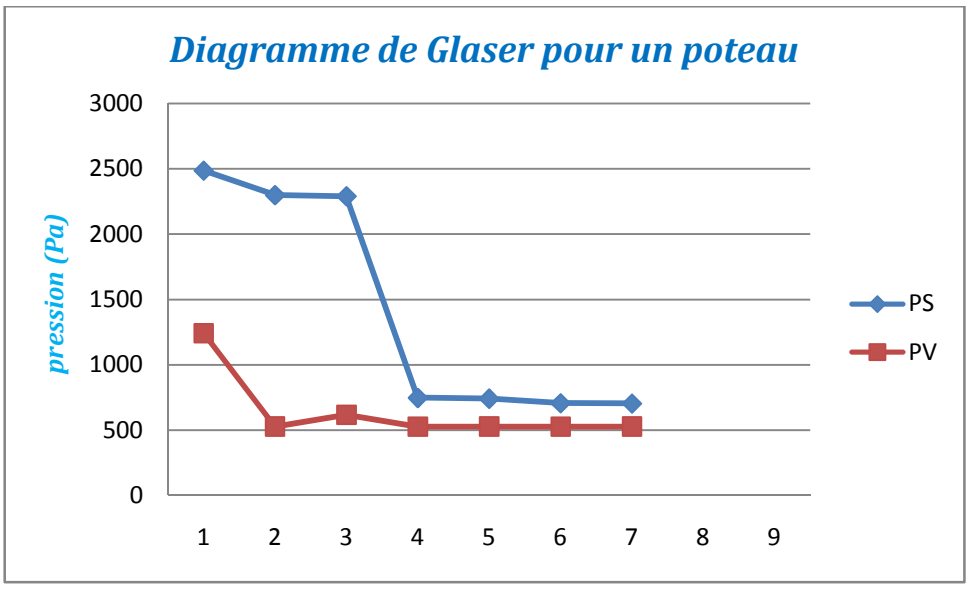


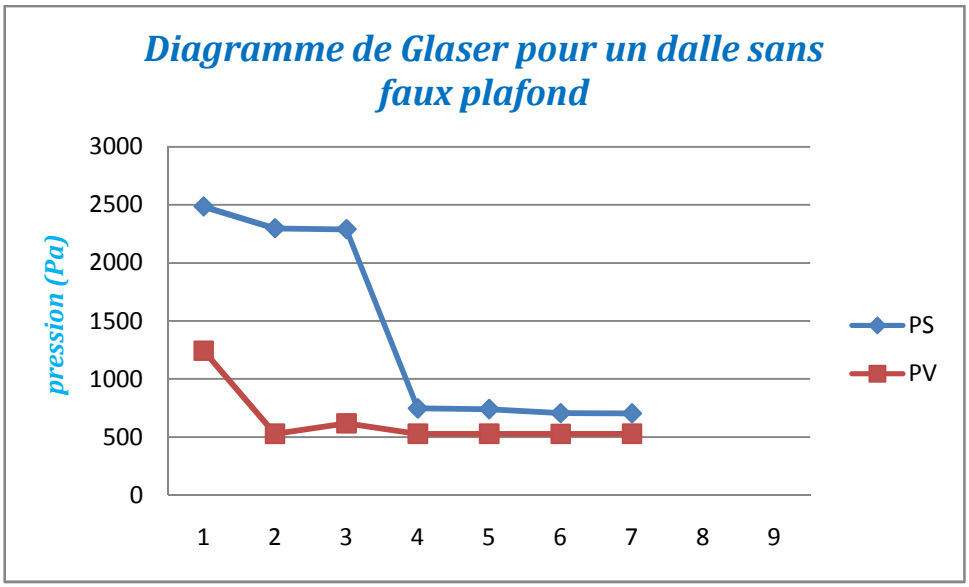
Figure (II.10): Diagramme de Glaser pour un poteau

- **Dalle sans faux plafond (figure II.2) :**

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque coche ces d'une dalle sans faux plafond :

Tableau (II.16): Pression partielle pour chaque couche ces de la dalle sans faux plafond

couche	Composants du la dalle	e (m)	$\frac{1}{\pi}$(s.m/kg)	$\frac{e}{\pi}$(kg/s)	P_v(Pa)
1	Dalle De Sol	0.03	0.0055	5.45	528.81
2	Mortier	0.02	0.0042	4.76	528.77
3	Lit De Sable	0.03	10^{-4}	300	528.85
4	Béton Plain	0.08	0.003	26.66	528.86
5	Hourdis	0.12	0.02	6	528.99
6	Enduit En Ciment	0.015	0.0042	3.57	528.77



Figure(II.11): Diagramme de Glaser pour une dalle sans faux plafond

- **Mur en béton (figure II.5) :**

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche ces d'un mur en béton :

Tableau (II.17): Pression partielle pour chaque couche pour un mur en béton

couche	Composants du la dalle	e (m)	$\frac{1}{\pi}$(s.m/kg)	$\frac{e}{\pi}$(kg/s)	P_v(Pa)
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.011	0.45	529.33
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.0042	3.37	618.69
3	Béton arme	0.2	0.000857	4.76	529.34
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.0042	3.57	518.69

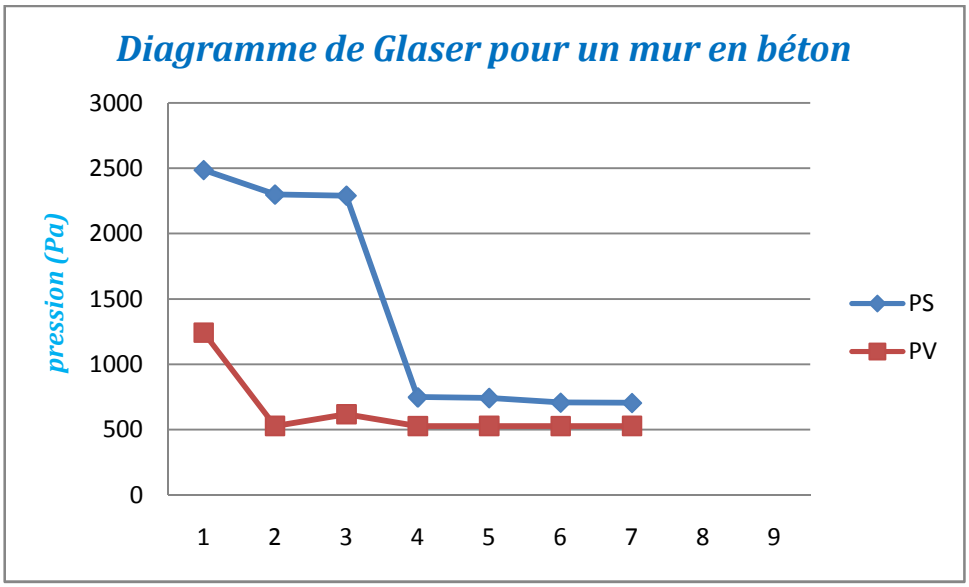


Figure (II.12): Diagramme de Glaser pour un mur en béton

d) Interprétation des résultats :

L'analyse des résultats obtenus montrent l'absence de la condensation dans la masse dans la construction.

III.1. Introduction

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.

Ce bilan permet de distinguer les apports des 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 connaitre avec précision les facteurs qui auront une influence sur lui avant de établir. On distingue trois facteurs :

- **Facteur géométrique** : tels que les dimensions de local (superficie, volume).
- **Facteur géographique :** tel que latitude, l'orientation du local et l'altitude.
- **Facteur thermique :**
  - Dû aux occupants : leur nombre, leur activité et durée de l'occupation.
  - Eclairage : puissance et type d'éclairage.
  - Machine : moteur, ménagères.
  - matériaux de construction.

III.2. Déperditions (dimensionnement de chauffage)

On distingue deux types de déperditions:

- les déperditions par transmission à travers l'enveloppe de l'immeuble (mur, portes, toit, fenêtres ….).
- les déperditions par renouvellement d'air (fuite d'air).

III.3. Calcul des déperditions de base par transmission

La déperdition thermique par transmission à travers l'enveloppe de l'immeuble est évaluée par la relation suivante :

$$\boldsymbol{D_T = D_S + D_U + D_{SOL} + D_{LNC}} \qquad \text{(III-1)}$$

- D_T : déperdition par transmission.
- D_S : déperdition surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.
- D_U : déperdition à travers les liaisons.
- D_{SOL} : déperdition à travers les parois en contact avec le sol.
- D_{LNC} : déperdition à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.

III.4. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi séparant deux ambiances différentient sont donnés par la formule suivant :

$$\mathbf{D_S = K \times A \times \Delta T} \qquad \text{(III-2)}$$

- K : coefficient.
- A : la surface.
- ΔT : différence de température intérieur et extérieur.

III.5. Les déperditions à travers les ponts thermiques

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

$$\mathbf{D_U = K_L \times A \times \Delta T} \qquad \text{(III-3)}$$

Pour la simple raison de simplifier notre travail, selon le DTR, les déperditions à travers les ponts thermiques pour tout l'immeuble peuvent être évaluées 20% des pertes surfacique par transmission soit

$$\mathbf{\sum(K_L \times A \times \Delta T) = 0.2 \times \sum(K \times A \times \Delta T)} \qquad \text{(III-4)}$$

III.6. 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 enterrés et les planchers hauts enterré, pour ce qui concerne l'immeuble étudie, on trouve deus parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterré.

Les déperditions D_{sol} pour un plancher base ou un mur enterré, sont données par la relation suivante :

$$\mathbf{D_{sol} = K_s \times A \times \Delta T} \qquad \text{(III-5)}$$

III.7. Les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

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

$$\mathbf{D_{lnc} = T_{au}[\sum(K_L \times A \times \Delta T) + \sum(K \times A \times \Delta T)]} \quad \text{(III-6)}$$

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

$$\mathbf{T_{au}} = \frac{ti-tn}{ti-te} = \frac{de}{de-ac} \quad \text{(III-7)}$$

Avec :

- t_i : température intérieur (°C).
- t_e : température extérieur (°C).
- ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le locaux non chauffé ($W.°C^{-1}$).
- tn : température de l'espace non chauffé (°C).
- d_e : déperdition du local non chauffé vers l'extérieur ($W.°C^{-1}$)

t_n : est évaluée par la relation suivante :

$$t_n = t_i - [(t_i - t_e)(\frac{de}{de-ac})] \quad \text{(III-8)}$$

$$d_e = \sum[(k \times A) + \sum(k_1 \times L)] + d_r \quad \text{(III-9)}$$

$$ac = \sum[(k \times A) + \sum(k_1 \times L)] \quad \text{(III-10)}$$

$$d_r = 5 \times S_s \quad \text{(III-11)}$$

- t_i : température intérieur (°C).
- t_e : température extérieur (°C).
- ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le locaux non chauffé ($w.°C^{-1}$).
- tn : température de l'espace non chauffé (°C).
- d_r : les déperditions par renouvellement d'air du local non chauffé
- d_e : déperdition du local non chauffé vers l'extérieur ($w.°C^{-1}$)

III.8. 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 de débit spécifique de ventilation.
- Des déperditions supplémentaires par infiltrations dues à l'effet de vent.

Les déperditions par renouvellement d'air de l'immeuble s'expriment par la relation suivante :

$$\mathbf{D_r=0.34\ x\ (Q_v+Q_s)\ \Delta T} \qquad \text{(III-12)}$$

Avec :

- 0.34 : chaleur volumique de l'air (wh/m^3.°C).
- Q_v : débit spécifique de ventilation (m^3/h).
- Q_s : débit supplémentaire par infiltration dues au vent (m^3/h).

Comme on peut aussi les écrire sous la forme suivante :

$$D_{vr}=0.34\times Q_v\Delta T \qquad \text{(III-13)}$$

$$D_{rs}=0.34\times Q_s\Delta T \qquad \text{(III-14)}$$

Avec :

$$Q_v=0.6\times V_h \qquad \text{(III-15)}$$

$$Q_s=P_{pi}\times e_{vi} \qquad \text{(III-16)}$$

$$P_{pi}=P_{0i}\times A_j \qquad \text{(III-17)}$$

- D_{rv}: déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation (w).
- D_{rs} : déperdition supplémentaires par infiltrations dues a l'effet de vent (w).
- V_h : volume habitable (m^3).
- P_{pi} : perméabilité a l'air de paroi (m »/h).
- e_v : coefficient d'exposition au vent affecte a la paroi.
- P_0 : perméabilité surfacique a l'air de l'ouvrant (m/h).
- A_j : surface de l'ouvrant (m^2).

III.9. Evaluations des déperditions thermiques

Les locaux de l'immeuble concerné par le calcul du chauffage et climatisation sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau (III.1) : les locaux concernés par le chauffage et climatisation

RDC	**1iere étage**	**1iere étage**
C.C.O	Bureau cheffe d'unité	HALLE
Salle du repose	Secrétariat	Vestiaire
Batterie	Bureau 01	Chambre officier 01
Halle	Bureau 02	Chambre officier 02
Salle du cours	Archives	Chambre officier 03
Magasins matériels d'intervention	DGT	Chambre officier 04
Foyer	HALLE à cage d'escalées	Halle
Réfectoire	Chambre agents 01	
Econome	Chambre agents 02	
Magasine	Chambre agents 03	
Salle de la musculation	Chambre agents 04	
Vestiaire	Chambre agents 05	

Dans ce chapitre nous avons présenté un exemple de calcul des différentes déperditions concernant le C.C.O qui ce trouve au niveau de rez-de-chaussée (tableau III.2). Le détail des calculs de chaque local est présenté en Annexe 1.

Tableau (III.2) : Les déperditions thermique à travers les différentes parois de C.C.O

Parois	**Type**	**Surface (m^2)**	**Périmètre (m)**	**K ($W/m.C^{-1}$)**	**ΔT (°C)**	**Déperditions (W)**
Mur 01	MDC+VD	19,99	-	2,99	19	1135,6319
Mur02	MDC+VD	16,72	-	2,99	19	949,8632
Mur03	MSC	12,89	-	2,17	00	0
Mur04	MSC	12,72	-	2,17	03	82,8072
Poteau	B .A	1,22		0,34	19	7,8812
Dalle	Plancher	20,00		2,04	19	775,2
Sol	Plancher	20,00	18	1	19	380
Porte03	P.E	1,78		2,4	00	0
Porte07	P.E	1,59		2,4	3	11,448
Porte03	P.E	1,78		2,4	3	12,816
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						3355,65
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						671,13
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						653,30
La somme totale des déperditions Dot (w)						***4680,08***

Les déperditions thermiques de chaque niveau sont représentées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau (III.3) : Déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau de rez-de-chaussée (RDC 01)

Les locaux	**DT(W)**	**DLI(W)**	**DR(W)**	**DTOT(W)**
C.C.O	3355,65	671,13	653,30	**4680,08**
Salle du repose	1087,69	217,53	432,08	**1737,80**
Halle	1945,70	389,14	684,74	**3019,58**
Salle du cours	6129,95	1225,99	1555,74	**8911,68**
Magasins matériels d'intervention	3255,18	651,02	1148,97	**5054,99**
DTOT(W)				**23404,13**

Tableau (III.4) : Déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau de rez-de-chaussée (RDC 02)

Les locaux	**DT(W)**	**DLI(W)**	**DR(W)**	**DTOT(W)**
Foyer	2735,43	547,08	1002,48	**4284,99**
Réfectoire	4186,80	837,36	1284,14	**6308,30**
Econome	411,83	82,36	149,74	**643,94**
Magasine	931,73	186,34	250,49	**1368,56**
DTOT(W)				**12605,79**

Tableau (III.5) : Déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau du 1er étage

Les locaux	**DT(W)**	**DLI(W)**	**DR(W)**	**DTOT(W)**
Bureau cheffe d'unité	5346,13	1069,22	610,68	**7026,03**
Secrétariat	634,59	126,91	438,33	**1199,83**
Bureau 01	931,58	186,31	518,93	**1636,82**
Bureau 02	614,18	122,83	518,02	**1255,03**
Archives	406,26	81,20	348,20	**835,66**
Chambre agents 01	1017,48	203,49	885,94	**2106,91**
Chambre agents 02	1017,48	203,49	885,94	**2106,91**
Chambre agents 03	1115,55	223,11	891,62	**2230,28**
Chambre agents 04	1352,79	270,55	806,79	**2430,13**
Chambre agents 05	1352,79	270,55	806,79	**2430,13**
Halle	995,20	199,04	726,56	**1920,80**
DTOT(W)				**25178,53**

Tableau (III.6) : les déperditions thermiques à travers les différents locaux au niveau du 2ème étage

Les locaux	**DT(W)**	**DLI(W)**	**DR(W)**	**DTOT(W)**
Chambre officier 01	909,08	181,91	518,95	**1610,44**
Chambre officier 02	996,69	199,33	531,29	**1727,31**
Chambre officier 03	955,22	191,04	500,99	**1647,25**
Chambre officier 04	940,10	188,02	497,18	**1625,30**
Halle	823,93	164,78	745,14	**1734,85**
DTOT(W)				**8345,15**

Tableau (III.7) : Déperditions thermiques à travers les différents niveaux de l'immeuble

Niveaux	**DTOT(W)**	
RDC	**36009,92**	
1erETAGE	**33523,68**	
DTOT(W)		**69533,6**

III.10.Vérification réglementaire :

Les déperditions par transmission D_T du l'immeuble doivent vérifie la relation suivante :

$$\mathbf{D_T \leq 1.05 x D_{réf}} \qquad \text{(III-18)}$$

Sachons que :

- $D_{réf}$: les déperditions de référence (w/°C).
- D_T : les déperditions par transmission du l'immeuble (w/°C).

Dans notre cas et pour simplifier plus notre travail, on multiplie directement les $D_{réf}$ par le gradient de température ΔT

Les déperditions de référence sont calculées par la formule suivante :

$$\mathbf{D_{réf} = (a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5).\Delta T} \qquad \text{(III-19)}$$

Les S_i(en m²) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide Sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement S_1 la toiture, S_2le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, S_3 les murs, S_4 les portes, S_5les fenêtres, et les portes-fenêtres. S_1, S_2, S_3 sont comptées de l'intérieur des locaux, S_4 et S_5 sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur ;

Les coefficients a, b, c, d et e, (en W/m².°C), sont donnés dans le tableau III.8. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique (cf1).

Tableau (III.8) : Coefficients pour la vérification réglementaire

ZONE	**Immeuble collectif**				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
B	**0.90**	**2.40**	**1.20**	**3.5**	**4.5**

On aura donc :

$$\mathbf{D_{réf}=(0.90xS_1+2.40xS_2+1.20xS_3+3.50xS_4+4.5xS_5)} \quad \text{(III-20)}$$

- S_1=0
- S_2=541.96 m^2
- S_3=1141.11 m^2
- S_4=60.44 m^2
- S_5=57.28 m^2

$D_{réf}$=(0.90x00+2.40x541.96+1.20x1141.11+3.50x60.44+4.5x57.28)x19

$D_{réf}$=59647.38 W=59.64 kW

D'après les calculs on a :

D_T=29564.67 W=29.56 kW

D'où :

1.05x59647.38=62629.74 W=62.62 KW

Donc : 29.56≤62.62 KW par conséquent la condition est vérifiée

III.11. Calcul des apports :

Les apports calorifiques (appelés aussi les gains) d'un local sont égaux à la somme des apports de chaleurs sensible et latente ; provenant d'une source intérieure ou extérieure du locale; pour des conditions extérieurs et intérieurs déterminées; en ne tenant pas compte des apports dus à l'installation.

III.11.1. Principe et méthode de calcule des apports thermique :

On admet que le régime des conditions extérieures ; les apports calorifique doivent être déterminés selon les étapes suivent :

- ✓ Définition des zones (ou volumes) thermique ; une zone thermique et un volume
- ✓ Déterminations de l'intervalle de temps critique ; pour ce faire ; pour chaque façade, on détermine l'heure que correspond aux gains maximums par transmission à travers les parois opaque et vitrées ; l'intervalle de temps critique est délimité par la plus petite heure et par la plus grande heure choisie parmi les heures déterminées (le heure de journée sont données en temps solaire Vrai (TSV)).
- ✓ Calcule des apports calorifiques pour chaque volume thermique et pour toutes les heures situées dans l'intervalle de temps critique
- ✓ Calcul de la puissance frigorifique

Les apports calorifiques sensibles $\mathbf{A_S}$ et latents $\mathbf{A_L}$ sont donnés par :

$$\mathbf{A_s = APO + AV + AL_s + ALNF_s} \quad \text{(III-21)}$$

$$\mathbf{AL = AL_L + ALNF_L} \quad \text{(III-22)}$$

- APO : apports par les parois opaques (W)
- AV : apports a travers les parois vitrées (W)
- AL_s et AL_L : parties sensibles et latentes des apports internes (W)
- $AINF_S$ et $AINF_L$: parties sensibles et latentes des apports dus aux infiltrations d'air (W)

Les apports calorifiques totaux sensibles AT_s et latents AT_L sont donnés par :

$$AT_S = (C_{\Delta as} \times A_S) + AREN_S \quad \text{(III-23)}$$

$$AT_{L=} (C_{\Delta Al} \times A_L) + AREN_L \quad \text{(III-24)}$$

Où :

- *A_s et AL : apports internes sensibles et latentes (W)
- *$AREN_S$ et $AREN_L$: parties sensibles et latentes des apports dus aux ventilations des locaux (W)
- $\mathbf{C_{\Delta as}}$ et $\mathbf{C_{\Delta aL}}$: coefficients majorateurs des gains sensibles et latents

Nb : les calculs doivent être menés pour le mois de juillet

III.11.2. Apports à travers les parois opaques

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à un instant t ; APO(T) sont données par la formule suivent :

$$\mathbf{APO(T)=1.2x\ K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(t)} \qquad \text{(III-25)}$$

- **1.2 :** coefficient majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques)
- $\mathbf{K_{été}}$ **:** coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été (w/m^2c^0)
- $\mathbf{S_{int}}$ **:** surface intérieure totale de la paroi considérée (m^2)
- **Δte(t) :** déférence équivalente de température à l'instant **t** (c^0)

III.11.3. Apports à travers les parois vitrées

Les apports à travers les parois vitrées ; dans notre cas extérieures **AV(t)** sont données par les formule suivante :

$$\mathbf{AV(t) = AVT(t)+AVE(t)} \qquad \text{(III-26)}$$

- **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 données par la formule suivante :

$$\mathbf{AVT(t) = 1.2\times k_{été}\times S_{ouv}\times [TS_e(t)\times TS_{bi}]} \qquad \text{(III-27)}$$

- **1.2 :** un coefficient majorateur tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques)
- **$K_{été}$:** le coefficient de transmission on partie courante de la paroi considérée pour l'été (w /m^2c^0)
- **S_{OUV} :** la surface de l'ouverture dans les parois opaques **(m^2)**
- **TS_e (t) :** la température extérieure sèche à l'instant **t (°C)**
- **TS_{bi} :** 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 données par la formule suivent :

$$\mathbf{AVE(t) = [SV_{ens} \times I_t + SV_{omb} \times I_d] \times FS \times N_{pvi}(t)} \quad \text{(III-28)}$$

- **SV_{ens}(m^2) :** la surface vitrée ensoleillée
- **SV_{omb}** : (en m^2) la surface vitrée à l'ombre
- **I_t :** le rayonnement totale maximale réel (w /m^2)
- **I_d :** le rayonnement diffus maximal réel (w /m^2)
- **N_{PVI}(t) :** le coefficient d'amortissement relatif aux apports par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure **t** considérée
- **FS :** Le facteur solaire du vitrage

III.11.4. Apports de chaleur internes

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

a) Principe de calcul

Les apports internes, lorsqu'ils existent, sont calculés en les considérants pendant la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation. Ces apports sont calculés en considérant des gains sensible, on utilise pour les besoin du calcul un coefficient dit d'amortissement noté N_{AI}(t); ce coefficient est à affecter séparément pour chaque apports interne .ils sont déterminés en multipliant pour chaque apports, les gains maxima par un coefficient de simultanéité (noté CS) spécifique à chaque apport.

Les apports de chaleur internes **AI(t)** à l'instant **t** sont donnés par la formule générale suivante :

$$\mathbf{AI(t) = \Sigma\ (CS_J \times AI_{SJ} \times N_{ALJ}) + \Sigma\ (CS_J \times AL_{IJ})} \qquad \text{(III-29)}$$

- $\mathbf{AI_{SJ}}$: partie sensible de l'apport interne (W)
- $\mathbf{AL_{IJ}}$: partie latent de l'apport interne (W)
- $\mathbf{CS_J}$: coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne **j**
- $\mathbf{AL_{IJ}}$: coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne **j** (dans ce cas $\mathbf{AL_{IJ}}$ =100%)

b) Calcul des apports internes

- **Apports dus aux occupants**

Les gains internes pour un occupant sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau (III.9) : Les gains internes pour un occupant

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

- **Apports dus aux machines électriques**
  - Les appareils peuvent constituer à la fis une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensible.
  - Une machine électrique utilisée dans un local dégager intégralement l'équivalent calorifique de la puissance électrique moyenne absorbée.

Pour calculer ces dégagement on à le tableau suivant :

Appareils	Gains à admettre (W)		
	Sens	Lat	Total
Machine à écrire	90	-	90
Micro-ordinateur (écran compris)	450	-	450
Micro-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600w)	4400	-	4400
Impriment plus de 5000 lignes /minute 300 à 600 lignes /minute	 1800 376	 - -	 1800 376
Terminal écran	160	-	160
Machine comptable	105	-	105
Photocopieur 100cop/h 200cop/h 500cop/h 1000cop/h et plus	100 200 900 1500	- - - -	100 200 900 1500
Machine à tirer des plans Vitesse de sortie 40[m/h] 100[m/h] 200[m/h] 400[m/h] 600[m/h]	 1000 1400 3712 4640 6500	 - - - - -	 1000 1400 3712 4640 6500
Rétroprojecteur	400	-	400
Ploter	70	-	70
Projecteur de diapositives	300	-	300
Lecteur de microfilm	520	-	520

- **Apports dus à l'éclairage**

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

$$\mathbf{AL = \Sigma\ (W_n \times C_{me} \times C_{cr})} \qquad \text{(III-30)}$$

Ou :

- $\mathbf{W_n}$ **:** La puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent (**W**).
- $\mathbf{C_{me}}$: est un coefficient de majoration ; il est égale à :
  - **1.2 :** Pour les lampes à incandescence,
  - **1 .25 :** Pour les tubes fluorescents ;
- $\mathbf{C_{cr}}$ **:** Est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle $\mathbf{C_{cr}}$ dans notre cas est égal à 1

Si l'on ne connait pas la puissance installée pour l'éclairage, on calculera les gains dus à celui-ci en utilisant :

Tableau III.10 : Apports dus à l'éclairage :

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

III.11.5. 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 :

- Apports dus aux infiltrations que interviennent directement dans le bilan du local, ces apports sont associer au débit d'infiltration $\mathbf{qv_{inf}}$
- Les apports dus à l'introduction d'air neuf que interviennent dans le bilan calorifique totale, ces apports associer au débit d'air neuf $\mathbf{qv_{an}}$

Les apports dus au renouvellement de l'air $\mathbf{AREN_S}$ et dus aux infiltrations $\mathbf{AINF_S}$ sont donnés par les formules suivantes :

$$AREN_S = 0.32 \times qv_{an} \times (TS_e(t) - TS_{bi}) \quad \text{(III-31)}$$

$$AINF_S = 0.32 \times qv_{inf} \times (TS_e(t) - TS_{bi}) \quad \text{(III-32)}$$

- 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 (1.15kg /m^3) et par facteur de conversion (1/3600)
- qv_{an} : le débit de l'air neuf (m^3/h)
- qv_{inf} : le débit dus aux infiltrations (m^3/h)
- $TS_e(t)$: la température sèche de l'air extérieur à l'instant t (°C)
- TS_{bi} : la température sèche de l'air intérieure (°C)

Les apports latents dus au renouvellement de l'air $\mathbf{AREN_S}$ et dus aux infiltrations $\mathbf{AINF_S}$ sont donnés par la formule suivante :

$$AREN_S(t) = 0.979 \times qv_{an} \times \max[(HS_{be} - HS_{bi}) ; 0] \quad \text{(III-33)}$$

$$AINF_S(t) = 0.979 \times qv_{inf} \times \max[(HS_{be} - HS_{bi}) ; 0] \quad \text{(III-34)}$$

- 0.979($j .kg_{air} / g_{vap} .m^3_{air}$) : le produit de la masse volumique moyenne de l'air (1.15kg /m^3) par la chaleur de vaporisation de l'eau (2498J/g) et par facteur de conversion (1/3600)
- qv_{an} : le débit de l'air neuf (m^3/h)
- qv_{inf} : le débit dus aux infiltrations (m^3/h)
- $HS_{be}(t)$: l'humidité spécifique de base de l'air extérieure (°c)
- HS_{bi} (t) **:** l'humidité spécifique de base de l'air intérieure (°c)

Le débit d'air neuf d'un local est données par la formule suivante :

$$\mathbf{qv_{an}\ 0.6 \times V_h} \quad \text{(III-35)}$$

Le débit d'air neuf d'un local est données par la formule suivante :

$$\mathbf{qv_{inf} = (qvo_{inf,i} \times S_{ouv,i})} \quad \text{(III-36)}$$

$qv_{inf,i}$ (m^3/h) : le débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant **i** considéré ; les valeurs de **$qvo_{inf,i}$** doivent être fournies soit par le fabricant, soit par l'avis technique ; à défaut , on utilisera les valeur de tableau qui suit :

Tableau (III.11) : Les infiltrations par les portes et fenêtres

DESIGNATION	**$qv_{inf,i}$ (m^3/h)**
Fenêtre ou porte-fenêtre	**14.5**
Double fenêtre	**8.7**
Porte simple	**21.7**
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	**4.5**
Porte en verre ou glace	**145**
- Double porte avec sas - Porte simple - Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité - Porte en verre	**4.2** **0.90** **28.1**
- Porte à tambour - Avec joint d'étanchéité - Sans joint(d'étanchéité	**7.3** **21.7**

Les tableaux suivants montrent un exemple de calcul des différents apports (sensible et latents) pour les locaux de chaque niveau de l'immeuble (le temps de calcul est pris à 8h qui vaut 9h TSV).

Tableau (III.12) : Apports à travers les différentes parois du C.C.

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
MUR 01	MDC	9.58	O	0.84	24	40	10.03	_	96.85
MUR 02	MDC	12.85	N	O.84	24	40	6.5	_	84.19
MUR 03	Vitrée	7.14	O	2.15	24	40	10.07	_	294.73
MUR 04	Vitrée	7.14	N	2.15	24	40	6.27	_	294.73
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									770.5
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									6030.59
Ais(t) (w)									912.1
AINFs(t) (w)									444.94
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***7387.63***
AI_l(t) (w)									0
AINFl(t) (w)									3001.32
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***3001.32***
ARENs(t) (w)									188
$AREN_l$(t) (w)									1268.18

Tableau (III.13) : Apports à travers les différentes parois du Salle de repos

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	12.44	S	2.17	24	40	12.1	14	377.92
Mur02	MDC	11	N	0.84	24	40	6.5	_	72.07
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									449.99
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									71.45
Ais(t) (w)									182.45
AINFs(t) (w)									736.44
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***990.34***
AI_l(t) (w)									323.95
AINFl(t) (w)									4967.58
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***5291.53***
ARENs(t) (w)									112.78
$AREN_l$(t) (w)									760.75

Tableau (III.14) : Apports à travers les différentes parois du Hall

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**	0
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**	0
Ais(t) (w)	189.75
AINFs(t) (w)	215.80
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**	***405.55***
AI_l(t) (w)	199.75
AINFl(t) (w)	1455.72
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**	***1655.47***
ARENs(t) (w)	164.96
$AREN_l$(t) (w)	1112.77

Tableau (III.15) : Apports à travers les différentes parois de la salle du cours

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	32.06	E	0.84	24	40	15.9	_	513.83
Mur02	MDC	20.98	N	0.84	24	40	6.5	_	137.46
Mur03	MSC	19.17	O	2.17	24	40	9.3	8	332.79
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									984.08
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2246.4
AINFs(t) (w)									672.15
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***2918.55***
AI_l(t) (w)									754.6
AINFl(t) (w)									4533.97
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***6188.57***
ARENs(t) (w)									529.45
$AREN_l$(t) (w)									3571.43

Tableau (III.16) : Apports à travers les différentes parois du Foyer

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	15.67	S	0.84	24	40	13.1	_	206.91
Mur02	MDC	24.68	E	0.84	24	40	15.9	_	395.55
Mur03	MSC	17.95	N	2.17	24	40	5.5	17	662.17
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									1264.63
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									14253.2
AINFs(t) (w)									32.25
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***14285.45***
AI_l(t) (w)									267.4
AINFl(t) (w)									217.58
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***484.98***
ARENs(t) (w)									282
$AREN_l$(t) (w)									1902.27

Tableau (III.17) : Apports à travers les différentes parois du réfectoire

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	20.91	O	0.84	24	40	10.3	_	217.09
Mur02	MDC	23.06	S	0.84	24	40	13.1	_	304.50
Mur03	MSC	30.72	N	2.17	24	40	5.5	17	1133.26
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									1654.85
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									15770.99
Ais(t) (w)									6883.2
AINFs(t) (w)									99.11
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***22753.29***
AI_l(t) (w)									215.1
AINFl(t) (w)									668.54
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***883.64***
ARENs(t) (w)									427.71
$AREN_l$(t) (w)									2885.12

Tableau (III.18) : Apports à travers les différentes parois de l'économe

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	6.07	N	0.84	24	40	6.5	_	39.77
Mur02	MSC	8.84	O	2.17	24	40	9.3	11	211.01
Mur03	MSC	4.29	S	2.17	24	40	12.1	17	158.25
Mur04	MSC	9.22	E	2.17	24	40	14.9	11	220.08
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									629.11
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2342.88
AINFs(t) (w)									296.64
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***2639.52***
AI_l(t) (w)									137.71
AINFl(t) (w)									2000.96
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***2138.67***
ARENs(t) (w)									31.58
$AREN_l$(t) (w)									212.91

Tableau (III.19) : Apports à travers les différentes parois du bureau chef d'unité

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	9.63	O	0.84	24	40	9.3	_	90.27
Mur02	MDC	9.63	N	0.84	24	40	5.5	_	53.38
Mur03	vitrée	3.51	O	2.15	24	40	10.07	_	108.66
Mur04	Vitrée	3.51	N	2.15	24	40	6.27	_	108.66
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									360.98
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									2878.27
Ais(t) (w)									22088
AINFs(t) (w)									296.24
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***25623.49***
AI_l(t) (w)									82.6
AINFl(t) (w)									2000.96
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***2083.56***
ARENs(t) (w)									169.20
$AREN_l$(t) (w)									1141.26

Tableau (III.20) : Apports à travers les différentes parois du secrétariat

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δ*tlnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	12.69	N	0.84	24	40	6.5	_	83.14
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									83.14
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
>WDFQAis(t) (w)									0
AINFs(t) (w)									299.98
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***383.12***
AI_l(t) (w)									82.6
AINFl(t) (w)									2023.50
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***2106.1***
ARENs(t) (w)									116.32
$AREN_l$(t) (w)									784.58

Tableau (III.21) : Apports à travers les différentes parois du Bureau 01

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /m^{2°C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δ*tlnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	11.16	N	0.84	24	40	6.5	_	73.12
Mur02	MDC	13.30	E	0.84	24	40	15.9	_	213.16
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									286.28
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									1104.4
AINFs(t) (w)									753.40
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***2144.08***
AI_l(t) (w)									82.6
AINFl(t) (w)									5082.07
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***5164.67***
ARENs(t) (w)									141
$AREN_l$(t) (w)									951.13

Tableau (III.22) : Apports à travers les différentes parois du Bureau 02

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	12.69	E	0.84	24	40	15.9	_	203.38
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									203.38
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									1104.4
AINFs(t) (w)									500.42
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***1808.2***
AI_l(t) (w)									82.6
AINFl(t) (w)									3375.61
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***3458.21***
ARENs(t) (w)									141
$AREN_l$(t) (w)									951.13

Tableau (III.23) : Apports à travers les différentes parois de l'archive

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	10.58	O	2.17	24	40	9.3	11	252.54
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									252.54
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									64.5
AINFs(t) (w)									148.30
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***465.34***
AI_l(t) (w)									93.45
AINFl(t) (w)									1000.35
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***1093.89***
ARENs(t) (w)									85.63
$AREN_l$(t) (w)									577.62

Tableau (III.24) : Apports à travers les différentes parois du Hall

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**	0
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**	0
Ais(t) (w)	0
AINFs(t) (w)	1036.8
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**	***1036.8***
AI_l(t) (w)	0
AINFl(t) (w)	7003.51
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**	***7003.51***
ARENs(t) (w)	88.12
$AREN_l$(t) (w)	594.46

Tableau (III.25) : Apports à travers les différentes parois de la chambre agents 01

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	12.99	O	2.17	24	40	9.3	_	314.58
Mur02	MDC	9.63	E	0.84	24	40	15.9	_	154.34
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									468.92
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2755.5
AINFs(t) (w)									753.40
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***3977.82***
AI_l(t) (w)									88.4
AINFl(t) (w)									5082.07
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***5170.47***
ARENs(t) (w)									259.08
$AREN_l$(t) (w)									1747.64

Tableau (III.26) : Apports à travers les différentes parois de la chambre agents 02

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	12.99	O	2.17	24	40	9.3	_	314.58
Mur02	MDC	9.63	E	0.84	24	40	15.9	_	154.34
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									468.92
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2755.5
AINFs(t) (w)									753.40
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***3977.82***
AI_l(t) (w)									88.4
AINFl(t) (w)									5082.07
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***5170.47***
ARENs(t) (w)									259.08
$AREN_l$(t) (w)									1747.64

Tableau (III.27) : Apports à travers les différentes parois de la chambre agents 03

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	12.99	O	2.17	24	40	9.3	_	314.58
Mur02	MDC	9.63	E	0.84	24	40	15.9	_	154.34
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									468.92
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2755.5
AINFs(t) (w)									753.40
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***3977.82***
AI_l(t) (w)									88.4
AINFl(t) (w)									5082.07
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***5170.47***
ARENs(t) (w)									259.08
$AREN_l$(t) (w)									1747.64

Tableau III.28 : Apports à travers les différentes parois de la chambre agents 04

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	20.85	O	0.84	24	40	10.3	_	216.47
Mur02	MSC	20.03	E	2.17	24	40	14.9	_	777.15
Mur03	MSC	9.84	N	2.17	24	40	5.5	11	234.88
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									1228.50
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2755.5
AINFs(t) (w)									1006.38
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***4990.38***
AI_l(t) (w)									88.4
AINFl(t) (w)									6788.52
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***6876.92***
ARENs(t) (w)									248.87
$AREN_l$(t) (w)									1678.74

Tableau (III.29) : Apports à travers les différentes parois de la chambre agents 05

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	20.85	O	0.84	24	40	10.3	_	216.47
Mur02	MSC	20.03	E	2.17	24	40	14.9	_	777.15
Mur03	MSC	14.99	S	2.17	24	40	12.1	8	260.22
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									1253.84
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									2755.5
AINFs(t) (w)									1006.38
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***5015.72***
AI_l(t) (w)									88.4
AINFl(t) (w)									6788.52
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***6876.92***
ARENs(t) (w)									248.87
$AREN_l$(t) (w)									1678.74

Tableau (III.30) : Apports à travers les différentes parois de la chambre officié 01

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	12.24	O	0.84	24	40	10.3	_	127.08
Mur02	MDC	13.30	S	0.84	24	40	13.1	_	175.60
Mur03	MSC	12.24	E	2.17	24	40	14.9	_	474.90
Mur04	MSC	13.21	N	2.17	24	40	5.5	8	229.32
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									1006.90
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									5497.5
AINFs(t) (w)									500.42
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***7004.82***
AI_l(t) (w)									63.2
AINFl(t) (w)									3375.61
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***3438.81***
ARENs(t) (w)									133.93
$AREN_l$(t) (w)									903.47

Tableau (III.31) : Apports à travers les différentes parois de la chambre officié 02

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	12.24	O	2.17	24	40	9.3	_	296.41
Mur02	MDC	12.53	S	0.84	24	40	13.1	_	165.45
Mur03	MDC	12.24	E	0.84	24	40	15.9	_	196.17
Mur04	MSC	12.44	N	2.17	24	40	5.5	8	215.95
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									873.98
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									5497.5
AINFs(t) (w)									500.42
La somme des apports sensible **ΣAs(t) (w)**									***6871.9***
AI_l(t) (w)									63.2
AINFl(t) (w)									3375.61
La somme des apports latent **ΣAl(t) (w)**									***3438.81***
ARENs(t) (w)									133.93
$AREN_l$(t) (w)									903.47

Tableau (III.32) : Apports à travers les différentes parois de la chambre officié 03

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MSC	14.59	S	2.17	24	40	12.1	8	253.28
Mur02	MDC	12.24	E	0.84	24	40	15.9	_	196.17
Mur03	MDC	14.68	N	0.84	24	40	6.5	_	96.18
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									545.63
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									5497.5
AINFs(t) (w)									500.42
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***6543.55***
AI_l(t) (w)									63.2
AINFl(t) (w)									3375.61
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***3438.81***
ARENs(t) (w)									133.93
$AREN_l$(t) (w)									903.47

Tableau (III.34) : Apports à travers les différentes parois de la chambre officié 04

Parois	**Type**	**S (m^2)**	**Orientation**	**$K_{été}$ (w /$m^{2°}$C)**	**T_{Sb} (°C)**	**T_{se} (t) (°C)**	**Δte(t) (°C)**	**Δt*lnc* (°C)**	**A(w)**
Mur01	MDC	12.24	O	0.84	24	40	10.3	_	127.08
Mur02	MSC	12.60	S	2.17	24	40	12.1	8	218.73
Mur03	MDC	12.69	N	0.84	24	40	6.5	_	83.14
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances **A(t)**									428.95
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées **AVE(t) (w)**									0
Ais(t) (w)									5497.5
AINFs(t) (w)									500.42
La somme des apports sensible Σ**As(t) (w)**									***6426.87***
AI_l(t) (w)									63.2
AINFl(t) (w)									3375.61
La somme des apports latent Σ**Al(t) (w)**									***3438.81***
ARENs(t) (w)									133.93
$AREN_l$(t) (w)									903.47

III.12. Vérification réglementaire :

La vérification réglementaire des locaux à usage des bureaux et D'hébergement, doit s'effectuer selon les étapes suivantes :

- Calcul pour l'ensemble de l'immeuble (suppos conditionner) à 15h TSV, pour le mois de juillet :

- Des apports par les parois opaques aériennes.
- Des apports par les parois vitrées.
- Calcul des apports calorifiques et référence.
- Vérification de la conformation à la réglementation thermique d' t des locaux.

La somme des apports calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques aérienne doit vérifier au mois de juillet à 15h TSV, pour cela il y a la relation Suivante :

$$\boldsymbol{APO\,(15h) + AV\,(15h) \leq 1,05 \times Aréf\,(15h)} \qquad \text{(III-37)}$$

Les apports calorifiques de références $\boldsymbol{Aréf}$ sont donnés par :

$$\boldsymbol{Aréf = Aréf,PH + Aréf,PV + Aréf,PVI} \qquad \text{(III-38)}$$

Où :

$\boldsymbol{Aréf,PH}$**:** Apports calorifiques de référence à travers les parois opaques horizontales $\boldsymbol{(W)}$ dans le cas actuel

$$\boldsymbol{Aréf, = OW} \qquad \text{(III-39)}$$

$\boldsymbol{Aréf,}$: Apports calorifiques de référence à travers les parois opaques verticales $\boldsymbol{(W)}$**.**

$\boldsymbol{Aréf, ,}$: Apports calorifiques de référence à travers les parois vitrées $\boldsymbol{(W)}$**.**

III.12.1. Apports de référence des parois opaques verticales :

Les apports les apports calorifiques de référence des parois opaques verticales $\boldsymbol{A}$réf, sont calculés par la formule suivante :

$$\boldsymbol{A}\text{réf}, = \Sigma\ (\boldsymbol{C} \times \boldsymbol{Sint} \times \Delta \boldsymbol{TSr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f},) \qquad \text{(III-40)}$$

- $\boldsymbol{C}$: Coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique **(W),**
- $\boldsymbol{c}$ **= 1,2** dans le cas actuel.
- $\boldsymbol{Sint}$: Surface de la paroi verticale compte e de l'intérieur **(W).**
- $\Delta \boldsymbol{TSr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f},$: La différence de température de référence pour la paroi opaque verticale.

III.12.2 : Apports de référence des parois vitrées :

$$\boldsymbol{A}\text{réf}, = \boldsymbol{AVEr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f} + \boldsymbol{AVTr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f} \qquad \text{(III-41)}$$

- $\boldsymbol{AVEr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f}$**:** Apports de référence dus à l'ensoleillement.
- $\boldsymbol{AVTr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f}$: Apports de référence dus au gradient de température.

Les apports de référence dus à l'ensoleillement à travers une paroi vitrée $\boldsymbol{AVEr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f}$sont donnés par :

$$\boldsymbol{AVE}\ r\acute{e}\boldsymbol{f} = [\boldsymbol{Vens} \times \boldsymbol{It} + (\ - \boldsymbol{SVens}) \times \boldsymbol{Id}] \times \boldsymbol{FSr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f} \times \boldsymbol{NPVI},r\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f} \qquad \text{(III-42)}$$

- $\boldsymbol{SVens}$: La surface vitrée ensoleillée à 15h TSV **($m2$).**
- $\boldsymbol{SV}$: La surface totale vitrée à 15h TSV **($m2$)**
- $\boldsymbol{It}$: Rayonnement total maximal réel pour l'orientation et la latitude considérées **($W\ m2$).**
- $\boldsymbol{Id}$: Rayonnement diffus maximal réel **($W/\ m2$).**
- $\boldsymbol{FSr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f}$: Facteur solaire de référence, $\boldsymbol{FSr}\acute{\boldsymbol{e}}\boldsymbol{f}$ est égal à :
  - ✓ **0,38** pour les locaux à usage de bureaux,
  - ✓ **0.15**. pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,

- $NPVI$,réf: Coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour considérée. Les valeurs de $NPVI$,réf, données par le tableau suivant :

Tableau (III.35) : Valeurs $NPVI$,réf.

Valeurs de $NPVI$,réf								
Type de locaux	**N**	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**SO**	**O**	**NO**
Bureaux	0.98	0.19	0.21	0.28	0.65	0.77	0.61	0.40
Logement locaux à usage d'hébergement	0.95	0.26	0.31	0.44	0.68	0.62	0.43	0.30

Les parois de référence dus au gradient de température à travers une paroi vitrée $ATVréf$ sont donnés par :

$AVTréf = e' \times Souv \times \Delta TSréf$**,PVI** (III-43)

Où :

e'**(en w/m^2.C°)** : Un coefficient relatif à la nature des locaux, la valeur de e' est égale à :

- **5,4** pour les locaux à usage de bureaux.
- **4.2** Pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,

$Souv$ ($m2$): est la surface d'ouverture dans le mur.

$\Delta TSréf$, PVI : La différence de température de température de référence des parois vitrée.

$AVEréf$= 1367.27 **W**

$\Delta TSréf$**, PVI** = 14°C

$AVTréf$ = 550.36 W

$\boldsymbol{A}$réf, PVI = $\boldsymbol{AVE}$réf + $\boldsymbol{AVT}$réf = 1917.63 $\boldsymbol{W}$

$\boldsymbol{A}$réf, PV= 659.73 $\boldsymbol{W}$

$\boldsymbol{A}$réf= $\boldsymbol{A}$réf,PV + $\boldsymbol{A}$réf,P$\boldsymbol{VI}$ = 2577.36 $\boldsymbol{W}$

$\mathbf{1,05} \times \boldsymbol{A}$réf= 2706.22 $\boldsymbol{W}$ = 2.70 $\boldsymbol{W}$

$\boldsymbol{APO}$ $(\mathbf{15}\boldsymbol{h})$ = 1179.11 $\boldsymbol{W}$

$\boldsymbol{AV}$ ( ) = $\boldsymbol{AVE}$ $(\mathbf{15}\boldsymbol{h})$ + $\boldsymbol{AV}$T$(\mathbf{15}\boldsymbol{h})$ = 2127.69 $\boldsymbol{W}$

$\boldsymbol{APO}$ $(\mathbf{15}\boldsymbol{h})$ + $\boldsymbol{AV}$ $(\mathbf{15}\boldsymbol{h})$ = 2306.80 $\boldsymbol{W}$ = 2.30 $\boldsymbol{W}$

D'où :

2.30 < 2.70

Alors, on peut dire que la condition est vérifiée.

III.13. Conclusion :

Après avoir effectué et les calculs de bilan thermique estival et hivernal, on conclut que l'architecture et la construction de l'immeuble sont dans les normes énergétiques.

IV.1. Introduction

Un système de climatisation est l'ensemble du matériel dans la fonction essentielle est :

- De préparer l'air à distribuer dans les locaux à des caractéristiques aérauliques et acoustiques bien déterminées :
  - ✓ La température ;
  - ✓ L'humidité ;
  - ✓ La pureté de l'air ;
  - ✓ La vitesse de soufflage ;
  - ✓ Le niveau sonore ;
- La distribution de l'air traite dans les locaux à climatiser par l'intermédiaire des gaines et d'appareils terminaux,

Quelque soit son importance et son application, tout système de climatisation comprend nécessairement l'équipement suivant :

-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 différentes catégories, En fonction du type de traitement d'air, du transfert du l'énergie et de la régulation on peut adopter la classification suivants :

- Système centralisé (tout air)
- Système semi-centralisé (à eau et air)
- Système décentralisé

IV.2. Système centralisé (tout air)

Dans les systèmes centralisés le traitement de l'air s'effectue dans une centrale de climatisation et son distribution se fait par l'intermédiaire d'un réseau de gaines relient la centrale de traitement d'air et les bouches de soufflage existant à l'intérieur des locaux climatisés.

IV.3. Système-semi centralisé (à eau et air)

Les systèmes semi-centralisé permettent une régulation local tandis que la production de chaleur et le froid reste centralisé, généralement on distingue dans ce type :

- les ventilo-convecteurs.
- les éjecto-convecteurs.

IV.3. Système décentralisé

Dans les systèmes décentralisés chaque local est équipé un conditionneur de type :

- climatiseur individuel.
- armoire de climatisation.

IV.4. Choix Du Système De Climatisation

IV.4.1. Introduction

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

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

-Configuration des locaux (contraintes architecturales).

-Critère économique.

A partir de l'analyse de ces critères, les systèmes de climatisation choisis sot les suivant :

- Climatisation par ventilo-convecteur **[VC].**

IV.5. Climatisation Par Ventilo-convecteur :

IV.5.1. Définition :

Les ventilo-convecteurs constituent un moyen particulièrement é□cace pour transformer un groupe d'eau glacée, ou un système réversible. Ces unités sont la solution idéale pour l'obtention d'un climat intérieur confortable dans un cadre aussi bien commercial que résidentiel.

- DAIKIN propose une vaste gamme de ventilo-convecteurs pour applications encastrées et apparentes ce qui les rend parfaitement adaptés à une utilisation dans les bureaux, les hôtels et le résidentiel. L'objectif est l'obtention de la solution idéale sur les plans technique et esthétique



Figure IV.1 : ventilo-convecteur type casette



Figure IV.2 : ventilo-convecteur type murale

Remarque :

Les caractéristiques techniques du ventilo-convecteur sont représentées en (l'annexe 3)

IV.6. Les composants du ventilo convecteur

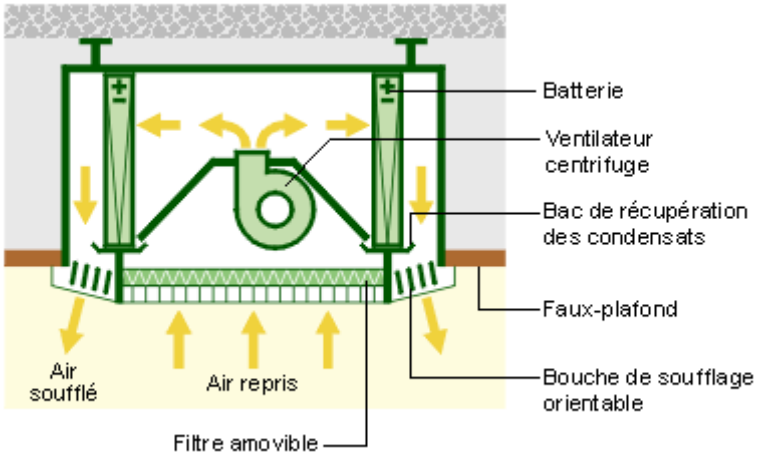


Figure IV.3:les composants du ventilo convecteur

IV.7. Les composants du système semi centralisé

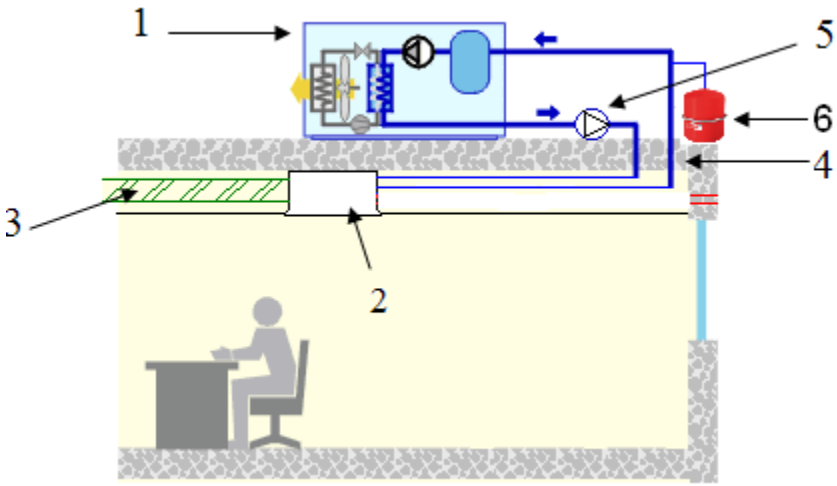


Figure IV.4: les composants du système semi centralisé

1 : *Groupe frigorifique généralement disposé en toiture.*
2 : *ventilo convecteur*
3 : *conduit d'air neuf*
4 : *tuyauteries d'eau glacée*
5 : *Circulateur*

6 : vase d'expansion

IV.8. Méthode De Sélection Des VC :

Exemple de calcul local **C.C.O**

IV.8.1. PERIODE ESTIVALE :

- D'après le bilan thermique Q_{tdep} =4024.08 k cal /h
- Q_{tapp} = 662.51 k cal/h

⇨ Q_{tot}= 3361.53 Kcal /h .

- Régime de l'eau glacée : 13 /8 C°
- température de soufflage : $t_s = t_i + \Delta t_s$ = 21+7=28C° $\Delta t_s=(6\div 8)C°$
- Débit de soufflage demandé v_s:
- $v_s = Q_{tot}/(\rho.(h_i - h_s))$ (IV-1)
- V_s=3361.53/(1.2.(9.9-11.5))=1750.79m^3/h

a. Paramètres de mélange :

$V_{af} = V_{af} = n.(15\div 23)$=2X15 = 30 m^3 /h =====> V_r=1750.79 30 m^3 /h

$h_m = (h_i . v_r)+(h_e . v_{af})/v_s$ (IV-2)

h_m = 9.77 Kcal/Kg.

$X_m = =(x_i . v_r)+(x_e . v_{af})/v_s$ (IV-3)

X_m =7.81 Kcal/Kg.

Vérification :

$T_m = (t_i . v_r + t_e . v_{af})/v_{sef}$ (IV-4)

T_m =20.67C°

b. Paramètres de soufflage

h_S=11.5Kcal/kg

x_s=7.8 g/kg

c. la puissance frigorifique

$Q_{frig}=\rho.V_s.(h_s - h_m)$ (IV-5)

Q_{frig} =3634.64 Kcal/h

d. Le début d'eau

$\dot{m}_{eau} = Q_{frig} / (\rho.Cp.\Delta t)$ (IV-6)

$\dot{m}_{eau} = 3634.64/(1000.(4.18).(5)) = 0.1739\ m^3/h$

IV.8.2. PERIOD HIVERNALE :

Le VC est déjà sélectionné : 30 /40 C°

$Q_{tdep} = 4024.14$ Kcal

$Q_{tapp} = 662.51$Kcal

$Q_{tot} = 3361.53$ Kcal

$V_s = 1167.28\ m^3/h$

a. Paramètres de mélange :

$V_{af} = n.(15 \div 23) = 2X15 = 30\ m^3/h$ ===> $V_r = 1137.28 m^3/h$.

$h_m = 11$ Kcal/Kg

$X_m = 8.30$ g/Kg

b. Vérification :

$t_m = 25.02$ C°

c. Paramètres de soufflage :

$h_{sr} = 8.5$ Kcal/Kg

$t_{sr} = 17$ C°

d. la puissance calorifique :

$Q_{cal} = \rho.V_s.(h_s - h_m)$ (IV-7)

$Q_{cal} = 3501.84$ Kcal/h

e. Le début d'eau:

$\dot{m}_{eau} = Q_{cal} / \rho.C_p.\Delta t$ (IV-8)

$\dot{m}_{eau} = 3501.84/((1000).(0.957).(10)) = 0.365 m^3/h$

f. la perte de charge :

$\Delta P = 29.4$mmcE

Pour les autres locaux les résultats sont résumés sur les tableaux ci-dessous :

IV.9. CHOIX ET CARACTERISTIQUE TECHNIQUE :

Tableau IV.1 : Choix et caractéristique technique des « VC » ‘’hiver’’

N°de loca	Nbr	Q_T	t_s	W	ε	h_s	V_S	V_r	X_m	h_m	t_m
		Kcal./h	C°	g/h	Kcal/kg	Kcal/kg	m^3/h	m^3/h	Kcal/kg	Kcal/kg	C°
C.C.O	02	3361.79	28	180	1867.16	11.5	1750.79	1720.79	7.81	9.77	20.67
Halle	00	2596.37	28	00	---------	---------	218.54	218.54	0.98	1.23	2.62
S.de rop	02	1107.31	28	180	6151.72	11.9	461.37	431.37	1.99	2.48	5.20
S.de C	10	6816.50	28	900	7573.88	11.7	3155.78	3005.78	13.81	17.21	36.22
Foyer	10	2597.05	28	900	2885.61	11.93	1066.11	916.11	4.39	5.39	11.15
Réf	28	4001.24	28	2520	1587.79	12.40	1333.74	913.74	4.84	5.76	11.43
Eco	01	12.75	28	90	141.66	15.00	2.08	12.92	0.08	0.09	2
B.C.u	01	5730.91	28	90	6367.67	11.8	2513.55	248.55	1.14	1.42	2.99
Sec	01	960.18	28	90	10668.6	11.30	571.53	556.53	2.53	3.16	6.69
Halle	00	1491.71	28	00	----------	---------	125.56	125.56	0.56	0.70	1.50
Bu 01	02	1161.26	28	180	6451.44	11.30	691.22	661.22	3.03	3.78	7.96
Bu 02	02	904.25	28	180	5023.61	11.92	373.04	343.04	1.59	1.98	4.14
L’archv	01	501.39	28	90	5571	11.90	208.91	193.91	0.90	1.11	2.34
Ch. Ag01	05	1408.41	28	450	3129.8	11.50	733.54	658.54	3.10	3.83	7.98
Ch. Ag02	05	1408.41	28	450	3129.8	11.50	733.54	658.54	3.10	3.83	7.98
Ch. Ag03	06	1514.49	28	540	2804.61	11.92	624.78	534.78	2.56	3.15	6.51
Ch. Ag04	06	1033.21	28	540	1913.35	12.20	374.35	284.35	1.43	1.73	3.51
Ch. Ag05	06	1033.21	28	540	1913.35	12.20	374.35	284.35	1.43	1.73	3.51
Ch. Off01	01	518.95	28	90	5766.11	11.91	215.15	200.15	0.92	1.15	2.41
Ch.Off02	01	733.73	28	90	8152.55	11.40	407.62	392.62	1.79	2.24	4.72
Ch.Off03	01	947.22	28	90	10524.66	11.30	563.82	548.82	2.50	3.12	6.60
Ch.Off04	01	1028.67	28	90	11429	11.20	659.40	644.40	2.93	3.66	7.74

Tableau IV.2 : Choix et caractéristique technique des « VC » ‘’été’’

N°de local	Nbr	Q_T	t_s	W	ε	h_s	V_S	V_r	X_m	h_m	t_m
		Kcal./h	C°	g/h	Kcal/kg	Kcal/kg	m^3/h	m^3/h	Kcal/kg	Kcal/kg	C°
C.C.O	02	3361.79	17	180	1867.16	08.5	1167.28	1137.28	8.30	11.00	25.02
Halle	00	2596.37	17	00	---------	---------	198.49	1167,28	8.30	13.89	24.00
S.de rop	02	1107.31	17	180	6151.72	9	485.66	1137,28	8.30	11.00	24.41
S.de C	10	6816.50	17	900	7573.88	9.2	3341.42	1017,28	8.31	11.41	26.05
Foyer	10	2597.05	17	900	2885.61	8.9	1082.1	1017,28	8.31	11.41	26.05
Réf	28	4001.24	17	2520	1587.79	8.1	1190.84	747,28	8.33	12.33	29.75
Eco	01	12.75	17	90	141.66	8	3.66	1152,28	8.29	10.95	24.20
B.C.u	01	5730.91	17	90	6367.67	9	2513.55	1152,28	8.29	10.95	24.20
Sec	01	960.18	17	90	10668.6	9.1	533.44	1152,28	8.29	10.95	24.20
Halle	00	1491.71	17	00	----------	---------	114.04	1167,28	8.30	13.89	24.00
Bu 01	02	1161.26	17	180	6451.44	9.1	537.62	1137,28	8.30	11.00	24.41
Bu 02	02	904.25	17	180	5023.61	9	396.60	1137,28	8.30	11.00	24.41
L’archv	01	501.39	17	90	5571	9.1	232.12	1152,28	8.29	10.95	24.20
Ch. Ag01	05	1408.41	17	450	3129.8	8.7	533.48	1092,28	7.85	11.15	25.02
Ch. Ag02	05	1408.41	17	450	3129.8	8.7	533.48	1092,28	7.85	11.15	25.02
Ch. Ag03	06	1514.49	17	540	2804.61	7.1	332.12	1077,28	8.30	11.20	25.23
Ch. Ag04	06	1033.21	17	540	1913.35	7.5	253.23	1077,28	8.30	11.20	25.23
Ch. Ag05	06	1033.21	17	540	1913.35	7.5	253.23	1077,28	8.30	11.20	25.23
Ch. Off01	01	518.95	17	90	5766.11	9.1	240.25	1152,28	8.29	10.95	24.20
Ch.Off02	01	733.73	17	90	8152.55	9.1	339.68	1152,28	8.29	10.95	24.20
Ch.Off03	01	947.22	17	90	10524.66	9.1	438.52	1152,28	8.29	10.95	24.20
Ch.Off04	01	1028.67	17	90	11429	9.3	535.76	1152,28	8.29	10.95	24.20

IV.10. Le groupe de production de l’eau glacée

IV.10.1. Introduction

Les groupes refroidisseurs de liquide sont des dispositifs destinés au refroidissement d’eau pour le conditionnement d’air et pour l’industrie, ils sont construits sous forme de monoblocs dont la mise en œuvre sur le chantier et très aisée.

IV.10.2. Principe de sélection

Le principe de sélection d’un groupe refroidisseur de liquide, sera basé sur la puissance qui doit être fournie par le groupe refroidisseur de liquide qui est donnée comme suit :

$$Q_{gr} = Q_{frig} . (1+Z_r) \qquad \text{(IV-9)}$$

- Q_{gr} : puissance de groupe refroidisseur de liquide exprimée.
- Q_{frig} : les besoins frigorifique nécessaire d’un bâtiment exprimé.
- Z_r : majoration de déperdition dus au réseau du tuyauterie.

IV.10.3. Application au projet :

$\mathbf{Q_{frig}}$ = 40869.01 **kcal /h**

$\mathbf{Z_r}$ = 0.15 ===> $\mathbf{Q_{frig}}$ = 41482.04 **kcal/h=** 48.243 **kw**

On doit utiliser deux groupes frigorifiques fonctionnant à la puissance unitaire :

$\mathbf{Q_{UN}}$ = 2/3.(48.243)=32.162 **KW**

IV.11. Sélection de l'appareil :

- ⇨ D'après le catalogue **CIAT** on à :
- ⇨ Série de l'appareil : **DYNACIAT série LG - LGP.150V** cassette voie de soufflage circulaire.
  Puissance frigorifique : 34.6 KW
  Puissance calorifique : 40.8kw
- ⇨ Série de l'appareil : FWV-DT/DF console carrossée
  Puissance frigorifique : 34.71KW
  Puissance calorifique : 37.8kw



Figure 8.1 : Groupes de production d'eau glacée

Remarque : la caractéristique technique de ce Groupes de production d'eau glacée est représentée en (l'annexe 3).

IV.12. Vase d'expansion

IV.12.1. Introduction

L'augmentation du volume d'eau doit être absorbée de manière à éviter la surpression dangereuse:

C'est le rôle de la vase d'expansion cette augmentation de volume doit S'effectuer sans surprissions locales, donc s'acheminer aussi rapidement que possible vers le vase d'expansion, c'est le rôle de la colonne d'expansion, dont sera proportionné à la puissance.

IV.12.3. Principe de sélection :

Le principe de sélection d'un vase d'expansion sera basé sur les volumes d'expansion et total de réservoir.

IV.13. Volume d'expansion :

$$V_{exp} = (C_m - C_r) \cdot V_t \qquad \text{(IV-10)}$$

- V_t **:** volume totale de l'installation
- C_m **:** coefficient de dilatation à la température moyenne de fonctionnement
- C_r **:** coefficient de dilatation à la température de remplissage (8à13C°)



Figure 8.2 : vase d'expansion type salmson

IV.13.1. Volume totale de réservoir :

$$V = V_t \cdot (C_m - C_r) / (1 - P_1/P_2) \qquad \text{(IV-11)}$$

P_1 **:** pression effective de gonflage correspondant à la hauteur statique +1 bar

P_2 **:** pression d'ouverture de la soupape + 1bar

IV.13.2. Application au projet :

IV.13.3. Volume d'expansion

$$V_t = V_{VC} + V_{chau} + V_{tuy} = 199 \text{ L} \qquad \text{(IV-12)}$$

D'après le catalogue **SALMSON :**

C_m(t = 60 C°) = 0.0169

C_r (t = 10 C°) = 0.0004

V_{exp} = (199). (0.0169-0.0004) = 3.283 L

IV.14. Volume totale du réservoir :

V_{exp} = 3283 L

D'après le catalogue **SALMSON**

P_1 = 3 + 1 = 4 bar

P_2 = 5 bar

V = 3.283 / (1- 4/5) = 16.41

Avec un majoration de 30 % le volume V = 21.33

D'après le catalogue **SALMSON**

Vase d'expansion de : capacité : 200 L

Référence : V303-2-CE.T, Φ .h = 495 .1550 mm , Poids = 21 KG

IV.15. INTERPRETATION DES PROCESSUS DE TRAITEMENT D'AIR :

IV.15.1. PERIODE HIVERNALE :

$x_m > x_s$ ==> humidification.

$h_m < h_s$ ==> chauffage.

Nécessite une batterie chaude et un humidificateur.

IV.15.2. PERIODE ESTIVALE :

$x_m > x_s$ ==> déshumidification.

$h_m < h_s$ ==>refroidissement.

Nécessite une batterie froide.

IV.16. TECHNIQUE DE L'HUMIDIFICATION DE L'AIR :

IV.16.1. INTRODUCTION :

Un air trop sec assèche le nez, la gorge et la peau et peut également endommager les meubles, les tapis et les tissus.

L'humidité de l'air est donc un paramètre de première importance, et dés lors, on est amené à se poser différentes questions et plus précisément :

Quel est le taux d'humidité optimal, comment réagit l'organisme lorsque l'humidité ambiante est trop faible ou encore existe-t-il des risques de maladie dans ce dernier cas ?il est indisponible que tout spécialiste en climatisation sache répondre à de telles questions de façon à pouvoir renseigner le client lors des premiers contacte puis à prendre ensuite les mesures adéquates qui s'imposent, d'où la nécessité dans un premier temps d'apporter quelques précisions anatomo-physiologiques.

IV.16.2. EXPLOITATION DES HIMIDIFICATEURS :

Dans les installations de climatisation et de conditionnement d'air à centrale de traitement de l'air l'humidificateur de l'air a généralement lieu dans une section de la centrale de traitement d'air et parfois aussi dans les conditions aérauliques.

Le projeteur connait habituellement le débit volume d'air traité V_s, l'état de l'air (t_1,x_1) avant son entrée dans la caisson de humidification et l'état de l'air (t_2,x_2) qu'il doit avoir à sa sortie du caisson d'humidification.

Le débit masse d'eau ou de vapeur à prévoir pour assurer l'humidification souhaitée est alors :

$$W=\rho .V_S.(X_2 - X_1) \quad \text{(IV-9)}$$

- **X_1,X_2 :** l'humidité absolue de l'air à l'entrée et la sortie de l'humidificateur en **g /kg.**
- **W :** débit masse d'eau ou de vapeur en **kg/h.**
- **ρ :** Masse volumique moyenne de l'air traité en **kg/m^3.**
- **V_s :** débit d'air traité en **m^3/h.**

Généralement un humidificateur est caractérisé par son efficacité qui est donné par la formule suivante :

$$e= (x_I - x_K) / (x_I - x_{ss}) \, 100 \quad \text{(IV-10)}$$

- **I_I,x_k:** l'humidité absolue aux points **« I »** et **« k »** respectivement en **(g/kg).**
- **X_{ss} :** l'humidité absolue au point de saturation en **(g/kg).**
- **e :** efficacité de l'humidification en **(%).**

IV.17. APPLICATION AU PROJET :

IV.17.1. Débit – masse d'eau :

$$W=\rho .V_S.(X_2 - X_1) \quad \text{(IV-11)}$$

$W = 210.09$ m^3/h

IV.17.2. EFFICACITE :

$X_i=x_m=8.30$ g/kg

$X_k=x_s=7.8$ g/kg

$X_{ss}=7.5$ g/kg

$e =(x_i - x_k)/(x_i - x_{ss}).100=(8.30-7.80)/(8.30 -7.5).100=62.5\%$

$x_{ss}=x_i - (x_i - x_k).100/e=8.30-(8.30 -7.8).100/62.5=7.7$ g/kg

V.1. Introduction

Les dispositifs de diffusion de l'air font partie des éléments principaux de toute installation de ventilation et de conditionnement d'air, ils permettent de réaliser à l'intérieur du local un mélange homogène de l'air ambiant et de l'air soufflé à des températures et d'humidité différents par rapport à celles du local pour que ce mélange s'effectue correctement et pour que les occupants n'éprouvent aucune gène, il faut qu'un certain nombre de condition soient remplies.

V.2. Les facteurs de diffusion de l'air

a. La vitesse de l'air ambiant :

En climatisation de confort, on peut admettre dans la zone de séjour des vitesses de l'air comprises entre 0,1 et 0,3 m/s suivant la destination de local et l'activité des occupants.

b. La température de l'air soufflé :

Il important que le mélange de l'air soufflé et de l'air du local conduise à une homogénéité suffisante de sensation thermique dans les différents points du local.

c. L'emplacement des bouches de soufflage :

Le choix et la disposition des bouches de soufflage constituent l'une des principales difficultés de toute installation, la solution de ce problème demande beaucoup d'expériences.

V.3. Bouche de soufflage :

Ces bouches peuvent être situées :

- En allège sous une fenêtre
- En partie haute ou basse d'un mur
- Au plafond

V.3.1. Principe de calcul des bouches de soufflage :

1/ on suppose le nombre des bouches de soufflage « N_b »

2/ on déterminer le débit de l'air pour chaque bouche

$$\mathbf{V_0=V_s/N_b} \qquad \text{en } (m^3/h) \qquad (V\text{-}1)$$

V_s : le débit de l'air soufflé en (m^3/h)

3/ on déterminer la distance minimale entre les bouche de soufflage « D »

4/ on déterminer les caractéristique techniques de chaque diffuser à du catalogue

V.3.2. Application sur le projet :

Pour local C.C.O

V.3.3. Bouche de soufflage :

V_s= 1167.28 m^3/h , N_b=01 bouche

N_b=01 ==> V_0= V_s/N_b =1167.28/1=1167.28 m^3/h

D'après le catalogue **HESO** en a diffuseur type « DDRK »

Tableau V.1 : caractéristiques techniques des bouches de soufflage

N°de local	V_s m^3/h	N_b -	V_0 m^3/h	□ mm	ΔP Pa	V m/s	L_w db	D m	r m
C.C.O	1167.28	01	12000	350	2.5	2.5	21	2.80	1.5

V.4. CALCUL HYDRAULIQUE

V.4.1. Introduction

Pour bon fonctionnement de l'installation de climatisation il est nécessaire de trouver les procédés que permettent d'obtenir un réseau équilibré de point de vue économique (investissement réduite), et bonne distribution de l'eau froid.

V.4.2. Calcul hydraulique « réseau des ventilo-convecteur »

V.5. Principe de calcul

V.5.1. Eau froid :

1 : on doit tracer l'axonométrie de réseau suivant la donnée imposée

2 : on déterminer le chemin de réseau le plus défavorable

3 : on doit préciser les conduites principal et dérivation par << le numéro, longueur, diamètre, perte de charge linéaire>>

4 : on doit calculer le débit massique de chaque tronçon comme suit :

$$\mathbf{G_m=Q/(C_p.\Delta t)} \qquad m^3/h \qquad \text{(V-2)}$$

- $\mathbf{G_m}$ **:** le débit massique de tronçon m^3/h
- $\mathbf{C_p}$ **:** capacité calorifique de l'eau en (C°)
- **Δt :** écarte de température de l'eau entre l'aller et le retour en (C°)
- **Q** : bilan thermique du local considéré en (Kcal/h)

5 : on doit considère que la valeur de chute de pression « R » est constante dans le circuit le plus défavorisé, « R=20mmce/m » et pour les circuits de dérivation.

« $R_m=0.67\Delta P_{def}/L$ » pour les hauteurs supérieure à 3m

« $R_m=0.33\Delta P_{def}/L$ » pour les hauteurs inférieure à 3m

6 : A partir des planches N°(2) et (4) on doit tirer les valeurs de diamètre « □ » en fonction du débit « G_m »et la chute de pression « R »ensuite en tire la vitesse « V » et les pertes de charge linéaires

7 : A partir de (1) on déterminer le coefficient de perte de charge local et puis on calcule les pertes de charge local comme suit :

$$\mathbf{Z=\Sigma\xi.\rho.W^2/(2.g)} \quad \textbf{(mmce)} \qquad \text{(V-3)}$$

$$\mathbf{\Delta P=\Sigma RL+\Sigma Z} \quad \textbf{(mmce)} \qquad \text{(V-4)}$$

$$\mathbf{Z_c=Z.\beta} \quad \textbf{(mmce)} \qquad \text{(V-5)}$$

$\boldsymbol{\beta}$ **:** Coefficient de correction donné en fonction de température moyenne de l'eau glacée, et délivré d'après (3) planche N°5

$$\mathbf{\Delta P=R_r.L/0.85} \qquad \text{(V-6)}$$

Tableau V.2 : Calcul Les Pertes De Charge Dans Le Réseau Eau Glacée

N° de Tranc	Q	G_m	L	R_{pr}	□	R_r	$\Delta P=R_r.L/0.8$	2. ΔP
	Kcal/h	Kg/h	m	mmce/m	mm	mmce/m	mmce	mmce
1	3361	1430	42.99	20	25	21	12.64	25.28

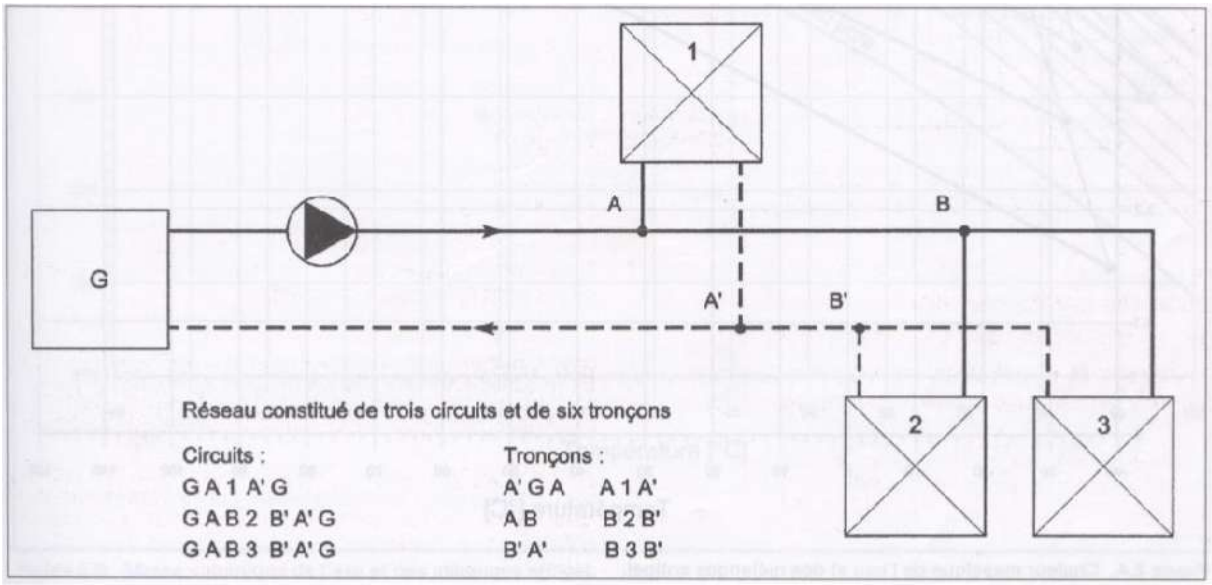


Figure V.1 : Exemple de réseau hydraulique

V.6. Les pompe

V.6.2. Introduction :

Une pompe est une appareille capable de créer une surpression entre l'entrée et la sortie de l'appareille c'est-à-dire pour un débit donné d'élever ce fluide à une hauteur déterminée, cette hauteur manométrique de la pompe, exprimée en mmce, elle représente une pression.

V.6.3. Principe de sélection :

La sélection de la pompe se fait en fonction de :

*Débit d'eau (G) .

*Hauteur manométrique (Hm).



Figure V.2: la pompe centrifuge-circulation-eau

V.7. Application au projet :

*D'après le catalogue **SALMSON**

Tableau V.3 : Sélection des pompes

période	**G**	**Hm**	**Type**	**modèle**
	M^3/h	Bar		
estivale	14	0.5	Circulateur simple	CL115N DN40-50 H_Z
hivernale	03	0.3	Circulateur double	CXL 2025

V.8. EQUILIBRAGE :

V.8.1. Introduction

L'équilibrage des réseaux de tuyauterie de l'eau glacée consiste à obtenir deux ou plusieurs circuits en parallèles des pertes des charges respectives sensiblement égales pour les débits d'air prévus :

V.8.2. Principe de réalisation de l'équilibrage :

L'équilibrage des réseaux de tuyauterie de l'eau glacée se fait par des dispositifs spéciales sont appelés les diaphragmes qui sont installés sur les tronçons du circuit.

L'équilibrage est réalisé par la création de perte de charge supplémentaire dans les circuits déséquilibres au moyen de diaphragme.

$$\mathbf{(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\ \Delta P_{déf}.100} \qquad \text{(V-7)}$$

Le calcul de diaphragme se fait comme suite :

$$\mathbf{\Delta P_{diaph}=\Delta P_{déf}\ -\ \Delta P_{cir}} \qquad \text{(V-8)}$$

- $\Delta P_{déf}$: perte de charge dans le circuit le plus défavorisée (mmce)

$$\Delta P_s=\Delta P_{déf}\ -\ \Delta P_{dy} \qquad \text{(V-9)}$$

- ΔP_s : la pression statique qui doit fournie par le ventilateur
- ΔP_{dy} : la pression dynamique

$$\mathbf{\Delta P_{dy}=\rho.W^2_{eff}/(2.g)} \qquad \text{.(V-10)}$$

$$\mathbf{\xi=\Delta P_{diaph}/\Delta P_{dy}}$$

- ξ : coefficient de perte de charge singulière du diaphragme

L'équilibrage du réseau hydraulique se fait par vérification de la relation suivante :

$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\ \Delta P_{déf}.100 < 10 \div 20$ %

- $\Delta P_{déf}$: perte de charge dans le circuit le plus défavorisée (mmce)
- ΔP_{cir} : perte de charge du circuit (mmce)

Tableau V.4: Caractéristique Des Diaphragmes :

$(D_{diph}/D_{eq})^2$	0.05	0.1	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
ξ	10	300	100	50	30	20	15	8	7	4	3	2	1.5	1

V.9. APPLICATION SUR LE PROUJET :

Tableau V.5: Perte De Charge Dans Le Réseau De Soufflage RDC :

N° de local	Q m^3/h	L (m)	R'(mmce) par (m)	Ø choisi	R Réal	V (m/s)	$\gamma v^2/2g$	Total des ζ	ζ $\gamma v^2/2g$	R (=R'.L)	H (mmce)
b 01	1.43	3 .22	20	25	19	0.65	21.12	1.5	31,68	64,4	21.12
b 02	1.43	3.22	20	25	19	0.65	21.12	1.5	31,68	64,4	21.12
b 03	0.21	2.09	20	15	14	0.40	08	1.5	12	41,9	8
b 04	0.665	2.75	20	20	15	0.53	14.04	1.5	21,06	55	14.04
b 05	0.51	1.00	20	20	12	0.50	12.5	1.5	18,75	20	12.5
b 06	0.78	3.5	20	20	7.5	0.59	17.40	1.5	26,1	70	17.40
b 07	0.78	3.5	20	20	7.5	0.59	17.40	1.5	26,1	70	17.40
b 08	0.0025	1.43	20	10	10	0.90	40.5	1.5	60,75	28,6	40.5
b 09	0.51	2.5	20	20	12	0.50	12.5	1.5	18,75	50	12.5
b 10	0.51	2.5	20	20	12	0.50	12.5	1.5	18,75	50	12.5

Tableau V.6 : Perte De Charge Dans Le Réseau De Soufflage 1erétage :

N °de tronçon	Q (m^3/h)	L (m)	R' (mmce) Par (m)	Ø choisi	R Réal	V (m/s)	$\gamma v^2/2g$	Total des ζ	ζ $\gamma v^2/2g$	R (=R'.L)	H (mmce)
a 01	0.30	7.40	20	15	21	0.45	10.12	1.5	15,18	148	10.12
a 02	0.30	2.60	20	15	21	0.45	10.12	1.5	15,18	52	10.12
a 03	0.20	4.90	20	15	13	0.40	08	1.5	12	98	08
a 04	0.20	6.20	20	15	13	0.40	08	1.5	12	124	08
a 05	0.20	2.15	20	15	13	0.40	08	1.5	12	43	08
a 06	0.20	2.60	20	15	13	0.40	08	1.5	12	52	08
a 07	0.17	4.95	20	15	09	0.35	6.12	1.5	9,18	99	6.12
a 08	0.22	4.80	20	15	13	0.40	08	1.5	12	96	08
a 09	0.18	8.90	20	15	10	0.38	7.22	1.5	10,83	178	7.22
a 10	1.12	4.80	20	25	13	0.65	21.12	1.5	31,68	96	21.12
a 11	0.098	9.53	20	10	20	0.35	6.12	1.5	9,18	190,6	6.12
a 12	0.29	4.14	20	15	19	0.45	10.12	1.5	15,18	82,8	10.12
a 13	0.27	13.40	20	15	19	0.43	9.24	1.5	13,86	268	9.24
a 14	0.27	13.10	20	15	19	0.43	9.24	1.5	13,86	262	9.24
a 15	0.27	12.10	20	15	19	0.43	9.24	1.5	13,86	242	9.24
a 16	0.27	11.25	20	15	19	0.43	9.24	1.5	13,86	225	9.24
a 17	0.10	7.10	20	10	20	0.35	6.12	1.5	9,18	142	6.12
a 18	0.14	11.75	20	15	09	0.35	6.12	1.5	9,18	235	6.12
a 19	0.18	9.70	20	15	09	0.35	6.12	1.5	9,18	194	6.12
a 20	0.20	7.63	20	15	13	0.40	08	1.5	12	152,6	08

Tableau V.7: Equilibrage Du Réseau De Soufflage 1erétage

(1------->a12) est les circuits le plus défavorable ===>$\Delta P_{déf}$=9.06mmce

Circuit	$\Delta P_{circuit}$	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\Delta P_{déf}.100$	ΔP_{diaph}	ΔP_{dyn}	$\sum\xi$
	mmce	(%)	mmce	mmce	_
1-a10	6,12	32.5	2,94	21,12	0,14
1-a09	3,24	64.23	5,82	7.,20	0,81
1-a07	2,56	71.74	6,5	6,12	1,06
1-a06	2,20	75.71	6,86	08	0,86
1-a05	1,98	78.14	7,08	08	0,89
1-a04	2,47	72.73	6,59	08	0,82
1-a03	1,72	81.01	7,34	08	0,92
1-a02	1,12	87.63	7,94	10,12	0,78
1-a01	1,48	83.63	7,58	10,12	0,75
1-a12	4,74	47.68	4,32	10,12	0,43
1-a11	4,17	53.97	4,89	6,12	0,80

(1-a13------->a16) est les circuits le plus défavorable ===>$\Delta P_{déf}$=4.55 mmce

Circuit	$\Delta P_{circuit}$	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\Delta P_{déf}.100$	ΔP_{diaph}	ΔP_{dyn}	$\sum\xi$
	mmce	(%)	mmce	mmce	_
1-a15	3.55	21.97	1.84	9.24	0.19
1-a14	3.69	18.90	1.53	9.24	0.16
1-a13	2.55	43.95	4.14	9.24	0.44

(1-a17------->a20) est les circuits le plus défavorable ===>$\Delta P_{déf}$=9.73 mmce

Circuit	$\Delta P_{circuit}$	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\Delta P_{déf}.100$	ΔP_{diaph}	ΔP_{dyn}	$\sum\xi$
	mmce	(%)	mmce	mmce	_
1-a20	4.86	50.05	4.51	08	0.56
1-a19	3.03	68.85	6.58	6.12	1.07
1-a18	2.07	78.72	7.66	6.12	1.25

Tableau V.8: Equilibrage Du Réseau De Soufflage (RDC)

(1------->b10) est les circuits le plus défavorable ===>$\Delta P_{déf}$=14.57 mmce

Circuit	$\Delta P_{circuit}$	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/\Delta P_{déf}.100$	ΔP_{diaph}	ΔP_{dyn}	$\sum\xi$
	mmce	(%)	mmce	mmce	_
1-b10	8.06	44.68	3.66	12.5	0.29
1-b09	7.61	47.76	4.01	12.5	0.32
1-b07	4.3	70.48	6.61	17.40	0.37
1-b06	3.68	74.74	7.10	17.40	0.40
1-b05	6.05	58.47	5.24	12.5	0.41
1-b04	8.76	39.87	3.11	14.04	0.22
1-b03	4.5	69.11	6.46	08	0.80
1-b02	10.08	30.81	2.07	21.12	0.09
1-b01	8.48	41.79	3.33	21.12	0.15

Tableau V.9 : Equilibrage Du Réseau L'eau Glace

Le circuit le plus défavorable est (1-a12------1-a01)=====> $\Delta P_{déf}$=9.06mmce

Circuit	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/ \Delta P_{déf}$ (%)	Dispositif de réglage
1-a10	32.5	robinet
1-a09	64.23	robinet
1-a07	71.74	robinet
1-a06	75.71	robinet
1-a05	78.14	robinet
1-a04	72.73	robinet
1-a03	81.01	robinet
1-a02	87.63	robinet
1-a01	83.63	robinet
1-a12	47.68	robinet
1-a11	53.97	robinet

Le circuit le plus défavorable est (1-a20------1-a13)=====> $\Delta P_{déf}$=14.57mmce

Circuit	$(\Delta P_{déf}-\Delta P_{cir})/ \Delta P_{déf}$ (%)	Dispositif de réglage
1-a20	50.05	robinet
1-a19	68.85	robinet
1-a17	78.72	robinet
1-a15	21.97	robinet
1-a14	18.90	--------
1-a13	43.95	robinet

V.9. Vitesse limite de l'eau.

Afin d'assurer avec un minimum d'eau un maximum de transport de chaleur, nous avons intérêt à augmenter la vitesse de circulation de l'eau dans les tuyauteries.

Toutefois, il est conseillé de respecter une vitesse limite au-dessus de laquelle il y aurait des risques de vibrations, de coups de bélier et, par le fait même, de bruit dans l'installation.

Cette vitesse limite supérieure est de 1m/s (0.25 m/s à l'entrée des radiateurs).

Il est également conseillé de ne pas travailler à des vitesses trop faibles de manière à ne pas augmenter exagérément la section et afin de limiter les pertes de chaleur dans ces tuyauteries.

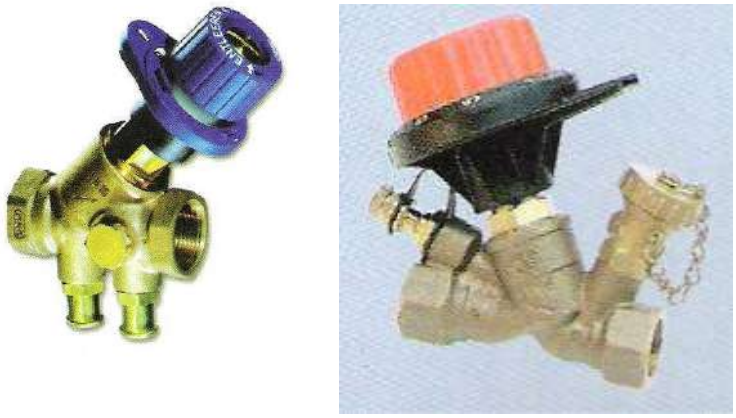


Figure V.3 : Vannes d'équilibrage hydraulique

VI.1. Introduction

Il est nécessaire de ventiler les sanitaire en toute saison pour :

- ✓ Le confort : l'air saturé ambiant provoque une impression de moiteur pour les occupants, et les odeurs doivent être éliminées ;
- ✓ L'hygiène : l'humidité de l'air peut provoque une prolifération de germes microbiens en suspension dans l'air ;
- ✓ L'esthétique : l'humidité de l'air se dépose sur les parois froides et provoque des dégradations importantes : tache, moisissures, salissures, mais également le décollement des parements, le gonflement des enduits, le pourrissement des bois.

VI.2. Ventilation des sanitaires

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

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

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

VI.2.1. Les appareille utilisé pour la ventilation des sanitaires

Pour assurer la ventilation par extraction du sanitaire plus ou moins grandes dimensions, on utilise ce qu'on appelle un ventilateur-extracteur de toiture, plus couramment dénommé «tourelle » (figure VI.1).

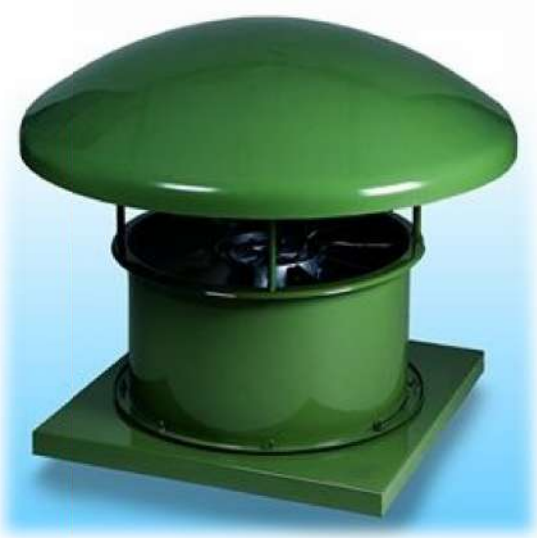


Figure VI.1 tourelle

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

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

Ces tourelles se composent :

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

La figure suivante représente l'emplacement de la tourelle

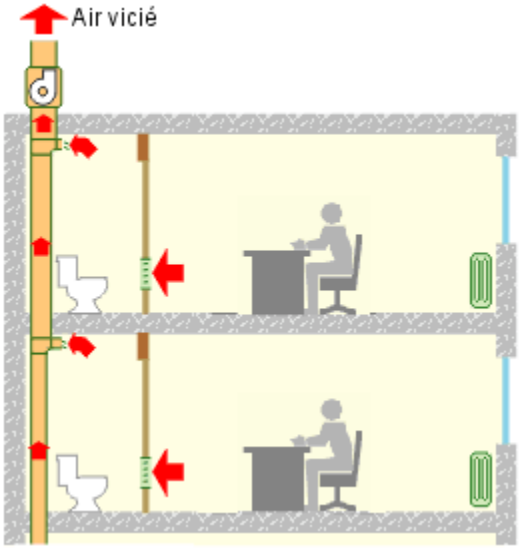


Figure VI.2 l'emplacement de la tourelle

VI.3 : Application au projet

Calcul du débit d'air d'évacuation des toilettes

$$K=V_S .N \qquad h^{-1} \qquad \text{(VI-1)}$$

Avec :

- Vs : débit de ventilation des toilettes (m^3/h).
- V : volume des toilettes (m^3).
- K : taux de renouvellement (h^{-1}).

K = (10/15) nous avons choisi : K = 15 h^{-1}

Donc :

$$Vs = K . v \qquad \text{(VI-2)}$$

Pour les résultats de notre projet voire le tableau suivant :

Tableau VI.1 : Table du débit de ventilation des toilettes

	K (h^{-1})	V (m^3)	Vs (m^3/h)
Wc01	15 h^{-1}	8.41	112.54
Wc02		6.88	107.34
Wc03		4.59	97.76
Wc04		6.88	107.34
Dc05		11.32	134.65
Dc06		11.32	134.65
Dc07		12.24	142.31
Wc08		7.34	115.13

VI.4. LE SYSTEME DE LA REGULATION

VI.4.1. 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.

VI.4.2. Principes de la régulation

Considérons un local soumis à des grandeurs perturbatrices comme les déperditions, les apports externes (par ensoleillement) et les apports internes (par éclairage, occupation, fonctionnement d'appareils électroménagers, etc.).

Ce local est équipé d'une installation de climatisation sur laquelle agit une régulation automatique pour maintenir une grandeur à régler.

Pour cela nous disposons d'un détecteur qui permet de mesurer à tout instant la valeur de cette grandeur et d'introduire dans le régulateur cette mesure dont la valeur instantanée est comparée à la consigne, c'est-à-dire la valeur prescrite pour la grandeur à régler. En fonction de l'écart observé, le régulateur élabore un ordre de commande transmis à un organe de réglage (par exemple une vanne 2 ou 3 voies).

Cet organe de réglage fait varier le débit ou la température d'un fluide ou d'une source d'énergie qui est la grandeur de réglage.

Dans le cas de la figure (VI.3), l'organe de réglage est une vanne 2 voies qui est chargée de faire varier le débit de fluide dans un émetteur (un radiateur par exemple) ;

Celui-ci émet de l'énergie dans le local et le détecteur placé dans l'air ambiant est influencé par cet apport d'énergie. Les variations enregistrées permettent de rétablir la grandeur à régler à sa valeur de consigne.

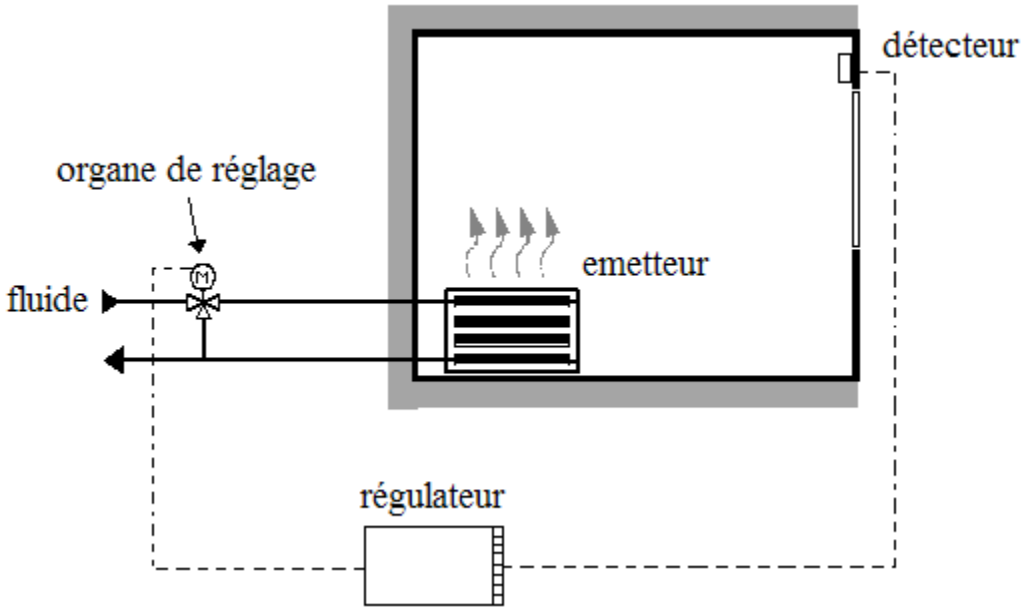


Figure VI.3 : boucle de régulation

VI.5. Les procédés de la régulation

VII.5.1. Régulation en boucle fermée (ou en fonction de l'ambiance)

La figure (VI.4) est une boucle fermée puisqu'on part du détecteur (thermostat par exemple) qui envoie un ordre de commande vers un organe de réglage qui va faire varier le débit de fluide dans un émetteur qui va émettre de l'énergie dans le local

La régulation en boucle fermée est le procédé le plus simple pour maintenir à une valeur constante, la température d'un local.

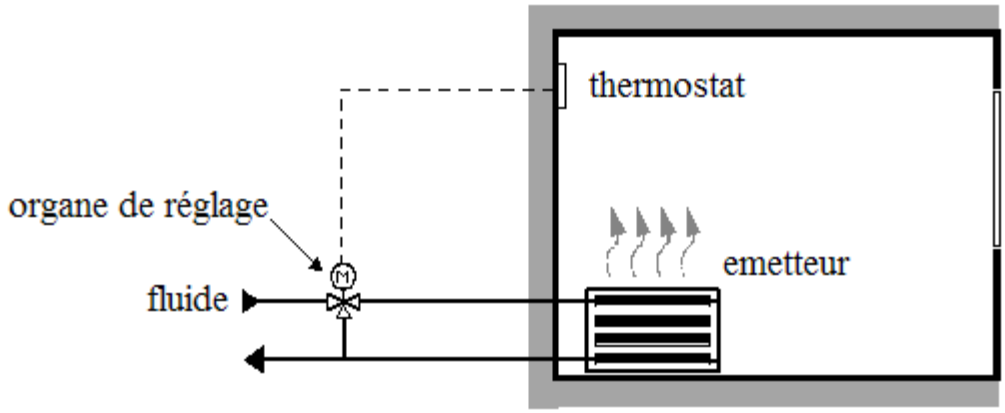


Figure VI.4: boucle de régulation (boucle fermée)

VI.5.2. Régulation en boucle ouverte (ou en fonction de l'extérieur)

La figure (VI.6) représente une boucle ouverte. Au lieu d'installer le détecteur dans le local nous l'avons posé à l'extérieur, il mesure par exemple la température extérieure, ce détecteur envoie son signal de mesure à un régulateur qui va envoyer un ordre de commande en fonction de l'importance de ce signal et va agir sur l'organe de réglage pour faire varier le dédit dans l'émetteur.

Avec ce type de boucle, nous ne mesurons pas le résultat dans le local. Nous faisons une régulation de positionnement de l'organe de réglage en fonction de la température extérieur.

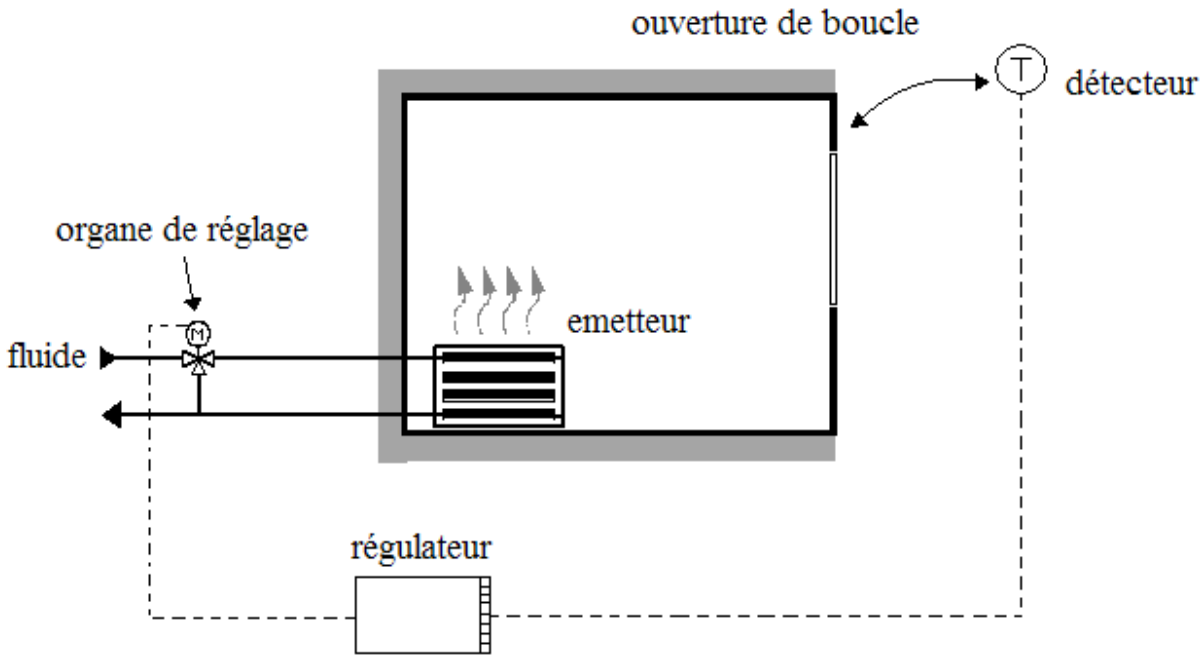


Figure VI.6: boucle de régulation (boucle ouverte)

VI.6. Choix du système de régulation

Pour une régulation des températures ambiantes, les deux procédés sont parfois utilisés du fait de leurs avantages respectifs.

- La régulation centralisée (en fonction de l'extérieur)

On utilise ce système pour la régulation du plusieurs ventilo convecteur en même temps (ex : dans les salles de lecture, les salles d'informatique…)

- La régulation individuelle (en fonction de l'ambiance)

On utilise ce système pour la régulation individuelle de chaque ventilo convecteur (ex : dans les bureaux)

VI.7. Equipement de réglage

Dans un système de régulation on trouve les organes de régulations suivantes :

- **Détecteur de température**

Les détecteurs de température se composant pour l'essentiel d'un élément sensible à la température dont la modification d'état permet de faire varier un signal de sortie en fonction de la variation de la température (signal d'entrée).

Pour notre projet on utilise deux types de détecteur de température :

- **Thermostat**

  Dans cette appareille le détecteur et le régulateur sont montés dans une même unité (figure VI.7).



Figure VI.7: Thermostat

- **Sonde extérieure**

  C'est souvent le pilote extérieur de l'installation d'où l'importance du choix de son emplacement.

Elle doit être montée sur la façade la plus défavorisée, en général la façade nord, ou à la limite nord-ouest. Elle ne doit en aucun cas être exposée au soleil. Elle sera installée de manière à être facilement accessible mais au minimum à 2.5m du sol. La sonde extérieure est représentée par la figure (VI.8)



Figure VI.8 : sonde extérieur

- **Régulateur**

Un régulateur à pour tache de mesurer en permanence la valeur de la grandeur réglée (sonde) et la comparer avec la valeur de consigne, selon le résultat de cette comparaison le régulateur envoyer un signal de sortie destiné à l'actionneur de façon à ce que la valeur de la grandeur réglée reste égale à la valeur de consigne (figure VI.9).



Figure VI.9 : régulateur de température

- **L’actionneur**

Les actionneurs sont des moteurs qui permettent de modifier le positionnement d’un organe de réglage.

Dans les installations de ventilation et de conditionnement d’air, les organes de réglage qui l’on rencontre sont destinés à agir sur un débit-volume d’eau ou un débit-volume d’air.

Dans le cas d’un débit-volume d’eau, l’organe de réglage utilisé est une vanne.

Pour notre projet on utilise une vanne 3 vois (figure VI.10)



Figure VI.10: vanne 3 voies

Conclusion et recommandations

À travers ce thème de recherche, nous avons eu la possibilité d'avoir une idée claire sur l'importance du chauffage et de la climatisation dans le secteur du bâtiment.

Durant toutes les étapes réalisation de cette étude, nous avons essayé de conserver les conditions de confort de l'être humain. Pour cela, nous avons choisi la température et l'humidité optimales qui assurent le confort à tous les occupants de l'immeuble étudié. Ainsi, un système de ventilation est prévu pour l'élimination de toutes les odeurs indésirables.

Par ailleurs, nous avons les recommandations suivantes :

- ✓ Prévoir des dispositifs anti-vibrations pour réduire le bruit dû aux différents appareils de l'installation.

- ✓ Rechercher des solutions plus économiques aux problèmes posés pour faire le bon choix de ces appareils.

- ✓ Envisager l'utilisation de l'eau distillée pour assurer le bon fonctionnement de l'installation et la récupérer comme fluide caloporteur.

- ✓ Intégrer des technologies permettant la récupération de la chaleur résiduelle puisque c'est une opportunité à saisir dans le cadre des économies d'énergie.

Enfin, nous espérons que ce travail constituera un support solide pour la conception et le dimensionnement des installations de ventilation et de conditionnement d'air.

BIBLIOGRAPHIE

[1] .Document technique réglementaire (D.T.R C 3.2), réglementation thermique des bâtiments d'habitation, règle de calcul des d perditions calorifiques.

[2] Document technique réglementaire (D.T.R C 3.4), climatisation, règle de calcul des, apports calorifiques des bâtiments.

[3] II RIETSCHEL 'Traite de chauffage et de la climatisation tome 2 '.

[4] G. PORCHER 'Cours de climatisation, bases des calcules installations de climatisations.

[5] Le RECKNALE (manuel pratique génie climatique) ventilation, climatisation et conditionnement d'air.

[6] Yves COUASNET 'proprets et caractéristiques des martiaux de Construction référentiels normatifs', européennes et internationaux citres de Classement des performances.

[7] catalogue TOSHIBA climatisation 2010.

[8] CATALOGUE VENTILO-CONVECTEUR (DAIKIN).

[9] CATALOGUE L'air & clim

[10] Yves JANNOT 'thermique solaire'.

[11] ONM (Office National de Météorologie).

[12] CATALOGUE CIAT ''FICHE TECHNIQUE AQUACIAT''

[13] CATALOGUE CARRIER (Solutions de Chauffage et Climatisation)

Tableau A.1.1 : les conditions climatiques extérieures

				PERIODE HIVERNAL		**PERIODE ESTIVALE**	
Zone	Altitude	Latitude	Longitude	T°de base(c°)	L'humidité relative (%)	T°de base(c°)	L'humidité relative (%)
B	345	36,8°N	3°E	2	75	40	18

Tableau A.1.2 : les conditions climatiques intérieures :

DESIGNATION	PERIODE HIVERNALE		PERIODE ESTIVALE	
	T°i(c°)	(%)	T°i(c°)	(%)
Les bureaux	21	50	24	45
Hall à cages d'escaliers	18	50	24	45
Les salles	21	50	24	45
Salle des réunions	21	50	24	45

A.1.3 : Cahier de charge de RDC : h=4,08m

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	□(%)		T(c°)		volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
C.C.O	02	20,00	50	45	21	24	81,6
Salle du repose	02	12	50	45	21	24	48,96
Batterie	00	05	50	45	21	24	20,4
Halle	+05	17,55	50	45	21	24	71,607
Salle du cours	+11	56	50	45	21	24	228 ,48
Magasins matériels d'intervention	01	34	50	45	21	24	138 ,72

Tableau A.1.4 : cahier de charge de RDC

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	□(%)		T(c°)		volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Foyer	+15	30	50	45	21	24	144
Réfectoire	+15	45,5	50	45	21	24	185,64
Econome	01	3,36	50	45	21	24	13,708
Magasine	01	7	50	45	21	24	28,56
Salle du musculation	+04	31	50	45	21	24	126,48
Vestiaire	00	5,76	50	45	21	24	23,50

A.1.5.: Cahier de charge de 1erétage : h=3 ,06

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	□(%)		T(c°)		volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Bureau cheffe d'unité	01	24	50	45	21	24	73,44
secrétariat	01	16,5	50	45	21	24	50,49
Bureau 01	02	20	50	45	21	24	61,2
Bureau 02	02	20	50	45	21	24	61,2
Archives	01	12,5	50	45	21	24	37,179
DGT	00	12 ,5	50	45	21	24	38,25
HALLE à cage d'escalées	+05	14,35	50	45	21	24	43,911
Chambre agents 01	05	35,30	50	45	21	24	108 ,018
Chambre agents 02	05	35,30	50	45	21	24	108,018
Chambre agents 03	06	36,75	50	45	21	24	112,455
Chambre agents 04	06	35,75	50	45	21	24	112,455
Chambre agents 05	06	35 ,75	50	45	21	24	112,455
HALLE	+04	16,44	50	45	21	24	50,30
Vestiaire	00	43,52	50	45	21	24	133,17

Tableau A.1.6 : Cahier de charge de 1erétage

Désignation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	□(%)		T(c°)		volume
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Chambre officier 01	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 02	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 03	01	19	50	45	21	24	58,14
Chambre officier 04	01	19	50	45	21	24	58,14

Les tableaux des déperditions

REZ-DE-CHAUSSEE

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	MDC+VD	19,99	-	2,99	19	1135,63
Mur02	MDC+VD	16,72	-	2,99	19	949,86
Mur03	MSC	12,89	-	2,17	00	0,00
Mur04	MSC	12,72	-	2,17	03	82,81
Poteau	B .A	1,22	-	0,34	19	7,88
Dalle	Plancher	20,00	-	2,04	19	775,20
Sol	Plancher	20,00	18	01	19	380,00
Porte03	P.E	1,78	-	2,4	00	0,00
Porte07	P.E	1,59	-	2,4	03	11,45
Porte03	P.E	1,78	-	2,4	03	12,82
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						3355,65
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						671,13
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						653,30
La somme totale des déperditions Dot (w)						***4680,08***

Tableau A.2.1 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de C.C.O

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur01	MDC 01	9 ,78	-	0,84	19	156,09
Mur02	MSC02	14,64	-	2,17	00	0,00
Mur03	MSC03	12,44	-	2,17	03	80,98
Mur04	MSC04	12,86	-	2,17	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Fenêtre	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Port	PE	1,78	-	2,4	03	12,82
Dalle	Plancher	12	-	2,04	19	465,12
Sol	plancher	12	13,18	01	19	228,00
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1087,69
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						217,53
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						432,08
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1737,3***

Tableau A.2.2 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la salle de repos

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur01	MDC 01	12,85	-	0,84	19	205,09
Mur02	MDC 02	17,54	-	0,84	19	279,94
Mur03	MDC 03	22,64	-	0,84	03	57,05
Mur04	MSC 04	38,35	-	2,17	19	1581,17
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	03	1,24
Port	P.A	2,28	-	2,4	19	103,97
Port	P.A	2,28	-	2,4	19	103,97
Fenêtre	F01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre	F01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre	F01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre	F01	1,44	-	05	19	136,80
Dalle	Plancher	56	-	2,04	19	2170,56
Sol	plancher	56	21,1	01	19	1064,00
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						6129,95
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						1225,99
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						1555,74
La somme totale des déperditions Dot (w)						***8911,68***

Tableau A.2.3 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la salle de cours

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	MDC 01	19,17	-	0,84	03	48,31
Mur 02	MDC 02	11,38	-	0,84	19	181,62
Mur 03	MSC 03	30,39	-	2,17	00	0,00
Mur 04	MSC 04	13,01	-	2,27	03	88,60
Sol	Plancher	25,30	19,19	01	19	480,70
Dalle	Plancher	25,30	-	2,04	19	980,63
Port	PA1	3,78	-	2,4	16	145,15
Port	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1945,70
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						389,14
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						684,74
La somme totale des déperditions Dot (w)						***3019,58***

Tableau A.2.4 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la HALLE

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	33,82	-	0,84	19	539,77
Mur 02	M.D.C	14,28	-	0,84	03	35,99
Mur 03	M.S.C	52,59	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	13,87	-	2,17	00	0,00
Poteau 01	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau 02	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau 03	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau 04	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Sol	Plancher	34,00	36,38	01	19	646,00
Dalle	Plancher	34,00	-	2,04	19	1317,84
Porte	P02	2,52	-	2,4	00	0,00
Fenêtre 01	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 02	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 03	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 04	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 05	FA01	1,44	-	05	19	136,80
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						3255,118
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						651,02
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						1148,97
La somme totale des déperditions Dot (w)						***5054,99***

Tableau A.2.5 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la magasines matérielles d'intervention

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	13,09	-	0,84	19	208,92
Mur 02	M.D.C	12,19	-	0,84	19	194,55
Mur 03	M.S.C	17,95	-	2,17	03	116,85
Mur 04	M.S.C	32,02	-	2,17	00	0,00
Fenêtre 01	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 02	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 03	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Poteau	B.A	1,22	-	2,4	19	55,63
Sol	Plancher	30	24,5	01	19	570,00
Dalle	Plancher	30	-	2,04	19	1162,80
Porte	PA3	2,52	-	0,34	19	16,28
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						2735,435
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						547,08
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						1002,48
La somme totale des déperditions Dot (w)						***4284,99***

Tableau A.2.6 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la Foyer

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	16,15	-	0,84	19	257,75
Mur 02	M.D.C	7,95	-	0,84	19	126,88
Mur 03	M.S.C	29,17	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	21,72	-	2,17	03	141,40
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Porte	PA3	2,52	-	2,4	19	114,91
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Fenêtre 01	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 02	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre 03	FA05	7,34	-	05	19	697,30
Fenêtre 04	FA05	7,34	-	05	19	697,30
Dalle	Plancher	45,5	-	2,04	19	1763,58
sol	plancher	45,5	27,1	01	19	864,50
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						4965,80
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						993,07
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						1284,14
La somme totale des déperditions Dot (w)						***6308,3***

Tableau A.2.7 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la REFECTOIRE

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	6,07	-	0,84	19	96,88
Mur 02	M.S.C	9,22	-	2,17	03	60,02
Mur 03	M.S.C	5,14	-	2,17	03	33,46
Mur 04	M.S.C	2,24	-	2,17	03	14,58
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Dalle	Plancher	3,36	-	2,04	19	130,23
sol	Plancher	3,36	7,5	01	19	63,84
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						411,83
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						82,36
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						149,74
La somme totale des déperditions Dot (w)						***643,94***

Tableau A.2.8 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de l'économe

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	8,44	-	0,84	19	134,70
Mur 02	M.D.C	4,32	-	0,84	19	68,95
Mur 03	M.S.C	12,68	-	2,17	03	82,55
Mur 04	M.S.C	2,24	-	2,17	03	14,58
Fenêtre	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Porte	PA4	1,97	-	2,4	19	89,83
Dalle	Plancher	7	-	2,04	19	271,32
sol	Plancher	7	10,74	01	19	133,00
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						931,73
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						186,34
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						250,49
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1368,56***

Tableau A.2.9 : les déperditions thermique à travers les différentes parois du magasine

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	5,71	-	0,84	19	91,132
Mur 02	M.S.C	9,46	-	2,17	00	0,000
Mur 03	M.S.C	9,79	-	2,17	00	0,000
Mur 04	M.S.C	5,95	-	2,17	03	38,735
Fenêtre	FA03	0,3	-	05	19	28,500
Fenêtre	FA03	0,3	-	05	19	28,500
Porte	P07	1,44	-	2,4	00	0,000
Sol	plancher	5,76	9,44	01	19	109,440
Dalle	Plancher	5,76	-	2,04	19	223,258
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						519,56
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						103,91
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						228,94
La somme totale des déperditions Dot (w)						***852,41***

Tableau A.2.10 : les déperditions thermique à travers les différentes parois des les vestiaires

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	9,45	-	0,84	19	150,82
Mur 02	M.S.C	19,46	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	20,52	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	24,68	-	2,17	00	0,00
Fenêtre	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Fenêtre	FA01	1,44	-	05	19	136,80
poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Sol	plancher	31	22,16	01	19	589,00
Dalle	Plancher	31	-	2,04	19	1201,56
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						2222,86
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						444,57
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						924,94
La somme totale des déperditions Dot (w)						***3592,37***

Tableau A.2.11 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la salle de la musculation

1iere ETAGE

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	14,99	-	2,99	91	4078,63
Mur 02	M.D.C	14,99	-	2,99	19	851,58
Mur 03	M.S.C	14,99	-	2,17	03	97,58
Mur 04	M.S.C	8,62	-	2,17	00	0,00
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Porte	P03	1,78	-	2,4	00	0,00
Dalle	Plancher	24	-	0,40	19	182,40
sol	Plancher	24	19,6	0,27	19	123,12
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						5346,13
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						1069,22
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						610,68
La somme totale des déperditions Dot (w)						***7026,03***

Tableau A.2.12 : les déperditions thermique à travers les différentes parois Du bureau cheffe d'unité

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	10,40	-	0,84	19	165,98
Mur 02	M.S.C	10,58	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	11,19	-	2,17	03	72,85
Mur 04	M.S.C	7,71	-	2,17	00	0,00
Porte	P03	1,78	-	2,4	00	0,00
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
fenêtre	FA03	1,82	-	05	19	172,90
Dalle	Plancher	16,50	-	0,40	19	125,40
Sol	plancher	16,50	16,32	0,27	19	84,65
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						634,59
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						126,91
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						438,33
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1199,83***

Tableau A.2.13 : les déperditions thermique à travers les différentes parois du secrétariat

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	7,95	-	0,84	19	126,88
Mur 02	M.D.C	11,01	-	0,84	19	175,72
Mur 03	M.S.C	11,93	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	12,11	-	2,17	00	0,00
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Dalle	plancher	20	-	0,40	19	152,00
Sol	Plancher	20	18,2	0,27	19	102,60
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						931,58
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						186,31
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						518,93
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1636,82***

Tableau A.2.14 : les déperditions thermique à travers les différentes parois du bureau 01

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	10,40	-	0,84	19	165,98
Mur 02	M.D.C	11,93	-	0,84	00	0,00
Mur 03	M.S.C	11,50	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	11,93	-	2,17	00	0,00
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Fenêtre	FA03	1,82	-	05	19	172,90
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Dalle	Plancher	20	-	0,40	19	152,00
Sol	plancher	20	17,8	0,27	19	102,60
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						614,18
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						122,83
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						518,02
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1255,03***

Tableau A.2.15 : les déperditions thermique à travers les différentes parois du bureau 02

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	10,58	-	0,84	19	168,86
Mur 02	M.S.C	10,58	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	7,86	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	10,74	-	2 ,17	03	69,92
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Sol	Plancher	12,15	13,94	0,27	19	62,33
Dalle	Plancher	12,15	-	0,40	19	92,34
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						406,26
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						81,20
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						348,20
La somme totale des déperditions Dot (w)						***835,66***

Tableau A.2.16 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de l'archives

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	14,38	-	0,84	03	36,24
Mur 02	M.D.C	10,40	-	0,84	19	165,98
Mur 03	M.D.C	9,79	-	0,84	00	0,00
Mur 04	M.S.C	5,35	-	2,17	00	0,00
Mur 05	M.S.C	3,37	-	2,17	00	0,00
Mur 06	M.S.C	4,66	-	2,17	00	0,00
Porte	P07	2,25	-	2,4	00	0,00
Porte	P07	1,81	-	2,4	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Sol	Plancher	28,7	-	0,27	19	147,23
dalle	Plancher	28,7	-	0,40	19	218,12
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						740,47
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						148,09
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						689,03
La somme totale des déperditions Dot (w)						**1577,59**

Tableau A.2.17 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la halle

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	21,11	-	0,84	00	0,00
Mur 02	M.D.C	7,03	-	0,84	19	112,20
Mur 03	M.S.C	12,11	-	2,17	03	78,84
Mur 04	M.S.C	21,11	-	2,17	00	0,00
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Sol	Plancher	36,75	24,80	0,27	19	188,53
dalle	Plancher	36,75	-	0,40	19	279,30
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1017,48
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						203,49
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						885,94
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2106,91***

Tableau A.2.18 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la chambre agent 01

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.S.C	21,11	-	2,17	00	0,00
Mur 02	M.D.C	7,03	-	0,84	19	112,20
Mur 03	M.S.C	12,11	-	2,17	03	78,84
Mur 04	M.S.C	21,11	-	2,17	00	0,00
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Sol	Plancher	36,75	24,80	0,27	19	188,53
dalle	Plancher	36,75	-	0,40	19	279,30
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1017,48
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						203,49
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						885,94
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2106,91***

Tableau A.2.19 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la chambre agent 02

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.S.C	21,11	-	2,17	00	0,00
Mur 02	M.D.C	7,03	-	0,84	19	112,20
Mur 03	M.S.C	12,11	-	2,17	03	78,84
Mur 04	M.S.C	10,09	-	2,17	03	65,69
Mur 05	M.D.C	12,85	-	0,84	03	32,38
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	00	0,00
Sol	Plancher	36,75	24,80	0,27	19	188,53
dalle	Plancher	36,75	-	0,40	19	279,30
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1115,55
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						223,11
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						891,62
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2230,28***

Tableau A.2.20 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la chambre agent 03

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	9,18	-	0,84	19	146,51
Mur 02	M.S.C	14,99	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	18,23	-	2,17	03	118,68
Mur 04	M.S.C	14,99	-	2,17	03	97,58
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	03	1,24
Dalle	Plancher	35,30	-	0,40	19	268,28
Sol	plancher	35,30	24,20	0,27	19	181,09
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1352,79
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						270,55
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						806,79
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2430,13***

Tableau A.2.21 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la chambre agent 04

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	9,18	-	0,84	19	146,51
Mur 02	M.S.C	14,99	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	18,23	-	2,17	03	118,68
Mur 04	M.S.C	14,99	-	2,17	03	97,58
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	03	1,24
Dalle	Plancher	35,30	-	0,40	19	268,28
Sol	plancher	35,30	24,20	0,27	19	181,09
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1352,79
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						270,55
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						806,79
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2430,13***

Tableau A.2.23 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la chambre agent 05

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	18,66	-	0,84	19	297,81
Mur 02	M.D.C	11,01	-	0,84	19	175,72
Mur 03	M.S.C	15,91	-	2,17	03	103,57
Mur 04	M.S.C	17,93	-	2,17	03	116,72
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
Porte	P03	1,78	-	2,4	00	0,00
Porte	P07	2,28	-	2,4	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	18	7,47
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Sol	Plancher	42,30	26,40	0,27	19	217,00
Dalle	Plancher	42,30	-	0,40	19	321,48
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						1617,10
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						323,42
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						1003,67
La somme totale des déperditions Dot (w)						***2944,19***

Tableau A.2.24 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de las vestiaires

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	7,03	-	0,84	19	112,20
Mur 02	M.D.C	10,40	-	0,84	03	26,21
Mur 03	M.D.C	7,03	-	0,84	00	0,00
Mur 04	M.D.C	7,34	-	0,84	00	0,00
Mur 05	M.D.C	3,97	-	0,84	19	63,36
Mur 06	M.S.C	7,65	-	2,17	03	49,80
Mur 07	M.S.C	15,91	-	2,17	00	0,00
Mur 08	Men béton	3,37	-	0,57	00	0,00
Porte	PA03	2,52	-	2,4	19	114,91
Porte	PA03	2,52	-	2,4	19	114,91
Porte	PA03	2,28	-	2,4	00	0,00
Porte	PA03	2,28	-	2,4	00	0,00
Fenêtre	FA01	1,44	-	05	19	136,80
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Dalle	Plancher	26,52	-	0,40	19	201,55
Sol	Plancher	26,52	31,14	0,27	19	136,05
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						995,20
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						199,04
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						726,56
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1920,8***

Tableau A.2.25 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la halle

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	11,32	-	0,84	19	180,67
Mur 02	M.D.C	12,39	-	0,84	19	197,74
Mur 03	M.S.C	13,46	-	2,17	00	0,00
Mur 04	M.S.C	13,49	-	2,17	03	87,82
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Sol	Plancher	19	18,7	0,27	19	97,47
Dalle	plancher	19	-	0,40	19	144,40
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						909,58
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						181,91
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						518,95
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1610,44***

Tableau A.2.26 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la CH office 01

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	18,66	-	0,84	19	297,81
Mur 02	M.D.C	11,32	-	0,84	19	180,67
Mur 03	M.S.C	11,50	-	2,17	03	74,87
Mur 04	M.S.C	13,16	-	2,17	00	0,00
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Sol	Plancher	19	17,4	0,27	19	97,47
Dalle	plancher	19	-	0,40	19	144,40
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						996,69
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						199,33
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						531,29
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1727,31***

Tableau A.2.27 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la CH office 02

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	12,24	-	0,84	19	195,35
Mur 02	M.D.C	11,01	-	0,84	19	175,72
Mur 03	M.S.C	12,24	-	2,17	03	79,68
Mur 04	M.S.C	11,81	-	2,17	03	76,88
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Sol	Plancher	19	17,8	0,27	19	97,47
Dalle	plancher	19	-	0,40	19	144,40
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						955,22
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						191,04
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						500,99
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1647,25***

Tableau A.2.28 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la CH office 03

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.D.C	10,25	-	0,84	19	163,59
Mur 02	M.D.C	12,24	-	0,84	19	195,35
Mur 03	M.S.C	11,35	-	2,17	03	73,89
Mur 04	M.S.C	12,24	-	2,17	03	79,68
Fenêtre	FA02	1,82	-	05	19	172,90
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
Sol	Plancher	19	17,3	0,27	19	97,47
Dalle	plancher	19	-	0,40	19	144,40
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						940,10
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						188,02
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						497,18
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1625,3***

Tableau A.2.29 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la CH office 04

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($w/m.C^{-1}$)	ΔT(°C)	Déperditions (w)
Mur 01	M.S.C	5,85	-	2,17	03	38,08
Mur 02	M.S.C	4,83	-	2,17	00	0,00
Mur 03	M.S.C	14,53	-	2,17	03	94,59
Mur 04	M.S.C	4,86	-	2,17	00	0,00
Mur 05	M.S.C	5,07	-	2,17	03	33,01
Mur 06	M.S.C	15,78	-	2,17	03	102,73
Mur 07	M.S.C	12,39	-	2,17	03	80,66
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
porte	P03	1,78	-	2,4	03	12,82
porte	P07	1,57	-	2,4	00	0,00
porte	P07	1,59	-	2,4	00	0,00
porte	P07	1,59	-	2,4	00	0,00
porte	P07	1,59	-	2,4	00	0,00
porte	PA4	1,97	-	2,4	19	89,83
Poteau	B.A	1,22	-	0,34	19	7,88
Sol	Plancher	25,6	-	0,27	19	131,33
Dalle	plancher	25,6	-	0,40	19	194,56
La somme des déperditions par transmission Dt(w)						823,93
Les déperditions à travers les liaisons Dli(w)						164,78
Les déperditions par renouvellement d'air (w)						745,14
La somme totale des déperditions Dot (w)						***1734,85***

Tableau A.2.30 : les déperditions thermique à travers les différentes parois de la halle



Ventilo-convecteur de type Cassette à voie de soufflage circulaire **FWC-BT/BF**

Unités intérieures				2-Tubes				4-Tubes			
				06	07	08	09	06	07	08	09
Puissance frigorifique	Totale capaciteit	Haut	kW	6,0	7,0	8,0	9,0	6,0	6,7	7,8	8,9
Puissance calorifique	2-tubes	Haut	kW	8,0	8,9	10,6	12,1	-			
	4-tubes	Haut	kW	-				7,5	8,4	9,7	11,0
Puissance absorbée	Haut		W	29	40	65	94	28	40	64	93
Dimensions	Unité	Hauteur x Largeur x Prof.	mm	288x840x840				288x840x840			
Chute de pression d'eau	Refroidissement		kPa	19	22	29	35	20	25	32	41
	Chauffage			19	22	29	35	17	20	27	34
Ventilateur	Type			Turbo				Turbo			
	Débit d'air	Haut	m^3/u	17,7	20,6	25,4	30,8	17,1	19,9	24,6	29,0
Niveau de puissance sonore	Haut		dBA	46	49	55	59	43	47	53	57
Niveau de pression sonore	Haut		dBA	30	34	39	44	29	33	39	43
Raccords de tuyauterie	Evacuation	DE	mm	VP25 (dia. extérieur 32, dia. intérieur 25)				VP25 (dia. extérieur 32, dia. intérieur 25)			
Alimentation électrique	Phase / Fréquence / Tension		Hz / V	1~ / 50 / 220-240				1~ / 50 / 220-240			

La caractéristique technique d'un VC type cassette ***FWC-BT/BF***



Ventilo-convecteur de type console carrossé murale **FWV01, 02DT/DF**

Unités intérieures				2-Tubes							4-Tubes						
				01	02	03	04	06	08	10	01	02	03	04	06	08	10
Puissance frigorifique	Puissance totale	Haut	kW	1,54	2,09	2,93	4,33	4,77	6,71	8,02	1,46	1,90	2,87	4,33	4,67	6,64	7,88
	Puissance sensible	Haut	kW	1,20	1,51	2,11	3,15	3,65	4,91	5,96	1,14	1,51	2,07	3,15	3,57	4,85	5,85
Puissance calorifique	2 tubes	Haut	kW	2,14	2,57	3,81	5,63	6,36	7,83	10,03	-						
	4 tubes	Haut	kW	-							1,90	2,10	3,08	5,05	5,30	7,91	9,30
Puissance absorbée	Haut		W	37	53	56	98		137	175	37	53	56	98		137	175
Dimensions	Unité	Hauteur x Largeur x Prof.	mm	564x774x226		564x984 x226	564x1.194x226		564x1.404x251		564x774x226		564x984 x226	564x1.194x226		564x1.404x251	
Poids	Unité		kg	19	20	25	30	31	41		20	21	26	32	33	44	
Échangeur de chaleur	Volume d'eau		l	0,5	0,7	1	1,4		2,1		0,5	0,7	1	1,4		2,1	
Échangeur de chaleur supplémentaire	Volume d'eau		l	-							0,2		0,3	0,4		0,6	
Débit d'eau	Refroidissement		l/u	265	359	504	745	820	1.154	1.343	251	327	494	745	803	1.142	1.355
	Chauffage		l/u	265	359	504	745	820	1.154	1.343	196	182	286	396	465	694	816
Chute de pression d'eau	Refroidissement		kPa	13		11	12	14	12	19	13		11	12	14	12	19
	Chauffage		kPa	9	11	9		10	9	16	7	8	5	10		8	9
Ventilateur	Type			Centrifuge, double aspiration							Centrifuge, double aspiration						
	Débit d'air	Haut	m^3/u	319	344	442	706	785	1.011	1.393	307	327	431	690	763	998	1.362
Niveau de puissance sonore	Haut		dBA	45	50	47	52	56	58	64	45	50	47	52	56	58	64
Raccords de tuyauterie	Évacuation	DE	mm	16							16						
Raccords de tuyauterie	Éch. chaleur standard		pouce	1/2					3/4		1/2					3/4	
Alimentation électrique	Phase / Fréquence / Tension		Hz / V	1 / 50 / 230							1 / 50 / 230						
Entrée de courant	Haut		A	0,17	0,24	0,25	0,44	0,43	0,60	0,76	0,17	0,24	0,25	0,44	0,43	0,60	0,76

La caractéristique technique d'un VC de type console carrossé murale **FWV01, 02DT/DF**



Groupes de production d'eau glacée DYNACIAT série LG - LGP

DYNACIAT LG

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET ÉLECTRIQUES

DynaCiat® LG - LGP		120V	150V	200V	240V	300V	350V	400V	500V	540V	600V	753Z	900Z	1000Z	1100Z	1200Z
Puissance frigorifique ①	kW	34.7	45.6	61.5	69.0	91.3	105.1	119.3	147.8	159.6	182.4	208.0	249.0	272.0	315.2	347.0
Puissance absorbée ①	kW	7.5	9.6	13.0	15.2	19.2	22.3	25.4	32.0	34.4	38.4	55.0	67.0	74.0	78.35	85.5
Efficacité EER ③		4.62	4.75	4.73	4.53	4.75	4.71	4.69	4.62	4.63	4.75	3.78	3.72	3.67	4.02	4.06
Puissance calorifique ②	kW	39.9	52.7	70.4	79.4	105.3	120.6	137.7	163.9	184.1	205.0	250.0	301.0	330.0	374.15	413.10
Puissance absorbée ②	kW	9.3	11.9	16.4	18.8	23.9	27.4	31.3	39.1	42.6	48.2	68.0	83.0	92.0	96,5	105.0
Performances COP ③		4.29	4.42	4.29	4.22	4.40	4.40	4.39	4.19	4.32	4.25	3.67	3.62	3.58	3.87	3.93
Niveau puissance sonore	dB(A)	67.0	70.0	69.0	70.0	73.0	74.0	75.0	76.0	75.0	76.0	78.0	79.0	79.0	81.0	82.0
Compresseur		SCROLL hermetique 2900 tr/mn														
Mode de démarrage		Direct en cascade														
Nombre		1		2						4		3	4			
Type huile frigorifique		POE 3MAF (32 cst).										POE ISO32-160SZ				
Quantité d'huile	l (cir1)	3.25	4.14	6.50	6.50	8.28	8.84	9.76	11.24	8.28	8.28	16.0	16.0	16.0	16.4	16.8
	l (cir2)	-	-	-	-	-	-	-	-	6.50	8.28	8.0	16.0	16.0	16.4	16.8
Nb circuits frigorifiques		1								2						
Fluide frigorigène		R410A										R407C				
Charge frigorigène	kg (cir1)	3.1	4	6	6.7	9,5	11	12.5	16.3	6.7	9.6	7.7	12.3	13.3	14.2	16.8
	kg (cir2)	-	-	-	-	-	-	-	-	9.3	9.6	13.3	13.3	13.3	14.2	16.8
Alimentation électrique	ph/Hz/V	3~50Hz 400V (+6%/-10%) + Terre														



la pompe centrifuge-circulation-eau

LRC	Roue Impeller DN (cm)	P3 mm	X mm	Z1 mm
404-204	12 à /to 16	65	210	190
405-205-406-206		75		
408-208		65	250	230
410-210		83		
404-204-405-205	17 à/to 25	95	210	190
406-206		129	250	230
408		141		
410		166		
412		191		
415		230	184	235
410	30 à/to 36		180	370
412			200	283
415			240	375

JRC	Roue Impeller DN (cm)	P3 mm	X mm	Z1 mm
405-406-408-410	12 à /to 16	30	365	228
205-206-208-210				
405-406-408 410-412-205	17 à/to 25	38	494	350
410	30 à/to 36	23	480	487
412			500	
415	20 à/to 25	27	400	432
415	30 à/to 36	24	530	487
420	22 à/to 25	103	470	450

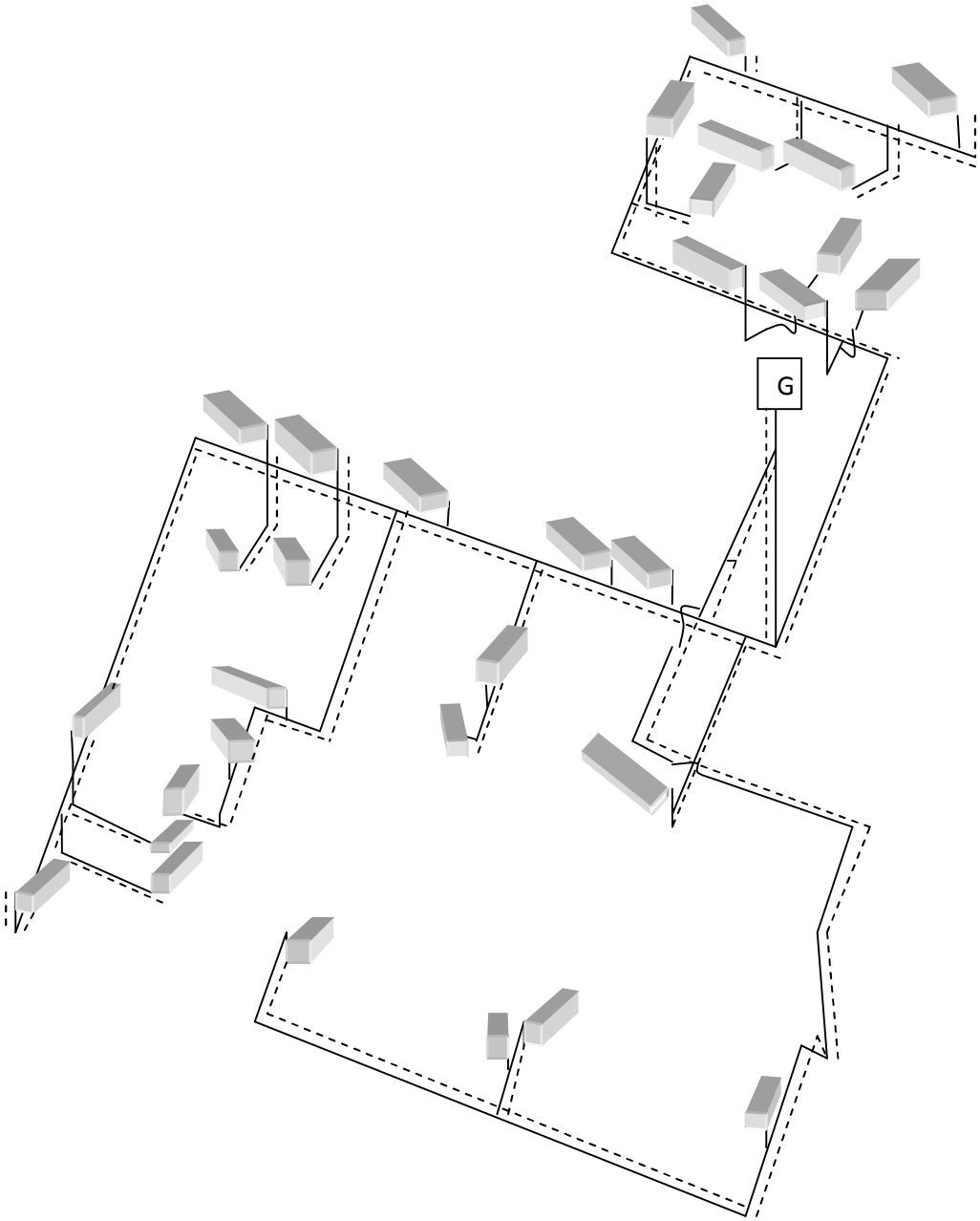
Vase d'expansion type salmson



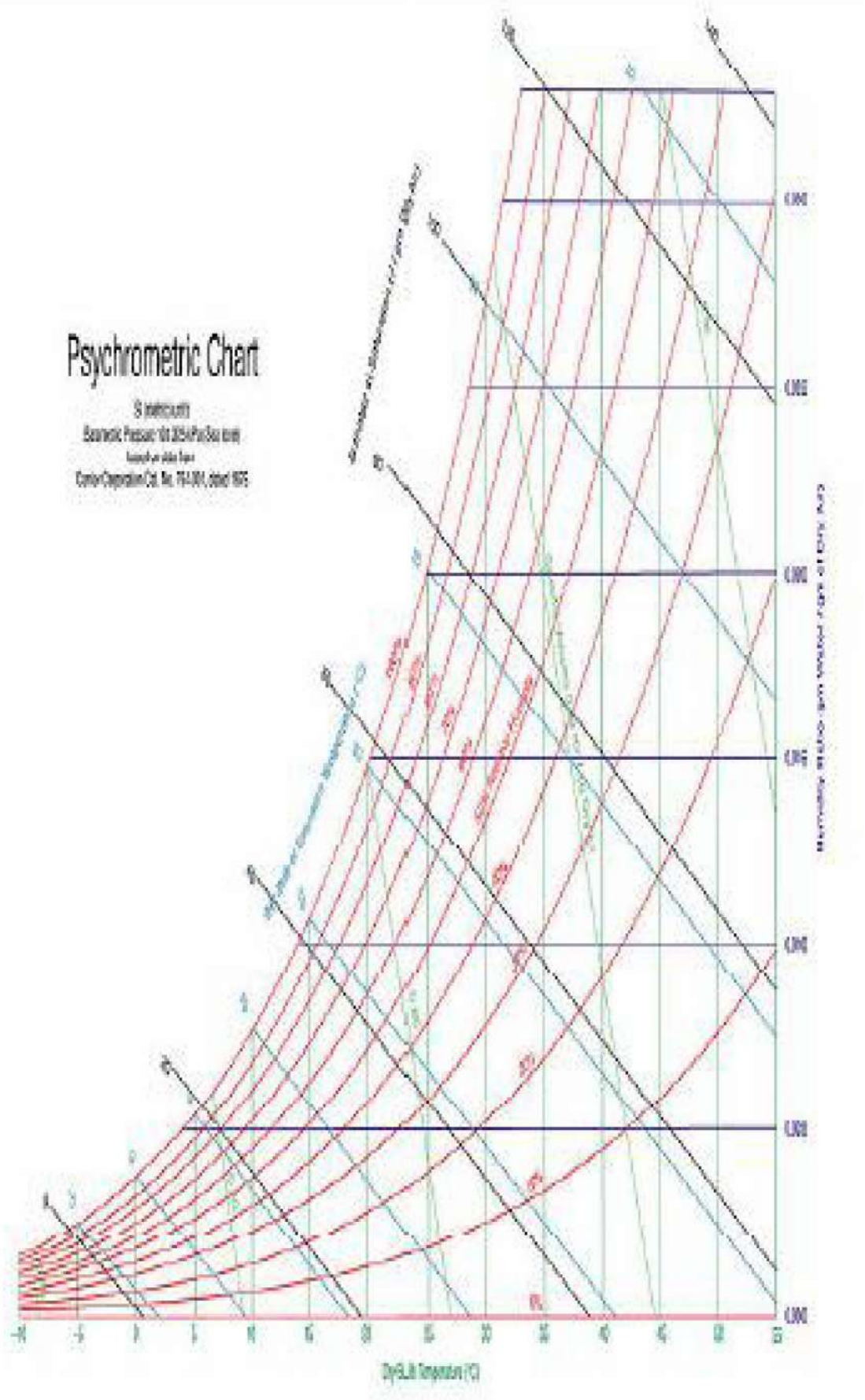
La caractéristique technique du vase d'expansion

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

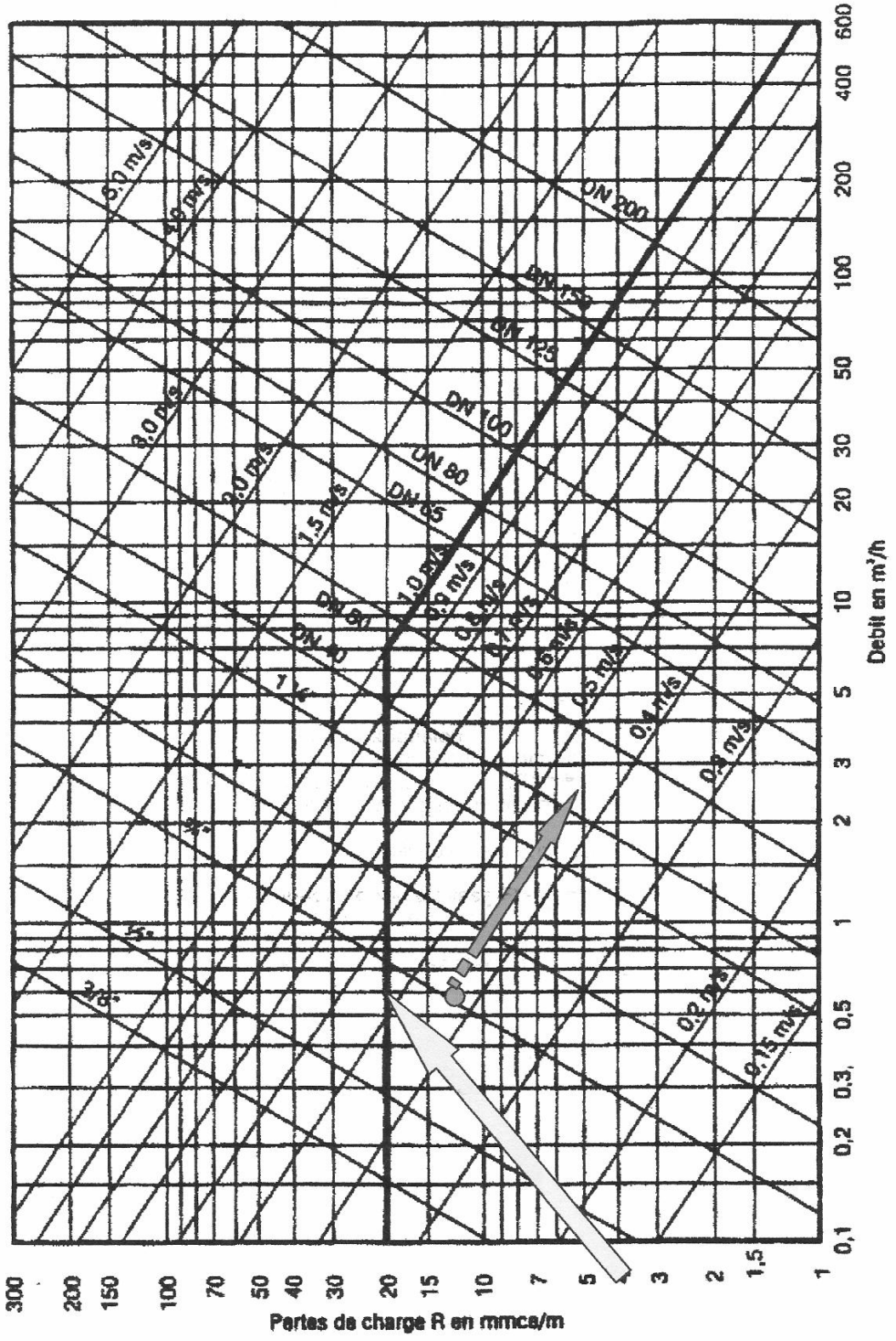
AXONOMITRE



VENTILO-CNVECTEUR	
RESEAU D'EAU GLACEE	———
RESEAU D'EAU CHAUDE	- - - - - - - -


Psychrometric Chart
Carrier Corporation Cat. No. 794-001, dated 1965
Dry-Bulb Temperature (°F)

TUYAU ACIER


Debit en m³/h
600
400
200
100
50
30
20
10
5
3
2
1
0,5
0,3
0,2
0,1
Pertes de charge R en mmca/m
300
200
150
100
70
50
40
30
20
15
10
7
5
4
3
2
1,5
1
DN 200
DN 150
DN 125
DN 100
DN 80
DN 65
DN 50
DN 40
5.0 m/s
4.0 m/s
3.0 m/s
2.0 m/s
1.5 m/s
1.0 m/s
0.9 m/s
0.8 m/s
0.7 m/s
0.6 m/s
0.5 m/s
0.4 m/s
0.3 m/s
0.2 m/s
0.15 m/s

VENTILO-CONVECTEUR

VISIBLE DANS LA PIÈCE



Avantages

• Investisseurs et architectes :
– Investissement réduit
• Installateurs :
– Facile à installer
• Utilisateur final :
– Accès direct au produit
• Limites de l’application :
– Pas d’intégration d’air neuf

PLAN (RDC)



PLAN D’ETAGE


Unité secondaire de protection
civile BOUGHEZOUL
PLAN D'ETAGE
RAVT
SCG
Terrasse Accessible
Chambre
Agents
HALL
Plan d'etage