République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie de Procédés et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Génie Mécanique

Option : Génie Climatique

Thème

Etude et dimensionnement d'une installation de climatisation pour un immeuble hospitalier

Réalisé par:

BOUGUERRA Fayçal

et

RAFAA Ali

Dirigé par :

Dr Triki.Z

et

Mr Selloum.A

Remerciements

On remercie tout d'abord Allah de nous avoir donné le courage d'entamer et de finir ce mémoire dans des bonnes conditions.

On remercie vivement notre encadreur, le professeur **TRIKI ZAKARIA** :

d'avoir encadré ce travail avec beaucoup de compétences

Merci pour votre indéfectible disponibilité, votre rigueur scientifique et la confiance que vous avez accordée pour nous au cours de l'élaboration de ce mémoire ; merci pour l'acuité de vos critiques et pour vos conseils éclairés.

On remercie également les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail

Nos remerciements vont également à Mr **SELLOUM AHMED** , pour son indéfectible disponibilité et pour les efforts consentis afin de nous assurer des meilleures conditions de travail.

On remercie les enseignants **Mr Chiba** et **Mr Bouaziz** et bien sûr **Mr Triki** pour leurs fidélité à leurs travail et tout ceux qui ont contribué à notre formation depuis le primaire jusqu'au jour d'aujourd'hui c'est grâce à vous que nous somme arrivé la merci infiniment.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers,

je cite :

-Ma mère la plus cher au monde, que dieu la garde et la protège, et mon très chère père qui doit être fière de ce moment paix à son âme.

-Mes frères Moncef et Ryad

-Ma fiancé et future femme qui m'a beaucoup aidé dans ce projet

Toute la famille Menacere et Bouguerra

Sans oublier mes amis avec leurs encouragements

Comme je souhaite un bon courage pour toute la promotion 2020 de l'Université Dr Yahia Farés de Médéa

BOUGUERRA

Dédicace

je dédie ce travail à :

ma mère, source de tendresse et d'amours pour son soutien tout le long de ma vie scolaire.

mon père, qui m'a toujours soutenu et qui a fait tout son possible pour m'aider.

mes frères et mes sœurs, que j'aime beaucoup.

ma grande famille.

mes cher ami (e) s, et enseignants.

Tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

Rafaa Ali

Sommaire

SOMMAIRE :

CHAPITRE I : présentation du projet

I.1. Introduction ……..…**1**

I.2. But du projet …..…….…**.....1**

I.3. Situation géographique ……..…..**1**

I.4. Conditions climatiques de bases extérieures …….. 2

I.5. Conditions climatiques d'un HOPITAL ……...……3

I.6. Conditions climatiques intérieures.....4

I.7. Cahier de charge de l'immeuble.....5

CHAPITRE II : calcul thermique et étude de condensation

II.1. Introduction ……..…….……..**8**

II.2. Transferts thermiques …..……..…….……..…..…**8**

II.2.1. Transfert par conduction ……...**8**

II.2.2. Transfert par convection …….…….……...…..**9**

II.2.3. Transfert par rayonnement …….....……**10**

II.3. Calcul des coefficients de transmission thermique surfacique (K) pour les différentes parois …….…….....…..**10**

II.3.1. Application au projet ……..…….……..**11**

a) Mur extérieur (mur double cloison) ……..…..…..…..…..**11**

b) Mur extérieur (mur béton) ……..……...……..…..…….**13**

c) Mur intérieur (entre locaux)……...…..…….....…… **14**

d) Le double vitrage ..…….……..….**15**

e) Plancher entre étage ……..……....**16**

f) Porte opaque en bois ……..……..**18**

II.4. Vérification de la résistance thermique ……..…..……**18**

II.5. Phénomènes de condensation ……..……**19**

II.5.1. La condensation superficielle…….……**19**

II.5.2. La condensation dans la masse ……...**22**

a) Calcul de température de chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..……..…….....**22**

b) Calcul de pressions de saturation de chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..……..……**23**

c) Calcul de pression partielle pour chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..……...**23**

CHAPITRE III : calcul de bilan thermique

III.1. Introduction ……**27**

III.2. Calcul des apports thermiques des différents locaux……..……..**28**

III.2.1.Définition……..……..**28**

III.2.2.Méthode de calcul …….....**28**

III.2.3. Apports calorifiques sensibles et latents ……..…….**29**

III.2.4. Apports à travers les parois opaques..…..…….……**29**

III.2.5 Apports à travers les parois vitrées ……**29**

III.2.5.1. Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées……...**30**

III.2.5.2. Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées…….....**30**

III.2.6. Apports de chaleur internes ……**30**

III.2.6.1. Définition ……..……..…….**30**

III.2.6.2. principes de calcul ……**31**

III.2.6.3. calcul des apports internes ……..…**31**

III.2.7. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur ……..**32**

III.2.7.1.Définition……..…**32**

III.2.7.2. Expression des apports de chaleur par introduction d'air extérieur……..……..**32**

a) Le débit d'air neuf ……...**33**

b) le débit d'air dû aux infiltrations ……**33**

III.2.8. Variation de température sèche de l'air extérieur …….……**34**

III.2.9. Evaluation des apports calorifiques.……...**36**

III.2.10. vérification réglementaire ….……..**41**

III.2.11. Conclusion .....……..……..**44**

III.3. Calcul des déperditions thermiques pour différents locaux (dimensionnement du chauffage)…….……**44**

III.3.1.calcul des déperditions de base par transmission.……**44**

III.3.1.1. Déperditions surfaciques par transmission à travers les ponts thermiques……**45**

III.3.1.2. Les déperditions à travers les ponts thermiques ..……**45**

III.3.1.3. Les déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol ……**46**

III.3.1. 4. Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés ……..……**46**

III.3.2. Les déperditions par renouvellement d'air.……**47**

III.3.3. Evaluation des déperditions thermiques…….**48**

III.3.4.Vérification réglementaire ……**51**

CHAPITRE IV : **choix du système de climatisation**
IV.1. Introduction ……..……**51**

IV.1.1. Systèmes centralisés (tout air) **.....**……..…**52**

IV.1.2. Systèmes semi centralisés…… ….……...…….**52**

IV.1.3. Systèmes décentralisés**...**…..……..…….……**53**

IV.2. Choix du système de climatisation **...**……..……**53**

IV.2.1. Introduction…..**.....**…….……**53**

IV.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable)…..……..…**53**

IV.2.2.1. Définition …...……...……**53**

IV.2 .2 .2. Systèmes VRV 2 tubes 3tubes **.....**…….. **56**

IV.2.2.3. Risques de fuite de réfrigérant **...**……**56**

IV.2.2.4. Maintenance sur installation VRV **.....**……**56**

IV.2.2.5. Application des systèmes VRV**.....**……**57**

IV.2.2.6.Principe de fonctionnement du VRV à récupération d'énergie**.....**……...……**57**

IV.2.2.7. Flexibilité des systèmes VRV pour l'immobilier de bureau…….**.....**……**58**

IV.2.2.8. Différences essentielles entre une solution VRV et une solution type eau glacé……..……**58**

IV.2.2.9. Les principaux avantages du VRV :(selon les fabricants) **..61**

IV.3. Application au projet ……..……**63**

IV.3.1.Choix de l'appareillage……**65**

Liste des références bibliographiques.....**67**

ANNEXES.....**68**

Résumé

Ce travail comprend l'établissement d'un bilan calorifique ensuite de choisir le meilleur système compatible (chauffage et climatisation) qui consiste à fournir un climat approprié à l'intérieur de l'immeuble en contrôlant la température, l'humidité et le renouvellement de l'air de l'hôpital Frantz-Fanon de Blida, en mettant en place une étude complète et précise des différentes dimensions des locaux qu'il comprend en conjonction avec les coordonnées de l'aire géographique qui l'entoure.

Mots clés:

Système de climatisation, chauffage, climatisation, climat, température, l'humidité, renouvellement d'air, bilan thermique, coordonnées de l'aire géographiques.

التلخيص

تضمن هذا العمل اختيار نظام تكييف (تدفئة و تبريد) الذي يعمل على توفير مناخ ملائم داخل المكان بالتحكم بدرجة الحرارة، الرطوبة و تجديد الهواء لمستشفى وذلك من خلال إعداد توازن حراري عن طريق إقامة دراسة شاملة و دقيقة لمختلف ابعاد المكان التي يتضمنها مزامنة مع إحداثيات المنطقة الجغرافية المحيطة به ، بحيث تتيح لنا نتائج هذه الدراسات اختيار نظام تكييف مناسب يتماشى مع الظروف المناخية للمنطقة الجغرافية.

الكلمات الرئيسية:

نظام التكييف، تدفئة، تبريد، المناخ، الحرارة، الرطوبة، تجديد الهواء، توازن حراري، الإحداثيات الجغرافية.

Abstract

This work includes the establishment of a calorific balance then choosing the best compatible system (heating and air conditioning) which consists in providing an appropriate climate inside the room by controlling the

temperature, humidity and air renewal of the Frantz-Fanon hospital in Blida, by setting up a complete and precise study of the different dimensions of the premises it includes in conjunction with the coordinates of the geographic area which surrounds it.

Keys words:

Air conditioning, heating, climatisation, climate, température, humidity, air renewal, thermal equilibrium, coordinates geographical area.

Liste des figures

Liste des figures

CHAPITRE II :

Page

Figure II-1 : vue en coupe d'un mur extérieur double cloison……**11**

Figure II-2 : vue en coupe de mur en béton……**13**

Figure II-3 : vue en coupe d'un mur intérieur entre locaux……..**14**

Figure II-4 : vue en coupe d'un double vitrage……..**15**

Figure II-5 : vue en coupe plancher entre étage……**16**

Figure II-6 : porte opaque en bois……**18**

Figure II-7: Diagramme de Glaser pour mur à double cloison……**25**

CHAPITRE IV :

Figure IV.1: Unité intérieure Daikin type RXYQ-PR1……**59**

Figure IV.2 : Unité extérieure VRV type REYQ30P8……..**60**

Figure IV.3 : Schéma d'une installation VRV……**61**

Figure IV.4 : Casette intérieure DAKIN ultra plate.....**64**

Figure IV.5 : Unité extérieure DAKIN à récupération d'énergie……**64**

Liste des tableaux

Liste des tableaux

CHAPITRE I : **Page**

Tableau I.1 : Les conditions climatiques extérieures……..….**2**

Tableau I.2 : Performances techniques à attendre dans les zones à risques des établissement de santé……**3**

Tableau I.3 : Les conditions climatiques intérieures…….**4**

Tableau I.4 : Cahier de charge 1ér étage (H = 3.06 mètre)……**5**

Tableau I.5 : Les gains intérieurs……..**7**

CHAPITRE II :

Tableau II.1 : Résistance des différentes couches de la paroi (MDC)….**12**

Tableau II.2 : Résistance des différentes couches de la paroi (Mur béton)……..**13**

Tableau II.3 : Résistance des différentes couches de la paroi (MSC)……**14**

Tableau II.4 : Résistance des différentes couches de la paroi (plancher)……..**17**

Tableau II.5 : Température de rosée……**19**

Tableau II.6 : Comparaison de Tpi et Tri (Ti = 21°C)……**21**

Tableau II.7 : Comparaison de Tpi et Tri (Ti = 18°C)……**21**

Tableau II.8 : Pressions de saturation de chaque couche dans un mur à double cloison……..**23**

Tableau II.9 : Pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.40m……**23**

Tableau II.10 : Pression partielle pour chaque couche cas d'un mur à double cloison……**25**

CHAPITRE III :

Tableau III.1 : Infiltration par les portes et fenêtres……**34**

Tableau III.2 : Les valeurs coefficient Cts (t)……**35**

Tableau III.3 : Les valeurs Tse (t)……**35**

Tableau III.4 : les apports à travers les parois opaques extérieures à l'instant t……**36**

Tableau III.5 : les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées extérieures à l'instant t ……**37**

Tableau III.6 : les gains dus aux rayonnements solaires à travers les parois vitrées extérieures à l'instant t……**37**

Tableau III.7 : les apports de chaleurs internes……**38**

Tableau III.8 : les gains dus au renouvellement d'air……**38**

Tableau III.9 : les gains dus aux infiltrations……**39**

Tableau III.10 : les apports du bureau……**39**

Tableau III.11 : les apports de l'étage……**40**

Tableau III.12 : valeurs de NPVI , Valeurs de NPVI, réf……**42**

Tableau III.13 : les locaux concernés par le chauffage……**48**

Tableau III.14 : les déperditions thermiques du protocole……**49**

Tableau III.15 : les déperditions thermiques d'hôpital……**50**

Tableau III.16 : les coefficients de vérification réglementaire ……**52**

CHAPITRE IV :

Tableau IV.1 : Les puissances frigorifiques et calorifiques de tout l'étage……**64**

Nomenclature

λ : conductivité thermique du milieu et se mesure en **W/m.K**

Φ : flux thermique et se mesure en **Watts (W).**

S : Aire de la section parallèle au flux de chaleur **(m^2)**

X : Variable d'espace dans la direction du flux **(m)**

qcv : flux de chaleur transmis par convection **(W)**

h : coefficient de transfert de chaleur par convection **(W/m^2 .°C^{-1})**

Tp : température de surface du solide **(°C)**

T∞ : Température de fluide loin de la surface du solide **(°C)**

S : aire de la surface du contact solide/fluide **(m^2)**

qr : flux de chaleur transmis par rayonnement **(W)**

σ : Constante de Stephan Boltzmann **5.67 × 10-8 (W. m^{-2}.K^{-4})**

ε p: Facteur d'émission de la surface

T∞**:** Température de milieu environnant la surface **(°C)**

Tp : Température de la surface **(°C)**

S : aire de la surface **(m^2)**

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

Rtot : 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)**

ei : épaisseur de la couche du matériau **(m)**

λi : conductivité thermique du matériau **(W.m^{-1} .°C^{-1})**

Kvn : le coefficient K du vitrage nu **[w/m^2.°C]**

rv : la résistance supplémentaire des voilages éventuels **[m^2.°C/w]**

rrid : résistance supplémentaire des rideaux éventuels **[m^2.°C/w]**

rocc : résistance supplémentaire des occultations **[m^2.°C/w]**

eocc : épaisseur de l'occultation **(m)**

λ **occ :** conductivité thermique du matériau qui constitue l'occultation **[w/m.°C].**

R : la résistance de la paroi considérée **(m2 .°C /W)**

Tai : la température de l'air à l'intérieur

Tae : la température de l'air à l'extérieur

Tri : la température de rosée à l'intérieur

Q : flux de chaleur à travers le mur **(W)**

Ti : la température à l'intérieur **(°C)**

Te : la température à l'extérieur **(°C)**

Tpi : température interne de la paroi

Pv : pression de la vapeur d'eau après chaque couche de paroi
Pv ext : la pression à l'extérieur **(Pa)**
P vint : la pression à l'intérieur **(Pa)**
e : l'épaisseur de chaque couche **(m)**
π : la perméabilité à la vapeur d'eau **(Kg / m.s)**
Φ **ext :** L'humidité relative à l'extérieur **(%)**
Φ int **:** L'humidité relative à l'intérieur **(%)**
Ps ext : pression de saturation à l'extérieur **(Pa)**
Ps int : pression de saturation à l'intérieur **(Pa)**
Dr : déperditions par transmission
Ds : déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.
Du : déperditions à travers les liaisons.
DSOL : déperditions à travers les parois en contact avec le sol.
DLNC : déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés
K : coefficient
A : la surface
ΔT : différence de température intérieure et extérieure
ti : température intérieure (°C)
te : température extérieure (°C)
ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé ($W.°C^{-1}$)
de : déperdition du local non chauffé vers l'extérieur. ($W.°C^{-1}$)
tn : température de l'espace non chauffé (°C)
dr : les déperditions par renouvellement d'air du local non chauffé
0,34 : chaleur volumique de l'air (**$Wh/m^3.°C$**)
Qv : débit spécifique de ventilation. (**m^3/h**)
Qs : débit supplémentaire par infiltrations dues au vent (**m^3/h**)
Drv : déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation (**W**)
Drs : déperditions supplémentaires par infiltrations dues à l'effet du vent (**W**)
Vh : volume habitable (**m^3**)
QVréf : débit extrait de référence (**m^3/h**)
QVmax : débit extrait maximal de référence (**m^3/h**)
QVmin : débit extrait minimal de référence (**m^3/h**)

Ppi : perméabilité à l'air de la paroi (**m^3/h**)
ev : coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi
Po : perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant (**m/h**)
Aj : surface de l'ouvrant (**m^2**)
Dréf : les déperditions de référence. (**W/°C**)
DT : les déperditions par transmission de l'immeuble. (**W/°C**)
APO (en W) : les apports par les parois opaques
AV (en W) : les apports à travers les parois vitrées
AIs (en W) : les parties sensibles des apports internes
AI1 (en W) : les parties latentes des apports internes
AINFs (en W) : les parties sensibles des apports dus aux infiltrations d'air (W)
AINFl (en W) : les parties latentes des apports dus aux infiltrations d'air (W)
As (en W) : les gains sensibles
Al (en W) : les gains latents
$C\Delta as$ **:** coefficient majoration des gains sensibles
$C\Delta al$ **:** coefficient majoration des gains latents
ARENs (en W) : les apports sensibles dus à la ventilation des locaux
ARENl (en W) : les apports latents dus à la ventilation des locaux
1,2 (sans dimension) : coefficient majoration tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques),
Kété (en W/m².°C) : coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été
Sint (en m²) : surface intérieure totale de la paroi considérée ; pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface
$\Delta te\ (t)\ (en\ °\ C)$: différence équivalente de température à l'heure t.
AVT (t) (en W) : gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées,
AVE (t) (en W) : gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées.
1,2 (sans dimension) : coefficient de majoration tenant compte des apports à travers les ponts thermiques
Kété (en W/m². °C) : coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée
Souv (en m^2) : surface de l'ouverture dans la paroi opaque,
TSe (t) (en °C) : température extérieure sèche à l'heure t.

TSbi (t) (en °C) : température intérieure de base.
SV (en m^2) : surface totale vitrée,
SVens (en m^2) : surface vitrée ensoleillée
SVomb (en m^2) : surface vitrée à l'ombre
It (en W/m^2) : rayonnement total maximal réel **(W/m^2)**
Id (en W/m^2) : rayonnement diffus maximal réel **(W/m^2)**
Npvi (t) : coefficient d'amortissement relatif aux apports par ensoleillement à travers les parois vitrées à l'heure t considérée
AI (t) : apports de chaleur internes à l'instant t (**W**)
AIs.j : partie sensible de l'apport interne (**W**)
AIl.j : partie latente de l'apport interne (**W**)
CSj : coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne j
NAl.j : coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne j
FS : facteur solaire du vitrage
0.32 ($J/m^3.°C$) : produit de la chaleur spécifique de l'air **(1004 J/ Kg. °C)** par la masse volumique de l'air **(1.15 Kg/m^3)** et par facteur de conversion **(1/3600)**
qvan : débit d'air neuf **(m^3/ h)**
qvinf : débit du aux infiltration **(m^3/ h)**
TSe (t) : température sèche de l'air extérieur à l'instant t **(°C)**
TSbi : température sèche de l'air intérieur **(°C)**
0.797 (J.kgair/gvap. m^3 air) : produit de la masse volumique moyenne de l'air **(1.15Kg/m^3)** par la chaleur de vaporisation de l'eau (**2498 J/g**) et par facteur de conversion **(1/3600)**
HSbe (gvap/kgas) : l'humidité spécifique de base de l'air extérieur
HSbi (gvap/kgas) : l'humidité spécifique de base de l'air intérieur
Vh : désigne le volume habitable **(m^3)**
TSe (t) : température sèche de l'air extérieur à l'heure t
TSbe : température sèche de base de l'air extérieur
Eb : l'écart diurne de base
CTS (t) : coefficient correcteur
APO (en **W**) : apports calorifiques à travers les parois opaques aériennes.
AV (en **W**) : apports calorifiques à travers les parois vitrées.
Aréf (en **W**) : apports calorifiques de référence.
Aréf, PH (en **W**) : apports calorifiques de référence à travers les parois opaques horizontales

Aréf, PV (en **W**) : apports calorifiques de référence à travers les parois opaques verticales.
Aréf, PVI (en **W**) : apports calorifiques de référence à travers les parois vitrées.
e' (en **W/m².°C**) : coefficient relatif à la nature des locaux ; la valeur de **e'** (en **W/m².°C**) est prise égale à :
• **4,2** pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement
• **5,4** pour les locaux à usage de bureaux
Souv (en **m²**) : surface d'ouverture dans le mur
$\Delta TS_{réf,\ PVI}$ (en **°C**) : différence de t de référence des parois vitrées.
C : coefficient lié à la nature de la fonction de la zone climatique
Sint = surface de la paroi verticale comptée de l'intérieur
$\Delta TS_{réf,PV}$: la différence de température de référence pour la paroi opaque verticale.
AVEréf (en **W**) : apports de référence dus à l'ensoleillement,
AVTréf (en **W**) : apports de référence dus au gradient de température.
SV (en **m²**) : surface totale vitrée
SVens (en **m²**) : surface vitrée ensoleillée à 15 h TSV
It (en **W/m²**) : rayonnement total maximal réel pour l'orientation et la latitude considérées.
Id (en **W/m²**) : rayonnement diffus maximal réel.
FS réf : facteur solaire de référence ; FS réf est égal à :
• **0,15** pour les locaux à usage d'habitation et d'hébergement,
• **0,38** pour les locaux à usage de bureaux.
NPVI, réf : coefficient d'amortissement relatif aux gains de référence des parois vitrées pour l'orientation considérée.
M.S.C : mur à simple cloison
M.D.C : mur à double cloison
B.O : bois opaque
B.A : béton armé
N : nord
E : est
O : ouest
S : sud
H : paroi horizontale

K : taux de renouvellement (h-1)
qvar : débit d'air recyclé (m^3 /h)
qvan : débit d'air neuf (m^3 /h)
qvsf : débit d'air soufflé (m^3 /h)
Q : puissance frigorifique (W)
P : puissance calorifique (W)
Hsi, **b :** humidité spécifique du local conditionné (gvap / kgas)
Hssf : humidité spécifique du l'air soufflé (gvap / kgas)
Tssf : température sèche de l'air soufflé (°C)
Tsi, **b :** température sèche de l'air du local conditionné (°C)
ATl : apports calorifiques totaux latents (W)
ATs : apports calorifiques totaux sensibles (W)
AEl : apports calorifiques effectifs latents (W)
AEs : apports calorifiques effectifs sensibles (W)
C Δ al : coefficient majorateur des gains latents
C Δ as : coefficient majorateur des gains sensibles
Bf : facteur de by-pass qui exprime la partie de l'air extérieur (neuf) non traité par l'installation de climatisation
As : apports de chaleur sensibles (W)
Al : apports de chaleur latents (W)
Tbi : température intérieure de base (°C)
Tbe : température extérieure de base (°C)
cr : ratio estimé des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel
cin: coefficient de surpuissance
DT : déperditions par transmission
DR: déperditions par renouvellement d'air

Introduction générale

Introduction générale

Tout au long de l'histoire, l'homme a toujours essayé de s'adapter à l'environnement dans lequel il vit, ainsi qu'aux conditions environnementales qui l'entourent, en particulier les conditions météorologiques et climatiques qui affectent son comportement, ses mouvements, sa santé et même son esprit. Avec des développements climatiques difficiles, il a essayé de créer un environnement climatique adapté à son propre style de vie, ainsi que d'offrir un confort et un luxe climatiques en contrôlant la température, l'humidité et le niveau de la poussière en établissant des échanges de chaleur avec le milieu extérieur afin de créer un climat approprié adapté à la nature de l'environnement dans lequel il vit. Ainsi, il a recouru à l'établissement et à la formation de centrales thermiques et de systèmes de climatisation pour produire un contrôle de la chaleur, du froid et de l'humidité en s'appuyant sur les échanges thermiques avec le milieu extérieur.

La climatisation est la technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques (température, humidité, niveau de poussières, etc.) d'un local pour des raisons de confort (automobile, bureaux, maisons individuelles) ou pour des raisons techniques (laboratoires médicaux, locaux de fabrication de composants électroniques, blocs opératoires, salles informatiques, etc.).

Les paramètres modifiés, contrôlés ou régulés sont :

- la température de l'air, selon la saison le cas échéant (chauffage ou refroidissement),
- le degré d'hygrométrie de l'air (humidification ou déshumidification) ;
- le maintien permanent (régulation) de conditions intérieures programmées ;
- la qualité de l'air intérieur ; odeur, empoussièrement (filtration de l'air soufflé ou repris ; renouvellement par extraction forcée de l'air hors du local, ou par introduction forcée d'air neuf (air extérieur) dans le local, ou encore par renouvellement partiel de l'air ambiant vicié (ajout d'un caisson de mélange), ou tout

simplement un filtre à poussière, éventuellement associé à un filtre à charbon actif...

Les Romains utilisaient un tunnel souterrain d'apport d'air extérieur qui était un vrai climatiseur puisque l'air entrant dans la maison était assez invariablement autour de 10-12 °C hiver comme été (principe du puits canadien). Des grottes ou des endroits particulièrement froids (grottes, ruisseaux de montagne, glacier, etc.) sont utilisés pour conserver les aliments voire des blocs de glace durant plusieurs mois. Dès le passé des systèmes naturels de rafraîchissement, obtenus par ruissellement d'eau, provoquant ainsi par évaporation une diminution de la température d'air. Du temps de Louis XIV la glace était transportée, depuis les glaciers, protégée par une couche isolante de paille. Fin du siècle, des réseaux de climatisation sont créés avec des blocs de glace intégrés à même les réseaux avec ventilation forcée. Avant l'invention des réfrigérateurs, on stockait dans une glacière la glace (par exemple découpée l'hiver sur les étangs). Il s'agissait d'un trou fermé par un couvercle isolant dans lequel on alternait des couches de paille, ou de sciure de bois, et de glace. Comme l'air froid descend et que la chaleur monte, l'orifice de remplissage se situant en haut, la température basse se maintenait et une partie de la glace, ainsi stockée, se conservait jusqu'à l'été. La notion de confort d'été est encore bien ancienne avec des conceptions architecturales privilégiant des courants d'air et protégeant de la chaleur les zones en ensoleillement direct.

En 1755, l'Écossais William Cullen obtient un peu de glace en introduisant de la vapeur d'eau sous une « cloche à vide ». La première véritable tentative d'utilisation industrielle de la réfrigération daterait de 1851 lorsque James Harrison, imprimeur écossais émigré en Australie, achète une entreprise de presse. Alors qu'il nettoie des caractères à l'éther, il remarque que le liquide refroidit fortement le métal en s'évaporant. Harrison a l'idée de comprimer l'éther gazeux avec une pompe pour le transformer en liquide, puis de laisser l'éther liquide revenir à l'état gazeux en provoquant un refroidissement. Il met ce système en œuvre dans une brasserie australienne où le gaz froid d'éther est pompé dans des tuyaux qui circulent dans le bâtiment.

Harrison utilise le même principe pour fabriquer de la glace en faisant passer dans de l'eau les tuyaux refroidis par l'éther gazeux. Mais il fait faillite en 1860 car la glace naturelle qu'on importait alors par bateau d'Amérique restait moins chère.

Un peu plus tard la technologie avançant on se met à fabriquer des systèmes simples de refroidissement fonctionnant avec des compresseurs à piston (comme nos réfrigérateurs actuels) principalement dans les transports maritimes, ces derniers fonctionnaient avec de l'éther qui fut remplacé par la suite par de l'ammoniac qui permet d'obtenir un meilleur rendement.

En 1857, Ferdinand Carré invente le réfrigérateur à eau et ammoniac. Il fait breveter son invention aux États-Unis et à l'Exposition universelle de 1862. Celle-ci n'eut pas de succès pour le marché domestique mais trouva son succès dans les brasseries, pour maintenir les boissons au frais. Le réfrigérateur pouvait produire entre 12 et 100 kg de glace, selon les modèles. La climatisation moderne a été inventée par Willis H. Carrier en 1902 avec un système de réfrigération centrifuge doté d'un compresseur central permettant d'en réduire la taille (il ne sera dévoilé au public qu'en 1925 quand M. Carrier va persuader la Paramount de l'installer lors de la construction de la salle de spectacle Rivoli Theater à Times Square. La légende dit que les blockbusters de l'été datent de cette époque car les Newyorkais dès lors s'installeront dans les salles de cinéma climatisées durant les chaudes journées d'été).

En 2017, selon l'AIE, environ 1,6 milliard de climatiseurs fonctionnaient dans le monde, dont 50 % environ aux États-Unis et en Chine. Avec le réchauffement climatique et le développement économique, le parc des climatiseurs augmente : environ 135 millions d'unités vendus par an en 2017 (trois fois plus qu'en 1990), dont 53 millions d'unités en Chine alors qu'en Inde 4 % seulement des foyers sont équipés. Près de 3 900 TWh d'énergie ont servi à rafraichir des logements et bureaux, à la réfrigération d'aliments et de médicaments, etc. c'est environ 3 à 4 % de la consommation finale d'énergie selon Toby Peters de l'Université de Birmingham, et 10 % de la consommation électrique mondiale.

En France, les pics de consommation électrique sont hivernaux, et dus essentiellement au chauffage électrique. Le besoin de chauffage devient presque nul en été, ce qui permet d'entretenir les centrales en été (quand l'eau de refroidissement est moins disponible). Mais dans un nombre croissant de pays les pics de consommation sont estivaux, induits par les climatiseurs, devenant préoccupant pour les futurs réseaux électriques, d'autant que la demande en climatisation devrait « exploser dans les prochaines décennies » selon l'Agence internationale de l'énergie, ce qui pourrait accroître la consommation d'énergie utilisée pour la réfrigération et climatisation d'environ 90 % d'ici à 2050, selon l'Université de Birmingham lors du premier congrès mondial dédié au « clean cold » (avril 2018).

La climatisation offre un confort thermique quand la température extérieure est basse ou élevée. En intersaisons, le besoin de climatisation varie, en lien avec les apports externes (solaire notamment) et internes (nombre important d'occupants, exemple salle de réunion, appareils électriques tels que l'éclairage, la micro-informatique, etc.).

Un même système (pompe à chaleur réversible, d'une taille adaptée à l'usage) permet de chauffer ou réfrigérer les locaux selon le besoin. Le confort en hygrométrie est de plus en plus pris en compte pour apporter une humidité ambiante contrôlée par les actions d'humidification et de déshumidification.

L'objectif de ce travail est de réaliser un micro-climat intérieur confortable quelles que soient les conditions météorologiques extérieures et les apports de chaleur internes au local.

Ces conditions météorologiques et ces apports internes définissent les charges que doit équilibrer le système de climatisation.

Dans ce travail on propose d'étudier la climatisation d'un hôpital.

A travers cette étude un calcul thermique est nécessaire pour assurer le confort thermique pendant les deux périodes de l'année (hivernale et estivale).

ce calcul permettra de choisir et de dimensionner l'installation de climatisation qui va desservir les différents locaux de l'hôpital.

Le mémoire est divisé en cinq chapitres :

Dans la première partie on présente l'hôpital et on donne les propriétés climatiques du milieu environnant internes et externes en périodes hivernale et estivale. Dans la deuxième partie, le calcul thermique et l'étude de la condensation sont présentés. Dans la troisième partie on présente le calcul du bilan thermique. Dans la quatrième partie on présente le choix et dimensionnement du système de climatisation qui assurera le conditionnement d'air à l'intérieur de l'hôpital. Et dans la cinquième et dernière partie on s'intéressera à la ventilation et la régulation du système de climatisation. On terminera ce travail par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I

Présentation du projet

I.1. Introduction

L'hôpital psychiatrique Frantz-Fanon de Blida est un hôpital universitaire qui se trouve en Algérie, à Blida, Il contient trois niveaux, il est impératif que nous choisissions le niveau du premier étage afin d'étudier les dimensions des différents locaux, en fonction du plan de construction, de la zone géographique et des conditions climatiques internes et externes de l'hôpital, ce qui nous permet de calculer les apports et les déperditions calorifiques, en s'appuyant sur le système de calcul DTR (document technique de réglementaire).

I.2. But de projet

Ces travaux nous permettront de choisir un système de climatisation adapté après calcul des dimensions et mise en place des locaux, en s'appuyant sur celui du système de calcul DTR pour connaître la puissance calorifique et la capacité thermique nécessaire pour adapter les locaux concernés en hiver et en été. Le choix du système de climatisation est lié à la réalisation d'un confort thermique complet pour les personnes, les machines et les médicaments, de sorte qu'il est très efficace et économique.

I.3. Situation géographique du projet

L’hôpital Frantz-fanon est situé dans la wilaya de Blida et plus précisément dans la ville de Joinville à 36.4N et 2.47 E et qui culmine à 260 m au-dessus de niveau de la mer, le site est classifié dans la zone «A».

I.4. Conditions climatiques de base extérieures :

				Période hivernal		Estivale	
Zone	**Altitude (m)**	**Latitude**	**Longitude**	**T° de Base (°C)**	**L'humidité relative ϕ (%)**	**T° de Base (°C)**	**L'humidité relative ϕ (%)**
A	257	36.4°N	2.47°E	3	80	34	30

Tableau I.1 : Les conditions climatiques extérieures

I.5. Les conditions climatiques d'un HOPITAL

Le tableau suivant représente les conditions climatiques d'un hôpital :

Objectifs							**Moyens**	
Hors présence humaine et en présence d'équipements immobiliers				En activité				
Désignation de la zone	Classe particulaire de la zone a protégé	niveau cible de classe de cinétique de décontamination particulaire a 0,5 µ	Niveau cible de classe bactériologique de la zone a protéger	Température de l'air (sauf besoins spécifiques	Taux d'humidité de l'air	Pression acoustique maximale	Régime D écoulement de l'air de la zone a protégé	Taux de renouvellement de l'air de la salle
Zone 4	ISO 5 < 3 500 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 10	B 10	19-26°c	45-65 %	48 dBA	Flux unidirectionnel	> 50 vol/h
Zone 3	ISO 7 < 350 000 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 20	B 10	19-26 °C	45-65 %	45 dBA	Flux unidirectionnel ou non unidirectionnel	25-30 vol/h
Zone 2	ISO 8 < 3 500 000 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 20	B 100	19-26 °C	45-65 %	40 dBA	Flux unidirectionnel	15-20 vol/h
Zone 1	Locaux non spécifique					35 dBA		

Tableau I.2 : Performances techniques à attendre dans les zones à risques des établissements de santé

I.6. Les conditions climatiques Intérieures

Le tableau ci-dessous représente les conditions climatiques intérieures de l'hôpital

DESIGNATION	PERIODE HIVERNAL		PERIODE ESTIVALE	
	Ti (c°)	ϕ (%)	Ti (c°)	ϕ (%)
Les bureaux	21	50	24	45
Local artisanal	21	50	24	45
Pièce de service	21	50	24	45
Hall et cage d'escalier	18	50	24	45

Tableau I.3: Les conditions climatiques Intérieures

I.7. Cahiers de charges de l'immeuble :

D'après les plans architecturaux (Annexe 1), le cahier de charges du niveau de l'hôpital est récapitulé dans le tableau suivant :

Designation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	ϕ (%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Protocol	1	24.96	50	45	21	24	76.38
Vestiaire 01	2	30.08	50	45	21	24	92.04
Bureau 01	2	15.04	50	45	21	24	46.022
Bureau 02	2	20.21	50	45	21	24	61.84
Bureau médecin 01	2	20,74	50	45	21	24	63,46
Bureau médecin 02	2	21,96	50	45	21	24	67,20
Bureau Chef de Service	2	21,96	50	45	21	24	67,20
Reanimation	3	50,9	50	45	21	24	155,75
Reserve 01	2	54,09	50	45	21	24	165,51
préparation-chirurgien	2	30	50	45	21	24	91,80
Soins	3	12,8	50	45	21	24	39,17
Office	2	13,6	50	45	21	24	41,62
Surveillance	2	17,35	50	45	21	24	53,09
Pharmacie	1	10,2	50	45	21	24	31,21
Reserve 02	1	13,5	50	45	21	24	41,31
Reserve 03	1	9,6	50	45	21	24	29,38

Stérilisation	2	25,2	50	45	21	24	77,11
Bloc	6	36,4	50	45	21	24	111,38
Couloirs	0	211.34	50	45	21	24	3381.44
18 chambres	36	465,95	50	45	21	24	1425,81
Vestiaire 02	2	9,98	50	45	21	24	30,54
Vestiaire 03	2	9,98	50	45	21	24	30,54
Office 02	2	16,25	50	45	21	24	49,72
Bureau 03	2	15,82	50	45	21	24	48,41
Soins	3	19,03	50	45	21	24	58,23
Bureau médecin 03	2	28,27	50	45	21	24	86,51
Bureau surveillance	2	20,3	50	45	21	24	62,12
Réserve 04	1	11,4	50	45	21	24	34,88
Réserve 05	1	10,65	50	45	21	24	32,589
Hall et Reception	5	98.8	50	45	21	24	302.32

Tableau I.4 : cahier de charge 1er étage (H = 3.06 mètre)

	Occupants	machines éléctriques	P éclairage
(4x) petite réserve	(4x) 1 occupants **assis-travail très léger**	(4x) micro ordinateur (4x) réfrigérateur (100L)	x8(w/m²)
1 grande réserve	2 occupants **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrigérateur (100L)	x8(w/m²)
Hall et réception	5 occupants **assis - travail très léger**	Télévision micro ordinateur imprimante laser	16 (w/m²)
Stérilisation	2 occupants **assis - travail très léger**	stérilisateur de pansement stérilisateur d'instrument	16 (w/m²)
Pharmacie	1 occupant **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrigérateur (100L)	16 (w/m²)
(18x) chambre 2 lits	(18x) 2 occupants **assis – repos**	(18x) télévision	8 (w/m²)
(2x) salle de soin	(2x) 3 occupants **assis-travail très léger**		32 (w/m²)
(8x) bureau de médecin	(8x) 2 occupants **assis - travail très léger**	(8x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(2x) bureau de surveillance	(2x) 2 occupants **assis-travail très léger**	(2x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(3x) vestiaire	(3x) 2occupants **debout-marche**		8(w/m²)
Bloc chirurgical	6 occupants **travail léger**	réfrigérateur (100L)	65 (w/m²)
Préparation chirurgien	2 occupants **assis - travail très léger**		16 (w/m²)
Réanimation	3 occupants **assis - repos**		8 (w/m²)
Couloir			16 (w/m²)

Tableau I.5 : les gains intérieurs

CHAPITRE II

Calcul thermique et etude de la condensation

II.1. Introduction

Le calcul des déperditions thermiques dans le bâtiment nécessite la détermination au préalable des résistances thermiques des différents éléments constituant le bloc en question. C'est pourquoi dans ce chapitre le calcul des résistances thermiques des différentes parois est présenté et ce sur la base des données existantes dans le cahier de charges. Dans la dernière partie une étude concernant le phénomène de condensation superficielle et dans la masse est présentée.

II.2 Transfert thermique

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 donné sans qu'il y ait déplacement apparent de matière. C'est ce qui se passe en particulier dans un milieu solide . Dans un milieu dont la 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 Fourier a observé expérimentalement une relation de proportionnalité entre la densité de flux thermique et la dérivée spatiale de la température :

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} = -k.S.\frac{dT}{dx} \qquad \textit{, loi de Fourier} \qquad \textit{(II.1)}$$

k : est la conductivité thermique du milieu et se mesure en **W/m.K** elle est également notée lambda.
Φ : est donc le flux thermique et se mesure en **Watts (W).**

C'est une équation différentielle simple qu'il nous faudra intégrer dans des cas spécifiques.

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 mouvement du milieu . La convection est le mécanisme le plus important de transfert d'énergie entre une surface solide et un liquide ou un gaz. Le transfert d'énergie par convection d'une surface dont la température est supérieure à celle du fluide qui l'entoure s'effectue en plusieurs étapes. D'abord 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 mélanger avec d'autres molécules situées dans une région à basse température et transférer une partie de leur énergie. Dans ce cas l'écoulement transporte 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 est désignée, selon le mode d'écoulement du fluide, par convection libre et convection forcée. Lorsqu'il se produit au sein du fluide des courants dus simplement aux différences de température, on dit que la convection est naturelle ou libre. Par contre si le mouvement du fluide est provoqué par une action externe, telle une pompe ou un ventilateur, le processus est appelé convection forcée. On peut exprimer la quantité de chaleur transmise par convection entre une paroi solide et un fluide au moyen de l'équation :

$$q = h.S(T_p - T_\infty) \qquad \textit{(II.2)}$$

q : flux de chaleur transmis par convection (W)
h : coefficient de transfert de chaleur par convection ($Wm^2\ °C^{-1}$)
T_p : température de surface du solide (°C)
T_∞: Température de fluide loin de la surface du solide (°C)
S : aire de la surface de contact solide/fluide (m^2).

II.2.3.Transfert par rayonnement

Le soleil transmet à la Terre une grande quantité d'énergie. Ce transfert d'énergie, qui se fait même dans le vide, est appelé rayonnement. Il est constitué d'ondes électromagnétiques s'étendant des rayons gamma (très dangereux) aux ondes hertziennes, en passant par toutes les radiations visibles (du rouge au violet). Ce rayonnement solaire atteint le sol après avoir été en partie arrêté par l'atmosphère. Le sol en renvoie une partie sous forme de radiations infrarouges plus ou moins piégées par l'atmosphère contenant du gaz carbonique et de la vapeur d'eau (effet de serre). Ce sont ces radiations infrarouges qui réchauffent les corps qui les captent.

$$q_r = \sigma . \varepsilon_p . S . (T_p^4 - T_\infty^4) \quad \textit{, loi de Stephan Boltzmann (II.3)}$$

q_r : flux de chaleur transmis par rayonnement (W)
σ : Constante de Stephan Boltzmann 5.67.10-8 Wm^{-2} K^{-4}
ε_p: Facteur d'émission de la surface
T_∞: Température de milieu environnant la surface (°C)
T_p : Température de la surface (°C)
S : aire de la surface (m^2)

II.3. Calcul des coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour les différentes parois

On va déterminer en premier lieu les différents coefficients de transmission thermique surfacique k pour chaque type de construction que ça soit murs à simple cloison ou à double cloison ,plancher entre deux étages, portes et fenêtres. Le coefficient k est donné par la formule suivante :

$$k = \frac{1}{R\,tot} = \frac{1}{[\frac{1}{hi} + \sum \frac{ei}{\lambda i} + \frac{1}{he}]} \qquad (II.4)$$

K : coefficient de transmission thermique surfacique (W /m^2 . °C)
R_{tot} : résistance thermique totale de la paroi (m^2 . °C /W)
hi, he : coefficient de transmission thermique superficielle intérieure et extérieure. (W /m^2 . °C)
ei : épaisseur de la couche du matériau (m)
λi : conductivité thermique du matériau (W.m^{-1} .°C^{-1})

La chaleur est une forme d'énergie, son flux est toujours dirigé des températures les plus élevées vers les températures les plus basses. Des éléments tels que planchers, parois, dalles, toits, fenêtres et portes opposent une certaine résistance aux échanges thermiques. Le flux de chaleur qui traverse un élément est défini par le coefficient de transmission thermique K.

II.3.1. Application au projet :

- **Mur extérieur : (mur double cloison):**

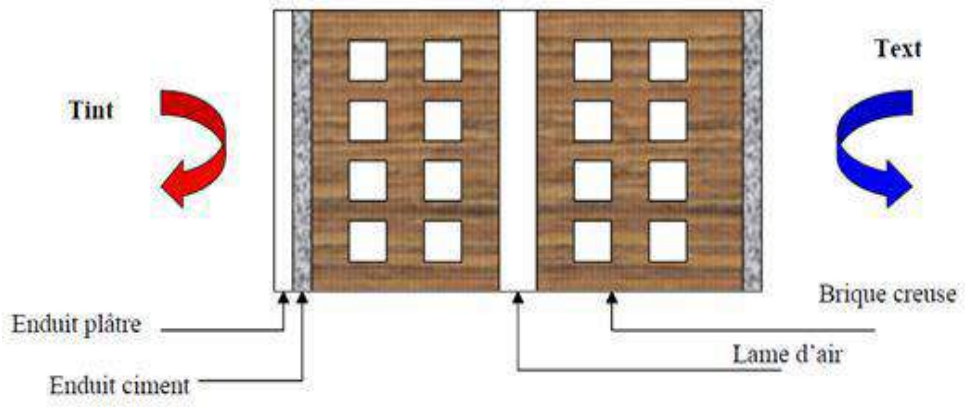


Figure II.1: vue en coupe d'un mur extérieur double cloison

Référence	Mur double cloison	e_i(m)	λ_i(w.m^{-1}.°C^{-1})	R (m².°C/W)
1	Enduit plâtre	0.015	0.35	0.04
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.1	0.5	0.2
4	lame d'air	0.2	0.31	0.64
5	Brique creuse	0.1	0,5	0.2
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
				0.72

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

$\frac{1}{h_i}$ = 0.10 m².°C/W ; $\frac{1}{h_e}$ = 0.04 m².°C/W

$K = \frac{1}{0.10+0.72+0.04} = 1.34$ w /m² °C

K = 1.34 w /m² °C

❖ **Mur extérieur (mur béton):**

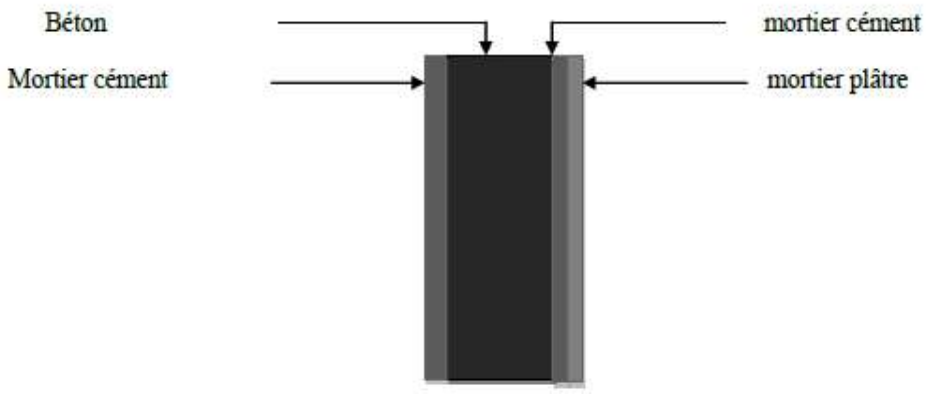


Figure II.2 : vue en coupe de mur en béton

Référence	Mur béton	e_i (m)	$\lambda_i(w.m^{-1}.°C^{-1})$	R (m².°C/W)
1	**Enduit plâtre**	0.015	0.35	0.04
2	**Enduit ciment**	0.015	1.4	0.01
3	**Béton**	0.2	1.75	0.11
4	**Enduit ciment**	0.015	1.4	0.01
				0.17

Tableau II.2: résistance des différentes couches de la paroi (mur béton)

$\frac{1}{h_i} = 0.10\ m^2.°C/W$; $\frac{1}{h_e} = 0.04\ m^2.°C/W$

$K = \frac{1}{0.10+0.17+0.04} = 3.2\ w/m^2\ °C$

$K = 3.2\ w/m^2\ °C$

❖ **Mur intérieur (entre locaux) :**

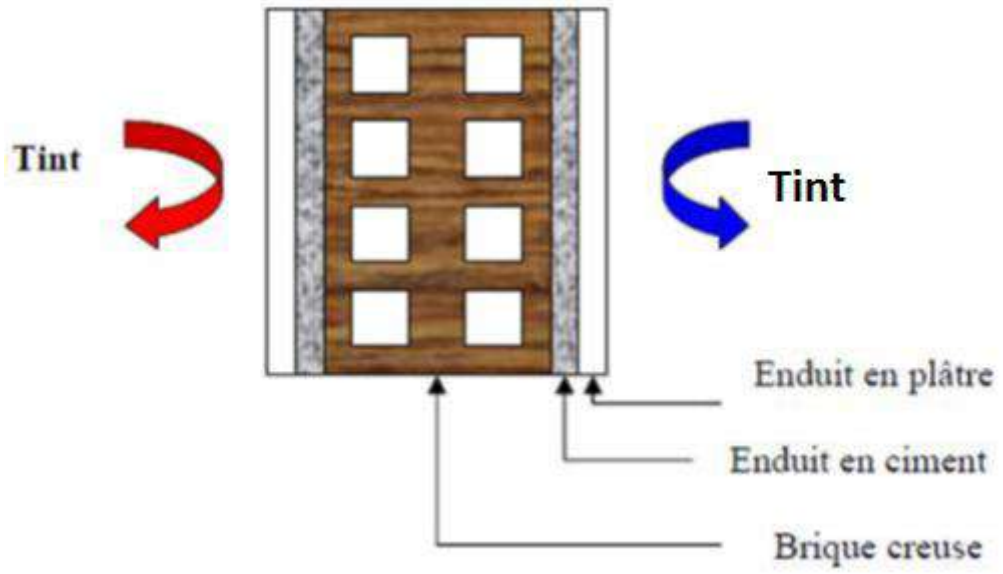


Figure II.3: vue en coupe d'un mur intérieur entre locaux

Référence	Mur interne	e_i(m)	λ_i(w.m^{-1}.°C^{-1})	R (m².°C/W)
1	Enduit plâtre	0.015	0.35	0.04
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.10	0.5	0.2
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01
5	Enduit plâtre	0.015	0.35	0.04
				0.3

Tableau II.3: résistance des différentes couches de la paroi (MSC)

$\frac{1}{h_i} = 0.11\ m^2.°C/W$; $\frac{1}{h_e} = 0.11\ m^2.°C/W$

$K = \frac{1}{0.11+0.3+0.11} = 1.9\ w/m^2\ °C$

$K = 1.9\ w/m^2\ °C$

❖ **Double vitrage**

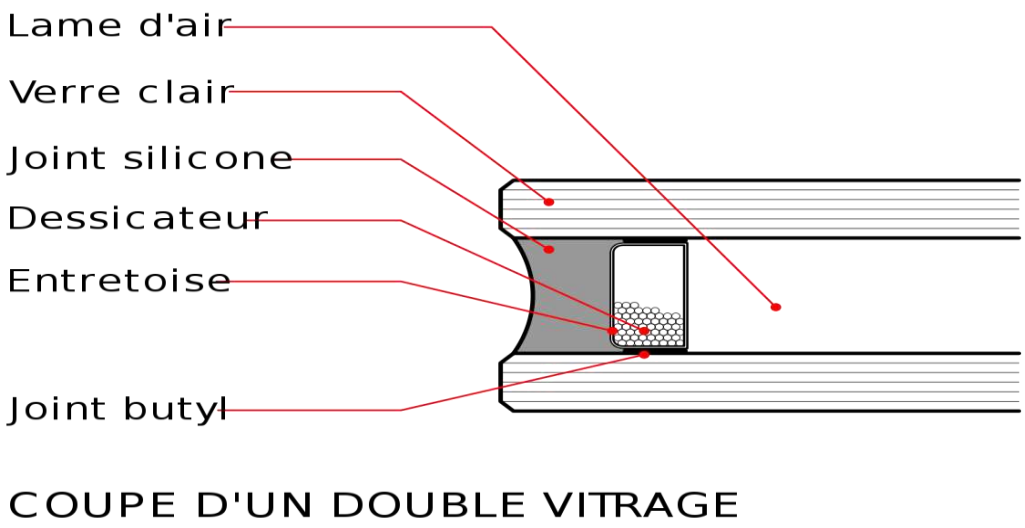


Figure II.4 : vue en coupe d'un double vitrage

Le coefficient k pour un double vitrage s'exprime par la relation suivante :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{kvr} + r_v + r_{rid} + r_{occ} \qquad [m^2.°C/w] \qquad (II.5)$$

(r_v =0.025)

(r_{rid} =0.03)

(k_{vr} =0.4)

$$(rocc = 0.16 + \frac{eocc}{\lambda occ}) \qquad (II.6)$$

(k_{vr} =0.4)

Après calcul on trouve :

$K = 2.15\ w/m^2\ °C$

❖ **Plancher entre étage :**

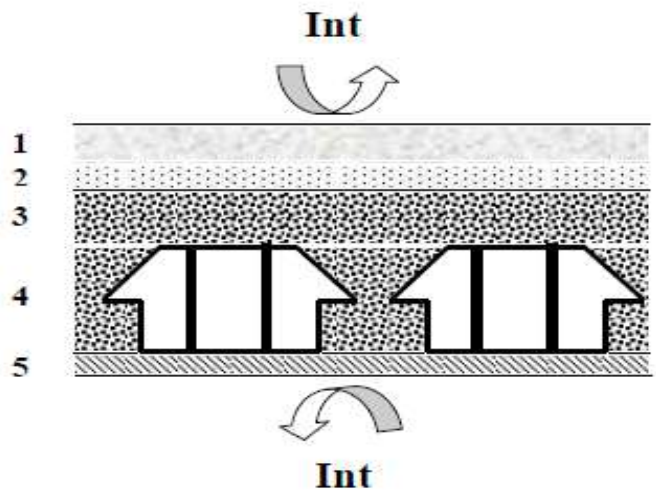


Figure II.5. vue en coupe plancher entre étage

Référence	Plancher sol	e_i(m)	$\lambda_i(w.m^{-1}.°C^{-1})$	R (m².°C/W)
1	Carrelage	0,025	0,55	0.045
2	Ciment	0,025	1,4	0.017
3	Béton armé	0,1	1,75	0.057
4	Hourdis	0,1	0,98	0.102
5	Enduit plâtre	0,005	0,35	0.014
				0.235

Tableau II.4: résistance des différentes couches de la paroi (plancher)

$\frac{1}{h_i} = 0.08\ m^2.°C/W$; $\frac{1}{h_e} = 0.09\ m^2.°C/W$

$K = \frac{1}{0.08+0.235+0.09} = 2.46\ w/m^2\ °C$

$K = 2.46\ w/m^2\ °C$

❖ **Porte opaque en bois :**



Figure II.6 : Porte opaque en bois

D'après le DTR on a la valeur de k donnée et qui est de :

K = 2.4 w /m^2 °C

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 problèmes comme : la condensation des vapeurs d'eau sur la surface interne des parois, la condensation des vapeurs d'eau à l'intérieur des parois. La résistance thermique doit vérifier la condition suivante (ref):

$$R > [\frac{Tai - Tae}{Tai - Tri}] \frac{1}{hi} \qquad (II.7)$$

R : la résistance de la paroi considérée

Tai : la température de l'air à l'intérieur

Tae : la température de l'air à l'extérieur

hi : le coefficient d'échange superficiel interne

Tri : la température de rosée à l'intérieur

Type du local	Température (°C)	L'humidité relative (%)	Température de rosé (°C)
Tous les locaux	21°C	50 %	10°C
Hall, cages d'escalier	18°C	50%	8°C

Tableau II.5 : Température de rosée

Pour : **Ti = 21°C** , $R_{min} = [(T_{ai} - T_{ae}) / (T_{ai} - T_{ri})].(1/hi) = 0.29\ m^2.°C/W$

Pour : **Ti = 18°C** , $R_{min} = [(T_{ai} - T_{ae}) / (T_{ai} - T_{ri})].(1/hi) = 0.27\ m^2.°C/W$

Les résistances thermiques minimales pour les températures internes 21°C et 18°C sont respectivement 0.29 m^2.°C/W et 0.27 m^2.°C/W .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 inférieure à celle de rosée de l'air intérieur. Pour éviter ce phénomène il faut que : Tpi > Tri

Tpi : température interne de la paroi
Tri : température de rosée intérieure de la paroi

Le flux de chaleur traversant deux milieux différents est donné par l'équation suivante :

$$\boldsymbol{Q = hi\ .(\ Ti - TPi\ ) = K.(Ti - Te)} \qquad \textbf{(II.8)}$$

D'où :

$$\boldsymbol{TPi = Ti - (Ti - Te)\ .(\frac{K}{hi})} \qquad \textbf{(II.9)}$$

a) Comparaison entre Tpi et Tri :

*** Ti = 21°C, Te =3°C**

-Mur à double cloison (figure II.1) , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$
Tpi = Ti – [(Ti - Te) (k/*h*i)] Tpi = 21 – [(21 - 3) (1.34 / 9.09)] = 18.34 °C

-Poteau 0.40m (figure II.2) , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$

Tpi = 21 – [(21 - 3) (3.2/9.09)] = 14.66 °C

-**Vitrage double (figure II.4)** , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$

Tpi = 21 – [(21 -3) (2.15 /9.09)] = 16.74 °C

*** Ti = 18°C, Te =3 °C**

-Mur à double cloison (figure II.1) , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$
Tpi = Ti – [(Ti - Te) (k/*h*i)] Tpi = 18 – [(18 - 3) (1.34 / 9.09)] = 15.78 °C

-Poteau 0.40m (figure II.2) , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$

Tpi = 18 – [(18 - 3) (3.2/9.09)] = 12.71 °C

-Vitrage double (figure II.4) , hi = 9.09 $W.m^{-2}K^{-1}$

Tpi = 18 – [(18 -3) (2.15 /9.09)] = 14.45 °C

Les deux tableaux ci-dessous représentent la comparaison entre les températures des parois intérieures et la température de rosée :

Type de paroi	Coefficient surfacique ($W/m^2.°C$)	La température de la paroi intérieure (°C)	Température de rosée de la paroi intérieure Tri (°C)
Mur à double cloison	1.34	18.34	10
Poteau 0.40	3.2	14.66	
Vitrage double	2.15	16.74	

Tableau II.6 : Comparaison de Tpi et Tri (Ti = 21°C)

Type de paroi	Coefficient surfacique ($W/m^2.°C$)	La température de la paroi intérieure (°C)	Température de rosée de la paroi intérieure Tri (°C)
Mur à double cloison	1.34	15.78	8
Poteau 0.40	3.2	12.71	
Vitrage double	2.15	14.45	

Tableau II.7 : Comparaison de Tpi et Tri (Ti = 18°C)

Les résultats enregistrés dans les 2 tableaux ci-dessus montrent très bien que le phénomène de condensation superficielle n'est pas observé (Tpi > Tri).

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 (murs,

dalles). Ce phénomène ce produit lorsque la pression de saturation est atteinte à l'intérieur d'une paroi. Afin de prévoir et d'éviter ce phénomène il faut tout 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 diagramme de GLAZER

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

-Mur à double cloison (figure II.1) :

Ti = 21ºC

T1 = Tpi = 18.34 ºC

T2 = 21- 1.34×18 (0.10 + 0.04) = Ti – [K × (Ti – Te) .($\sum \boldsymbol{R}$)] = 17.62 ºC

T3 = 21 – 1.34×18 (0.10 + 0.04 + 0.01) = 17.38 ºC

T4 = 21- 1.34×18 (0.10 + 0.04 + 0.01 + 0.2) = 12.55 ºC

T5 = 21 – 1.34×18 (0.10 + 0.04 + 0.01 + 0.2 + 0.06) = 11.11ºC

T6= 21-1.34×18 (0.10 + 0.04 + 0.01 + 0.2 + 0.06 + 0.2) =6.28 ºC

T7= 21-1.34×18 (0.10 + 0.04 + 0.01 + 0.2 + 0.06+ 0.2+0.10) =3.87°c

Te = 3 ºC

-Poteau 0.40m (figure II.2) :

Ti = 21 ºC

T1 = Tpi = 14.66 ºC

T2 = 21 – 3.2×18 (0.11 + 0.04) = 12.36 ºC

T3 = 21 – 3.2×18 (0.11 + 0.04 + 0.01) = 11.78 ºC

T4 = 21 – 3.2×18 (0.11 + 0.04 + 0.01 + 0.11) = 5.44 ºC

T5 = 21 – 3.2×18 (0.11 + 0.04 + 0.01 + 0.11 + 0.01) = 4.87 ºC

Te = 3 ºC

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

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

-Mur à double cloison (figureII.1) :

T (°C)	21	18.34	17.62	17.38	12.55	11.11	6.28
Pression sat (Pa)	2489.5	2164.17	2098.69	2087.76	1649.04	1431.96	1091.21
T (°C)	3.87	3					
Pression sat (Pa)	876.8	799.4					

Tableau II.8 : pressions de saturation de chaque couche dans un mur à double cloison

-Poteau 0.40m (figure II.2) :

T (°C)	21	14.66	12.36	11.78	5.44	4.87	3
Pression sat (Pa)	2489.5	1836.77	1632.14	1580.54	1016.48	965.77	799.4

Tableau II.9 : pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.40 m

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 :

$$pv = pv_{ext} + \left[\frac{\frac{e}{\pi}(pv\ int - pv\ ext)}{\sum(\frac{e}{\pi})} \right] \qquad \textbf{(II.10)}$$

Pv : pression de la vapeur d'eau après chaque couche de paroi

Pv_{ext} : la pression à l'extérieur (Pa)

Pv_{int} : la pression à l'intérieur (Pa)

e : l'épaisseur de chaque couche (m)

π: la perméabilité à la vapeur d'eau

$$Pv_{ext} = \Phi_{ext} \times Ps_{ext}$$
$$Pv_{int} = \Phi_{int} \times Ps_{ext}$$

Φ_{ext}: L'humidité relative à l'extérieur (%)

Φ_{int} : L'humidité relative à l'intérieur (%)

Ps_{ext} : pression de saturation à l'extérieur (Pa)

Ps_{int} : pression de saturation à l'intérieur (Pa)

$Pv_{ext} = 0.80 \times 799.5 = 639.6$ Pa

$Pv_{int} = 0.50 \times 2489.5 = 1244.75$ Pa

-Pour un mur à double cloison (figure II.1)

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche pour le cas d'un mur à double cloison :

Couche	Composants du mur	e (m)	π (Kg/m.s)	$\frac{e}{л}$ (m2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	Enduit intérieur en plâtre	0.015	0.013	1.15	1244.57
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.005	3	1167.83
3	Brique creuse	0.1	0.014	7.14	995.18
4	Lame d'air	0.2	0.09	2.22	928.40
5	Brique creuse	0.1	0.014	7.14	745.76
6	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.005	3	669.02

Tableau II.10 : la pression partielle pour chaque couche, cas d'un mur à double cloison

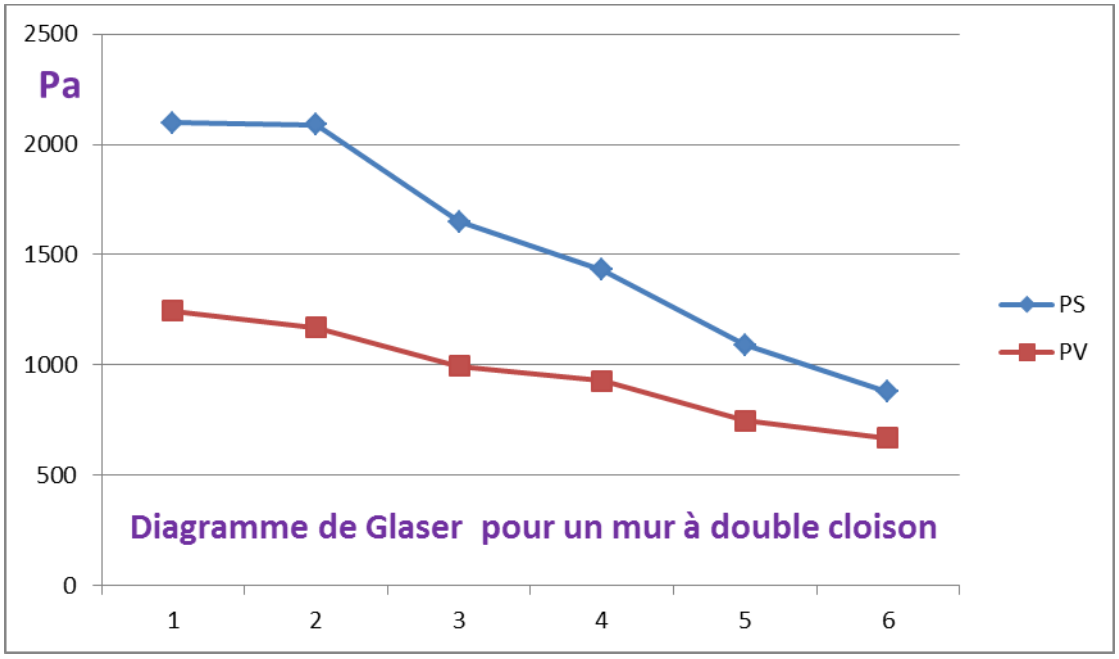


Figure II.7 : Diagramme de Glaser pour un mur à double cloison

Pour les autres types de murs les diagrammes de GLASER sont présentés dans l'annexe. L'analyse des résultats obtenus qui sont représentés sur les tableaux et les figures montrent l'absence de la condensation dans la masse.

CHAPITRE III :

Calcul du bilan thermique

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

On en distingue trois facteurs :

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

Pour ce chapitre, nous prenons des exemples et nous faisons les calculs manuellement. Ensuite, les résultats apparaîtront dans deux procédures pour le calcul de chauffage et climatisation nous prendrons l'exemple d'un locale (protocole) d'hôpital se situe à Joinville, wilaya de Blida.

III.2 Calcul des apports thermiques des différents locaux :

III.2.1 Définition :

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

III.2.2 Méthode de calcul :

Les apports calorifiques doivent être déterminés selon les étapes suivantes :

-Définition des zones (ou volumes) thermiques : une zone thermique est un volume d'air dont les conditions intérieures sont supposées être homogènes ;

-Détermination de l'intervalle de temps critique : pour ce faire, pour chaque façade, on détermine l'heure qui correspond aux gains maximums par transmission à travers les parois opaques 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 (les heures de la journée sont données en temps solaire vrai (TSV)).

-Calcul des apports calorifiques pour chaque volume thermique et pour toutes les heures situées dans l'intervalle de temps critique

-Calcul des apports calorifiques effectifs

-Calcul de la puissance frigorifique

-Adoption d'un système de conditionnement d'air (dimensionnement du système de climatisation).

III.2.3 Apports calorifiques sensibles et latents :

Les apports calorifiques sensibles As et latents AL sont donnés par la relation suivante :

$$AS=APO+AV+AIS+AINFS \qquad [W], \quad (III.1)$$

$$AL= AIL + AINFL \qquad [W], \quad (III.2)$$

Les apports calorifiques totaux sensibles ATs et latents ATL sont déterminés par l'expression suivante :

$$ATs=(C_{\Delta as}\times A_s)+ARENs \qquad [W], \quad (III.3)$$

$$ATL=(C_{\Delta al}\times A_L)+ARENL \qquad [W], \quad (III.4)$$

Nb : les calculs sont effectués pour le mois de juillet

III.2.4 Apports à travers les parois opaques :

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à un instant t, APO (t), sont calculés par l'expression suivante :

$$APO(t) = 1{,}2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(t) \qquad [W], \quad (III.5)$$

III.2.5 Apports à travers les parois vitrées :

Les gains à travers les parois vitrées extérieures AV (t) s'expriment par :

$$AV(t) = AVT(t)+AVE(t) \qquad [W], \quad (III.6)$$

III.2.5.1 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 extérieurs sont donnés par :

$$AVT\ (t) = 1{,}2 \times K_{été} \times S_{ouv} \times [T_{Se}(t) - T_{Sbi}\ (t)] \qquad [W]\ ,\ (III.7)$$

III.2.5.2 Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées :

Les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées extérieures AVE (t) sont évalués à partir de la relation suivante :

$$AVE\ (t) = [SV_{ens} \times I_t + SV_{omb} \times I_d] \times FS \times N_{pvi}(t) \qquad [W]\ ,\ (III.8)$$

Dans notre cas : FS = 0.37 (glace intérieure claire et glace réfléchissante extérieure vert).

III.2.6 Apports de chaleur internes :

III.2.6.1 Définition :

On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés. Les gains internes prévus par le DTR sont ceux ayant pour l'origine les occupants, les machines entrainées par des moteurs électriques, les appareils électriques, l'éclairage, les appareils à gaz, les réservoirs, l'évaporation libres, l'introduction de vapeur vive, les tuyauteries et les conduits d'air intérieurs.

III.2.6.2 Principe de calcul :

Les apports internes, lorsqu'ils existent, sont calculés en les considérants constants pendant la durée de fonctionnement de l'installation de climatisation. Les apports internes sont calculés en considérant un amortissement des gains sensibles. On utilise pour les besoins du calcul un coefficient dit d'amortissement noté N_{AI} (t). Le coefficient d'amortissement N_{AI} (t) est à affecter séparément pour chaque apport interne. Les apports internes sont déterminés en multipliant, pour chaque apport, les gains maximums 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 l'expression suivante:

$$\boldsymbol{AI(t) = \sum j(CSj \times AISj \times NAIj) + \sum(CSj \times AIlj)} \qquad \boldsymbol{[W]\,,\quad (III.9)}$$

III.2.6.3 Calcul des apports internes :

- Apports dus aux occupants : Les gains internes pour un occupant sont donnés dans le tableau A3.81 dans l'annexe 3.

- Apports dus aux machines électriques :

- Les appareils électriques peuvent constituer à la fois une source de chaleur sensible et latente ou seulement une source de gains sensible.
- Une machine électrique utilisée dans un local dégage intégralement l'équivalent calorifique de la puissance électrique moyenne absorbée. Pour calculer ces dégagements on a le tableau A3.83 dans l'annexe 3.

- Apports dus à l'éclairage : Les appareils de l'éclairage constituent une source de chaleur sensible .si l'on ne connait pas la puissance installée pour l'éclairage, on calculera les gains dus à celui-ci en utilisant le tableau A3.85 dans l'annexe 3.

III.2.7 Apports de chaleur par introduction d'air extérieur :

III.2.7.1 Définition :

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

-Les apports dus aux infiltrations qui interviennent directement dans le bilan du local, ces apports sont associés au débit d'infiltrations qv_{inf}

-Les apports dus à l'introduction d'air neuf qui interviennent dans le bilan calorifique total, ces apports sont à associer au débit d'air neuf qv_{an}.

III.2.7.2 Expressions des apports par introduction d'air extérieur :

Les apports sensibles dus au renouvellement de l'air ARENs .et dus aux infiltrations AINFs sont donnés par les formules suivantes :

$$\boldsymbol{ARENs}=\mathbf{0.32}\times\boldsymbol{qv_{an}}\times(\boldsymbol{TS_e}(\boldsymbol{t})-\boldsymbol{TS_{bi}}) \qquad \boldsymbol{[W]}, \quad \boldsymbol{(III.10)}$$

$$\boldsymbol{AINFs}=\mathbf{0.32}\times\boldsymbol{qv_{inf}}\times(\boldsymbol{TS_e}(\boldsymbol{t})-\boldsymbol{TS_{bi}}) \qquad \boldsymbol{[W]}, \quad \boldsymbol{(III.11)}$$

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

$$\boldsymbol{ARENs}(\boldsymbol{t})=\mathbf{0,797}\times\boldsymbol{qv_{an}}\times\boldsymbol{max}[(\boldsymbol{HS_{be}}-\boldsymbol{HS_{bi}});\boldsymbol{0}] \quad \boldsymbol{[W]}, \quad \boldsymbol{(III.12)}$$

$$\boldsymbol{AINFs}(\boldsymbol{t})=\mathbf{0,797}\times\boldsymbol{qv_{inf}}\times\boldsymbol{max}[(\boldsymbol{HS_{be}}-\boldsymbol{HS_{bi}});\boldsymbol{0}] \quad \boldsymbol{[W]}, \boldsymbol{(III.13)}$$

a) Le débit d'air neuf (qv_{an}) :

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

$$\boldsymbol{qv_{an}}=\mathbf{0,}\times\boldsymbol{Vh} \qquad \boldsymbol{[W]}, \quad \boldsymbol{(III.14)}$$

b) Le débit d'air dû aux infiltrations (qv_{inf}) :

Le débit d'air infiltré d'un local est donné par la formule suivante :

$$qv_{inf} = (qv_{oinf,i} \times S_{ouv,i}) \quad [W], \quad (III.15)$$

$qv_{oinf,i}$ (m^3 /h) : débit d'infiltration correspondant à l'ouvrant i considéré ;

les valeurs de qvoinf,i doivent être fournies soit par le fabricant , soit par l'avis technique ; à défaut, on utilisera les valeurs du tableau suivant :

Désignation	$qv_{inf,i}$ (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	4.2
Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité	0.9
Porte en verre	28.1
Porte à tambour	
Avec joint d'étanchéité	7.3
Sans joint d'étanchéité	21.7

Tableau III.1 : Infiltration par les portes et fenêtres

III.2.8 Variations de la température sèche de l'air extérieur :

La variation temporelle de la température sèche de l'air extérieur est évaluée à partir de l'expression suivante :

$$TSe\ (t) = T_{Sbe} - [\ CTS\ (t) \times E_b] \qquad \textbf{(III.16)}$$

- TSe(t) (en °C) représente la température sèche de l'air extérieur à l'heure (t)
- TSb,e (en °C) représente la température sèche de base de l'air extérieur
- CTS(t) représente un coefficient correcteur
- Eb (en °C) représente l'écart diurne de base

TSbe= 34°C

Eb =9°C

Les valeurs coefficient Cts (t) sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Heure	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cts	77	63	48	35	21	6.7	0	0	0

Tableau III.2 : les valeurs coefficient Cts (t)

$$TSe\ (t) = T_{Sbe} - [\ CTS\ (t) \times E_b]$$

Les valeurs de Tse (t) sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Heure	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tse(t)	27	28	29	30	32	33	34	34	34

Tableau III.3 : les valeurs de Tse (t)

III.2.9 Evaluations des apports calorifiques :

A partir des expressions définis ci-dessous les apports calorifiques sensibles et latents sont évalués. Le tableau ci-dessous montrent un exemple de calcul des différents apports des parois de bureau de médecin au niveau du 1er étage à 16h (TSV) (par rapport à la température sèche maximale de l'air extérieur).

APO:

Type de Parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36,4°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur ext	8	0	1,59	2,6	0,5	172,7	217	3,3	1,34	10,8	47,98
Sud	9	0	1,47					3,25			47,21
	10	0	1,34					3,19			46,37
	11	0	1,8					3,4			49,33
	12	0	2,2					3,57			51,90
	13	0,38	3,9					4,54			65,90
	14	0,85	5,62					5,56			80,75
	15	1,43	7,31					6,63			96,31
	16	1,95	8,14					7,29			105,8

Tableau III.4 : les apports à travers les parois opaques extérieures à l'instant t

AVE:

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
Sud	8	0	1,68	171	48,11	1	0,12	9,69898
	9	0	1,68				0,29	23,4392
	10	0	1,68				0,48	38,7959
	11	0,114795	1,56520456				0,64	67,8233
	12	0,239239	1,44076099				0,75	92,8961
	13	0,074734	1,60526551				0,82	76,1076
	14	0	1,68				0,81	65,4681
	15	0,258727	1,42127274				0,75	95,5254
	16	1,68	0				0,61	287,28

Tableau III.5 : les gains dus aux rayonnements solaires à travers les parois vitrées extérieures à l'instant t

AVT:

Orient	Heure [h]	Kété [W/m²°C]	Souv [m2]	TSe(t) [°C]	TSb,i [°C]	AVT [W]
Sud	8	2,15	1,68	27	24	13,0032
	9			28		17,3376
	10			29		21,672
	11			30		26,0064
	12			32		34,6752
	13			33		39,0096
	14			34		43,344
	15			34		43,344
	16			34		43,344

Tableau III.6 : les gains dus au gradient de température à travers les parois vitrées extérieures à l'instant t

Al:

Salle	Occupants	machine électrique	éclairage
Bureau	2 occupants **assis - travail très léger**	micro ordinateur	16 (w/m²)
	sens 2X67 =134 W lat 2x35=70W Tot = 204 W	450 W	15,82 x 16 (w/m²) = 253,12 W

Tableau III.7 : les apports de chaleurs internes

AREN:

Designation du local	Volume	Qvan	Tse	Tsb,i	ARENs
Bureau	48,41	29,046	34	24	92,9472
			HSb,e	**HSb,i**	**ARENl**
			30	45	0

Tableau III.8 : les gains dus au renouvellement d'air

AINF:

Designation du local	Volume	Qvinf	Tse	Tsb,i	AINFs
Bureau	48,41	24,36	34	24	77.952
			HSb,e	**HSb,i**	**AINFl**
			30	45	0

Tableau III.9 : les gains dus aux infiltrations

Total :

APO	AV	AI	AREN	AINF	TOTAL
105.8	330.62	907.12	92.94	77.95	**1514.43 W**

Tableau III.10 : les apports du bureau

Les apports du 1er étage de l'hôpital:

	1er ETAGE			VALEURS
APO	N		531.59	5751,76 W
	S		1438,06	
	E		1896,88	
	O		1479,23	
APO i	MUR		2793,57	3369.57 W
	PORTE		576	
AV	AVT	N	520,12	1516,62 W
		S	346,55	
		E	303,4	
		O	346,55	
	AVE	N	950,49	15731,26 W
		S	2298,24	
		E	5997,6	
		O	6484,93	
AI	OCC (x93)		10554	44935,64 W
	MACH ELEC (x46)		19277	
	ECLAIRAGE		15104,64	
AREN	S		6865.48	6865.48 W
	L		0	
AINF	S		3458.86	3458.86 W
	L		0	
			Total	**81629.19 W**

Tableau III.11 : les apports de l'étage

III.2.10 Vérification réglementaire:

La vérification réglementaire de l'hopitale, doit s'effectuer selon les étapes suivantes :

-Calcul pour l'ensemble de l'immeuble (supposé conditionné) 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 de références

-Vérification de la conformité à la réglementation thermique d'été des locaux

La somme des apports calorifiques par les parois vitrées et les parois opaques aériennes doit vérifier au mois de juillet à 15h TSV la relation suivante :

$$\boldsymbol{APO}\ (\mathbf{15}\ ) + \boldsymbol{AV}\ (\mathbf{15}\ \boldsymbol{h}) \leq \mathbf{1{,}05} \times \boldsymbol{Aréf}\ (\mathbf{15}\ \boldsymbol{h}\ ) \quad \textit{[W]}, \quad \textit{(III.17)}$$

Les apports calorifiques de référence **Aréf** s'expriment par :

$$\boldsymbol{A\ réf} = \boldsymbol{A\ réf,PH} + \boldsymbol{A\ réf\ ,PV} + \boldsymbol{A\ réf\ ,PVI} \qquad \textbf{[W]}, \quad \textbf{(III.18)}$$

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

$$\boldsymbol{A_{réf,PV}} = \Sigma(\boldsymbol{C} \times \boldsymbol{S_{int}} \times \Delta \boldsymbol{TS_{réf,PV}}) \qquad \textbf{[W]}, \qquad \textbf{(III.19)}$$

-Les apports calorifiques de référence des parois vitrées sont donnés par la formule suivante :

$$\boldsymbol{A\ réf\ ,PVI = AVE_{réf} + AVT_{réf}} \quad \textbf{[W] ,} \quad \textbf{(III.20)}$$

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

$$\boldsymbol{AVE réf = [SVens \times It + (SV - SVens) \times Id] \times FS réf \times NPVI, réf} \quad \textbf{[W] ,} \quad \textbf{(III.21)}$$

Les valeurs de **NPVI, réf** sont données par le tableau :

Types de locaux	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Logement	0.95	0.26	0.31	0.44	0.68	0.62	0.43	0.30
Bureaux	0.98	0.19	0.21	0.28	0.65	0.77	0.61	0.40

Tableau III.12 : valeurs de NPVI, réf

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

$$\boldsymbol{AVT réf = e' \times Souv \times \Delta TS réf, PVI} \quad \textbf{[W] , (III.22)}$$

-Les apports calorifiques de référence des parois opaques horizontales **Aréf, PH** sont calculés par la formule suivante :

$$Aréf,PH = \Sigma(a \times Sint \times \Delta TSréf,PH) \quad \text{[W] , (III.23)}$$

AVEréf **= 15194.178 W**

AVTréf **= 2175.77 W**

Aréf, PVI = AVEréf + AVTréf ► Aréf, PVI = **15194.178** + **2175.77**

= **17369.921 W**

Aréf, PV **= 5505.41271 W**

Aréf, PH = 0 **W**

Aréf = Aréf, PVI +Aréf, PV + Aréf, PH = 17369.921 + 5505.41271 + 0 = **22875,33371 W**

1.05 x Aréf = 1.05 x **22875.33371** = **24019,1004 W**

APO (15h) = **5751.78311W**

AV (15h) = 1517.04 + 15731.22 = **15888.26 W**

APO + AV ≤ 1.05 × Aréf

AN : 5751.78311 + 15888.26 ≤ 1.05 x 22875,33371

23000.1001 W ≤ 24019,1004 W

23 KW ≤ 24 KW

Donc : **23 KW ≤ 24.019 KW** , par consequent on peut dire que la condition est vérifiée.

III.2.11. Conclusion :

Donc après avoir calculé le bilan estival, et après vérification, on constate que le besoin énergétique de l'hôpital est dans les normes.

III.3. Calcul des déperditions thermiques pour différentes locaux (dimensionnement de chauffage) :

On distingue deux types de déperditions:
- Les déperditions par transmission à travers l'enveloppe de l'immeuble (murs, portes, toit , fenêtres…)
- Les déperditions par renouvellement d'air (fuite d'air)

III.3.1. 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 :

$$Dt = Ds + Du + Dsol + DLNC \qquad (III.24)$$

Dt : déperdition par transmission
Ds : déperdition surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.
Du : déperdition à travers les liaisons.
Dsol : déperdition à travers les parois en contact avec le sol.
Dlnc : déperdition à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

III.3.1.1. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

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

$$Ds = K \times A \times \Delta T \qquad (III.25)$$

Avec :
K : coefficient
A : la surface
ΔT : différence de température intérieure et extérieure

III.3.1.2. Les déperditions à travers les ponts thermiques :

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

$$Du = KL \times A \times \Delta T \qquad (III.26)$$

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 à 20% des pertes surfaciques par transmission, soit :

$$\sum(KL \times A \times \Delta T) = 0.2 \times \sum(K \times A \times \Delta T) \qquad (III.27)$$

III.3.1.3. Les déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol:

Dans ce type de déperdition on distingue trois types de parois, les planchers bas enterrés, les murs enterrés et les planchers hauts enterrés. Les déperditions Dsol pour un plancher bas ou un mur enterré, sont données par la formule suivante :

$$Dsol = Ks \times A \times \Delta T \qquad (III.28)$$

III.3.1.4. Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés :

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

$$DLNC = Tau\ [\sum(KL \times A \times \Delta T) + \sum(K \times A \times \Delta T)] \qquad \textbf{(III.29)}$$

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

$$Tau = \frac{ti-tn}{ti-te} = \frac{de}{de-ac} \qquad \textit{(III.30)}$$

Avec :

ti : température intérieure. (°C)

te : température extérieure (°C)

ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé ($W.°C^{-1}$)

de : déperdition du local non chauffé vers l'extérieur. ($W.°C^{-1}$)

tn : température de l'espace non chauffé (°C)

tn : est évaluée par la relations suivante :

$$tn = ti - [(ti-te)(\frac{de}{de-ac})] \qquad \textbf{(III.31)}$$

$$de = \sum[(K \times A) + \sum(Kl \times L)] \qquad \textbf{(III.32)}$$

$$ac = \sum[(K \times A) + \sum(Kl \times L)] \qquad \textbf{(III.33)}$$

$$dr = 5 \times Ss \qquad \textbf{(III.34)}$$

ti : température intérieure (°C)

tn : température de l'espace non chauffé (°C)

te : température extérieure (°C)

ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé ($W.C^{-1}$)

dr: les déperditions par renouvellement d'air du local non chauffé

de : déperdition du local non chauffé vers l'extérieur. ($W.C^{-1}$)

III.3.2. Les déperditions par renouvellement d'air :

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

-Des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; on associe à ces déperditions le débit spécifique de ventilation.
-Des déperditions supplémentaires par infiltrations dues à l'effet du vent.

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

$$\boldsymbol{Dr}=\mathbf{0.34}\times(\boldsymbol{Qv}+\boldsymbol{Qs})\times\boldsymbol{\Delta T} \qquad \textbf{(III.35)}$$

Comme on peut aussi les écrire sous la forme suivante :

$$\boldsymbol{Drv}=\mathbf{0.34}\times\boldsymbol{Qv}\times\boldsymbol{\Delta T} \qquad \textbf{(III.36)}$$

$$\boldsymbol{Drs}=\mathbf{0.34}\times\boldsymbol{Qs}\times\boldsymbol{\Delta T} \qquad \textbf{(III.37)}$$

Avec :

$$\boldsymbol{Qv}=\boldsymbol{Max}\,[\mathbf{0.6}\times\boldsymbol{Vh}\ ;\ \boldsymbol{Qvref}] \qquad \textbf{(III. 38)}$$

$$\boldsymbol{Qvref}=\frac{\mathbf{5Qvmax+Qvmin}}{\mathbf{6}} \qquad \textbf{(III.39)}$$

$$\boldsymbol{Qs}=\boldsymbol{Ppi}\times\boldsymbol{evi} \quad (m^3/h) \qquad \textbf{(III.40)}$$

$$\textbf{Ppi =P0 j x Aj} \quad (m^3/h) \qquad \textbf{(III.41)}$$

III.3.3 . Evaluations des déperditions thermiques

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

Local	Nombre de locaux	Local	Nombre de locaux
Protocole	1	Salle de soins	2
Reanimation	1	Office	2
Préparation-chirurgien	1	Bureau chef de service	1
Stérilisation	1	Bureau surveillance	2
Bloc	1	Bureau de médecin	3
Entrée malade	1	Bureau	3
Infermier	1	Véstiaire	3
Pharmacie	1	Réserve	5
Cardiologie femme	1	Chambre	18

Tableau III.13 : les locaux concernés par le chauffage

Local	*Parois*	*Types*	*Surfaces (m^2)*	*Périmètre (m)*	*K ($w/m.c^{-1}$)*	*ΔT (c^o)*	*Ds (w)*
Protocole	***Mur 01***	***Mdc***	*18,84*	-	*1,34*	*18*	454.42
	Mur 02	***Msc***	*11,93*	-	*1,9*	*0*	0
	Mur 03	***Msc***	*16,84*	-	*1,9*	*0*	0
	Mur 04	***Mdc***	*10,25*	-	*1,34*	*18*	247.33
	Fenêtre	***Double vitrage***	*1,68*	-	*2,15*	*18*	65.02
	Porte	***Bois***	*2*	-	*2,4*	*3*	24
	poteau 01	***Béton armé***	*0,91*	-	*3,2*	*18*	52.42
	poteau 02	***Béton armé***	*0,91*	-	*3,2*	*0*	0
	Terrasse		*24,96*	-	*1,04*	*0*	0
	Sole		*24,96*	*18,2*	*1,8*	*0*	0
la somme des déperditions de transmission Ds							843.08
la somme des déperditions à travers les ponts thermique Dli							168.67
la somme des déperditions par renouvellement d'air Dr							134,64
Déperdition totale du local							**1146.34**

Tableau III.14 : les déperditions thermiques du protocole

Local	Ds (w)	Dli (w)	Dr (w)	D
Protocole	843,08	168,61	134,64	1146,34
Vestiaire	683,49	136,70	18,16	838,34
Bureau 01	361,73	72,34	169,20	603,275
Bureau 02	471,18	94,23	169,20	734,61
Bureau médecin 01	382,14	76,43	169,20	627,77
Bureau médecin 02	392,90	78,58	134,64	606,13
Bureau chef de Service	578,42	115,68	169,20	863,30
Réanimation	1282,65	256,53	1326,78	2865,96
Réserve 01	747,75	149,55	295,38	1192,68
Préparation-chirurgien	365,10	73,02	723,60	1161,72
Infermier	209,99	42,00	241,92	493,91
Soins	101,40	20,28	120,96	242,65
Office	105,30	21,06	120,96	247,32
Surveillance	409,72	81,94	483,84	975,50
Pharmacie	105,30	21,06	120,96	247,32
Réserve 02	156,31	31,26	120,96	308,54
Réserve 03	205,81	41,16	120,96	367,93
Stérilisation	490,28	98,06	925,56	1513,90
Bloc	611,70	122,34	518,40	1252,44
Couloir	231,43	46,28	691,20	968,91
18 Chambres	8515,89	1703,18	5151,60	15370,67
Vestiaire 2	692,82	138,56	106,74	938,12
Vestiaire 3	382,39	76,48	134,64	593,51
Office 2	532,80	106,56	127,26	766,62
Bureau	520,89	104,17	134,67	759,73
Soins	474,40	94,88	271,08	840,36
Bureau médecin 03	391,48	78,30	146,88	616,66
Bureau surveillance	400,35	80,07	311,25	791,67

Réserve	105,20	21,04	120,76	247,01
Réserve	306,23	61,24	120,96	488,43
Hall +cage d'escalier	318,61	63,72	787,68	1170,02
Les déperditions thermiques totales d'hôpital				**39841.32**

Tableau III.15 : les déperditions thermiques d'hôpital

III.3.4. Vérification réglementaire

Les déperditions par transmission Dt du l'immeuble doivent vérifier la relation suivante:

$$Dt \leq 1.05 \times D_{réf} \qquad (III.41)$$

Sachons que :

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

Dt : les déperditions par transmission du l'immeuble. (W/°C)

Dans notre cas et pour simplifier plus notre travail, on multiplie directement les Dréf par le gradient de température ΔT

Les déperditions de référence sont calculées par la formule suivante:

$$D_{réf} = (a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5) \cdot \Delta T \qquad (III.42)$$

Les S_i (en m^2) représentent les surfaces des parois à travers lesquelles il y a des déperditions, elles concernent respectivement :

S_1 : la toiture.

S_2 : le plancher bas y compris les plancher bas donnant sur des locaux non chauffés.

S_3 : les murs.

S_4 : les portes.

S_5 : les fenêtres.

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

Zone	Immeuble collectif				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
A	0.9	2	1.2	3	3.8

Tableau III.16 : les coefficients de vérification réglementaire

On aura donc :

$\mathbf{D_{réf}}$ = (0.9 x S_1+2x S_2 +1.2 x S_3 +3 x S_4+ 3.8 x S_5) x ΔT

S_1= 0 m^2
S_2 = 0 m^2
S_3 = 2368.32 m^2
S_4 = 144.18 m^2
S_5 = 95.73 m^2

$\mathbf{D_{réf}}$= (1.20 x 2368.32 +3x144.18 +3.8 x 95.73) x18

$\mathbf{D_{réf}}$ = 22289.86 W = 22.28KW

Après calcul on a :

Dt = 21376.7684 W = 21.37 KW

D'où :

1.05 x 22289.86 = 23404.353 W

Donc : **21.37kW ≤ 23.40kW** par conséquent **la condition est vérifiée**

CHAPITRE IV

Choix du système de climatisation

VI .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

- Température
- L'humidité
- La pureté de l'air
- La vitesse de soufflage
- Le niveau sonore
- La distribution de l'air traité dans les locaux à climatiser par l'intermédiaire des gaines et d'appareils terminaux.

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

- Surface à climatiser
- Niveau sonore exigé
- Esthétique désirée
  * Puissance frigorifique nécessaire
  * Situation géographique
  * Orientation et exposition des pièces
  * Isolation
  * Ensoleillement
- Le coût d'investissement
- Le coût d'exploitation

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 de l'énergie et de la régulation on peut adopter la classification suivante :

- Systèmes centralisés (tout air)
- Systèmes semi centralisés (à eau et air)
- Systèmes décentralisés

VI.1.1.Systèmes centralisés (tout air)

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

VI.1.2. Systèmes semi centralisés

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

VI.1.3. Systèmes décentralisés

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

VI.2. Choix du système de climatisation :

VI.2.1. Introduction

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

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

A partir de l'analyse de ces critères, on a opté pour un système semi-centralisé du type VRV pour la climatisation de notre immeuble.

VI.2.2.Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable)

VI.2.2.1. Définition

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

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

dont l'installation a besoin, d'où une grande souplesse d'utilisation avec une consommation réduite.

VI.2.2.2 .Système (VRV) 2 tubes 3 tubes :

Au sein de la gamme VRV, il existe deux solutions distinctes. Dans la solution (VRV 2 tubes), toutes les unités intérieures raccordées à un même groupe extérieur sont dans un mode de fonctionnement (chauffage – rafraichissement) identique.

La solution « VRV 3 tubes, est également appelée, à récupération d'énergie » les unités intérieures sont totalement indépendantes, y compris dans le choix de leur mode de fonctionnement.

Cette dernière offre une plus grande souplesse mais surtout des économies d'énergie accrues. En effet, la tuyauterie supplémentaire est utilisée pour permette un transfert thermique d'une zone « chaude » vers une zone « froide » et inversement.

VI.2 .2 .3.Risques de fuite du réfrigérant :

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

VI.2.2.4. Maintenance sur une installation VRV :

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

Par sa conception, le système VRV facilite donc considérablement les opérations de maintenance.

VI.2.2.5. Applications des systèmes VRV :

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

La résidentiel enfin représente un marché émergent : les différences en logement collectif, y compris logement social sont de plus nombreuses preuve de ce secteur en plein développement, le VRV de marque DAIKEN est le premier à obtenir le label promotelec.

VI.2.2.6 .Principe de fonctionnement du VRV à récupération d'énergie :

Le VRV "à récupération d'énergie " est également appelé "VRV 3 tubes " .il permet un fonctionnement simultané chaud-froid par zone ou par unité intérieure.

Le principe est simple : le troisième tube est utilisé pour transférer le fluide frigorigène entre les unités intérieures dont le mode de fonctionnement diffère. Ce sont des boitiers de sélection(BS) disposés entre le groupe extérieur et les unités intérieures qui orientent le fluide selon la demande vers le groupe de condensation ou vers une zone dont les besoins thermiques sont différents.

Il n'y a donc aucune résistance électrique dans les unités intérieures. Le chauffage reste thermodynamique.

Ce principe garanties d'importantes économies d'énergie à certaines périodes de l'année et selon le type du bâtiment : en effet, il est alors possible de chauffer gratuitement une partie des locaux.

VI.2.2.7. Flexibilité des systèmes VRV pour l'immobilier de bureau :

Pour octroyer une grande flexibilité à un bâtiment de bureaux, il est nécessaire de respecter certains critères : notamment l'implantation uniforme d'unités terminales sur l'ensemble des surfaces traitées afin de permettre tout type de cloisonnement ultérieur, ainsi que la mise en place d'une régulation préservant l'autonomie de chaque unité intérieure. Le VRV se plie parfaitement à ces critères.

Mais il apporte une forme supplémentaire de flexibilité : lorsque la surface à climatiser nécessite d'associer plusieurs groupes extérieurs VRV, il devient alors possible de sélectionner les différents systèmes afin de garantir l'indépendance de certaines zones. On peut ainsi rendre strictement indépendant chaque niveau voir chaque locataire. Cet apport unités externes intéressante dans l'immobilier locatif offre une flexibilité unique de conception aux prescripteurs et installateurs.

VI.2.2.8.Différences essentielles entre une solution VRV et une solution type eau glacé :

La principale différence concerne le medium utilisé pour rafraichir les locaux. Comme son nom l'indique, une solution type « eau glacé » consiste en un double échange réfrigérant \eau puis eau \air. Le VRV est une solution à « détente directe»: l'échange thermique intervient directement entre le réfrigérant et l'air des locaux à climatiser. Cet aspect conditionne un certain nombre d'autres spécificités : l'eau nécessite des diamètres de tuyauteries plus importants et la mise en place d'accessoires hydrauliques indispensables à sa circulation.

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

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

Exemple d'unité extérieure VRV avec une unité type gainable : ce système peut alimenter jusqu'à 64 unités intérieures type gainables.



Figure VI.1 .Unité intérieure Daikin type RXYQ-PR1

Exemple de VRV à récupération d'énergie pour une utilisation simultanée en rafraichissement et en chauffage à partir d'un seul système :



Figure VI.2 . Unité extérieure VRV type REYQ30P8

Exemples de VRV



Figure VI.3.Schéma d'une installation VRV

VI.2.2.9. Les principaux avantages du VRV :(selon les fabricants) :

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

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

Les tableaux ci-dessous résument les apports et les déperditions durant les deux périodes de l'année (été et hiver).

VI.3. Application au projet :

Salle	Apports KW		Déperditions KW	Unités intérieures
Protocole	2.4		1.14	FXZQ25A
Vestiaire 1	2		0.83	FXZQ20A
Bureau 1,2	2		0.73	FXZQ20A
Bureau de médecin 1,2	2		0.6	FXZQ20A
Bureau de chef service	2.3		0.86	FXZQ25A
Réanimation	1.53		2.86	FXZQ15A
G réserves	1.75		1.19	FXZQ15A
Préparation chirurgicale	0.8		1.16	FXZQ15A
Soin et office	0.8		0.24	FXZQ15A
Surveillance	1		1	FXZQ15A
Pharmacie	0.84		0.24	FXZQ15A
Réserve 2,3	0.8		0.3	FXZQ15A
Stérilisation	11.2		1.53	(X2)FXZQ50A
Bloc	1.86		1.25	FXZQ20A
Couloirs	4		1	(X3) FXZQ15A
18 chambres	S	1.22	0.85	FXZQ15A
	N	1	0.85	FXZQ15A
	O	1.7	0.85	FXZQ15A
Vestiaire 2	1.64		0.93	FXZQ15A
Vestiaire 3	1		0.6	FXZQ15A
Office et bureau	1.62		0.76	FXZQ15A

Salle soin	1.5	0.84	FXZQ15A
Bureau de médecin 3	1.9	0.61	FXZQ20A
Bureau de surveillance	1	0.8	FXZQ15A
Resrve 4	0.85	0.24	FXZQ15A
Resrve 5	0.8	0.5	FXZQ15A
Hall et réception	6.4	1.17	(X2)FXZQ32A

Tableau VI.1.les puissances frigorifiques et calorifiques de tout l'étage

VI.3.1 .Choix de l'appareillage :

- Pour les unités intérieures on a choisis la gamme: (**FXZQ--A**)



Figure VI.4. Casette intérieure DAIKIN ultra plate

- Pour l'unité extérieure on a choisis: (**REYQ30P8**)



Figure VI.5.Unité extérieure DAIKIN à récupération d'énergie

Conclusion générale :

Notre objectif était de faire une étude de climatisation de l'hôpital Frantz fanon de Blida, exactement le service de la chirurgie maxillo faciale.

Pour mener cette tâche nous avons en premier lieu cherché à avoir les plans architecturaux de l'hôpital en question. Ces plans nous ont permis de connaître les données géométriques et les éléments de construction en matière de murs, vitrages, dalles, toitures et matériaux utilisés.

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

Enfin, pour conclure notre travail on peut dire qu'à travers l'étude de ce projet, nous avons eu l'occasion d'enrichir et d'approfondir remarquablement nos connaissances en matière des techniques de la climatisation. Et nous espérons toutefois, que d'autres sujets vont continuer sur ce chemin pour apporter encore plus d'avantages de connaissances.

Références bibliographiques

1- Document technique réglementaire (D.T.R C 3.2), réglementation thermique des bâtiments d'habitation, règle de calcul des déperditions calorifiques.

2- Document technique réglementaire (D.T.R C 3.4), climatisation, règle de calcul des, apports calorifiques des bâtiments.

3- Catalogue Daikin système VRV

Sites internet :

4- www.wikipedia.com

ANNEXES

ANNEXE.1

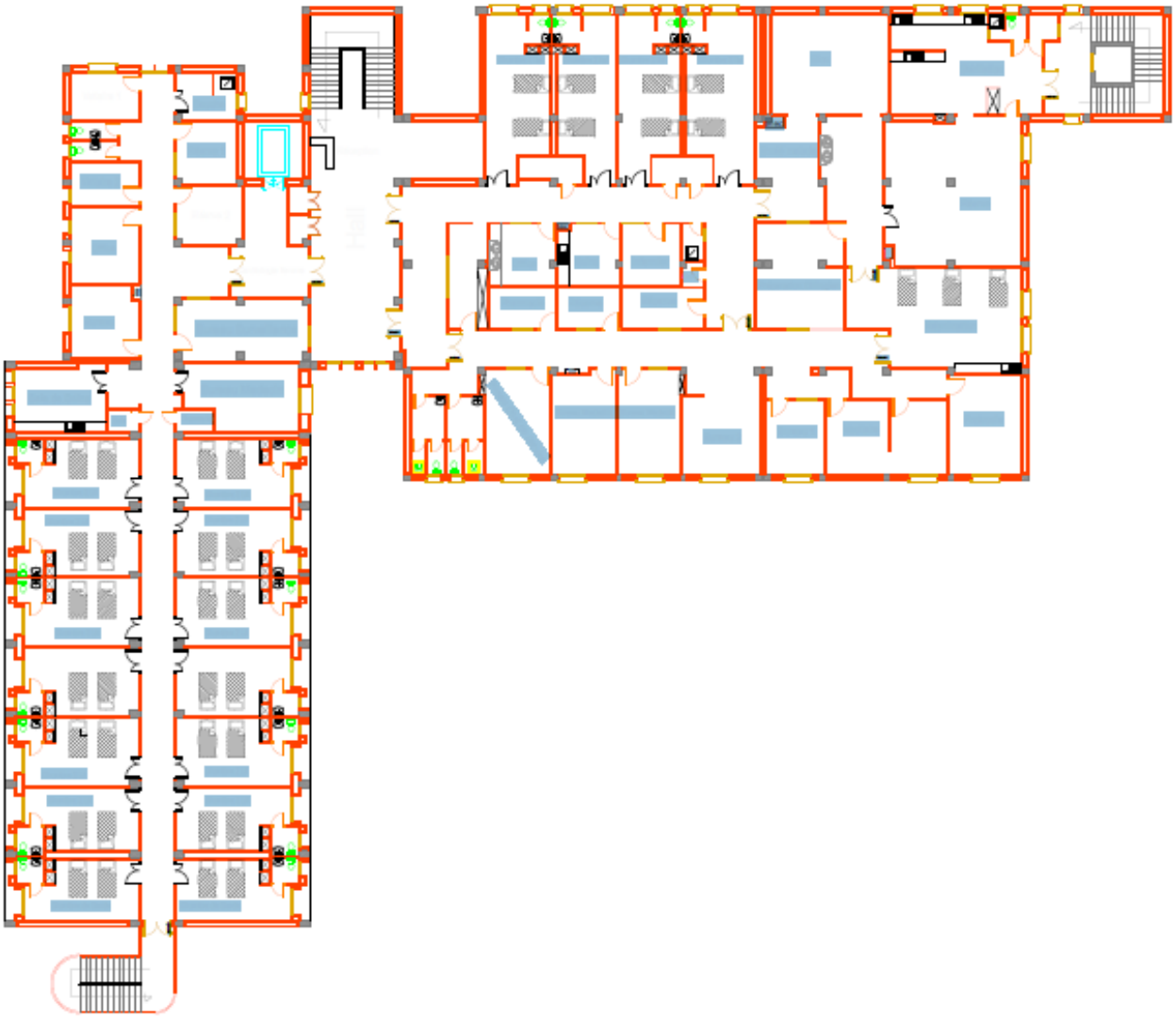


Figure A1-1 : plan du 1er étage du service maxillo-facial

				Période hivernale		Estivale	
Zone	**Altitude (m)**	**Latitude**	**Longitude**	**T° de Base (°C)**	**L'humidité relative ϕ (%)**	**T° de Base (°C)**	**L'humidité relative ϕ (%)**
A	257	36.4°N	2.47°E	3	80	34	30

Tableau A1.1 : Les conditions climatiques extérieures

Objectifs							**Moyens**	
Hors présence humaine et en présence d'équipements immobiliers				En activité				
Désignation de la zone	Classe particulaire de la zone a protégé	niveau cible de classe de cinétique de décontamination particulaire a 0,5 µ	Niveau cible de classe bactériologique de la zone a protéger	Température de l'air (sauf besoins spécifiques	Taux d'humidité de l'air	Pression acoustique maximale	Régime D écoulement de l'air de la zone a protégé	Taux de renouvellement de l'air de la salle
Zone 4	ISO 5 < 3 500 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 10	B 10	19-26°c	45-65 %	48dBA	Flux unidirectionnel	> 50 vol/h
Zone 3	ISO 7 < 350 000 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 20	B 10	19-26 °C	45-65 %	45 dBA	Flux unidirectionnel ou non unidirectionnel	25-30 vol/h
Zone 2	ISO 8 < 3 500 000 particules ≥ 0,5 µ/m3 d'air	CP 20	B 100	19-26 °C	45-65 %	40dBA	Flux unidirectionnel	15-20 vol/h
Zone 1	Locaux non spécifique					35 dBA		

Tableau A1.2 : performances techniques à attendre dans les zones à risques des établissements de santé

DESIGNATION	PERIODE HIVERNAL		PERIODE ESTIVALE	
	Ti (c°)	ϕ (%)	Ti (c°)	ϕ (%)
Les bureaux	21	50	24	45
Local artisanal	21	50	24	45
Pièce de service	21	50	24	45
Hall et cage d'escalier	18	50	24	45

Tableau A1.3: les conditions climatiques Intérieures

Designation du local	Nbr d'occupants	Surface (m^2)	ϕ (%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Protocol	1	24.96	50	45	21	24	76.38
Vestiaire 01	2	30.08	50	45	21	24	92.04
Bureau 01	2	15.04	50	45	21	24	46.022
Bureau 02	2	20.21	50	45	21	24	61.84
Bureau médecin 01	2	20,74	50	45	21	24	63,46
Bureau médecin 02	2	21,96	50	45	21	24	67,20
Bureau chef de service	2	21,96	50	45	21	24	67,20
Reanimation	3	50,9	50	45	21	24	155,75
Reserve 01	2	54,09	50	45	21	24	165,51
Préparation-chirurgien	2	30	50	45	21	24	91,80
Soins	3	12,8	50	45	21	24	39,17
Office	2	13,6	50	45	21	24	41,62

Surveillance	2	17,35	50	45	21	24	53,09
Pharmacie	1	10,2	50	45	21	24	31,21
Reserve 02	1	13,5	50	45	21	24	41,31
Reserve 03	1	9,6	50	45	21	24	29,38
Stérilisation	2	25,2	50	45	21	24	77,11
Bloc	6	36,4	50	45	21	24	111,38
Couloirs	0	211.34	50	45	21	24	3381.44
18 chambres	36	465,95	50	45	21	24	1425,81
Vestiaire 02	2	9,98	50	45	21	24	30,54
Vestiaire 03	2	9,98	50	45	21	24	30,54
Office 02	2	16,25	50	45	21	24	49,72
Bureau 03	2	15,82	50	45	21	24	48,41
Soins	3	19,03	50	45	21	24	58,23
Bureau médecin 03	2	28,27	50	45	21	24	86,51
Bureau surveillance	2	20,3	50	45	21	24	62,12
Réserve 04	1	11,4	50	45	21	24	34,88
Réserve 05	1	10,65	50	45	21	24	32,589
Hall et Reception	5	98.8	50	45	21	24	302.32

Tableau A1.4 : cahier de charge 1er étage (H = 3.06 mètre)

	Occupants	machine électrique	P éclairage
(4x) petite réserve	(4x) 1 occupants **assis-travail très léger**	(4x) micro ordinateur (4x) réfrigérateur (100L)	x8(w/m²)
1 grande réserve	2 occupants **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrigérateur (100L)	x8(w/m²)
Hall et réception	5 occupants **assis - travail très léger**	Télévision micro ordinateur imprimante laser	16 (w/m²)
Stérilisation	2 occupants **assis - travail très léger**	stérilisateur de pansement stérilisateur d'instrument	16 (w/m²)
Pharmacie	1 occupant **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrigérateur (100L)	16 (w/m²)
(18x) chambre 2 lits	(18x) 2 occupants **assis – repos**	(18x) télévision	8 (w/m²)
(2x) salle de soin	(2x) 3 occupants **assis-travail très léger**		32 (w/m²)
(8x) bureau de médecin	(8x) 2 occupants **assis - travail très léger**	(8x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(2x) bureau de surveillance	(2x) 2 occupants **assis-travail très léger**	(2x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(3x) vestiaire	(3x) 2occupants **debout-marche**		8(w/m²)
Bloc chirurgical	6 occupants **travail léger**	réfrigérateur (100L)	65 (w/m²)
Préparation chirurgien	2 occupants **assis - travail très léger**		16 (w/m²)
Réanimation	3 occupants **assis - repos**		8 (w/m²)
Couloir			16 (w/m²)

Tableau A1.5 : les gains intérieurs

ANNEXE.2

T (°C)	21	18.34	17.62	17.38	12.55	11.11	6.28
Pression sat (Pa)	2489.5	2164.17	2098.69	2087.76	1649.04	1431.96	1091.21
T (°C)	3.87	3					
Pression sat (Pa)	876.8	799.4					

Tableau A2.1 : pressions de saturation de chaque couche dans un mur à double cloison

T (°C)	21	14.66	12.36	11.78	5.44	4.87	3
P sat (Pa)	2489.5	1836.77	1632.14	1580.54	1016.48	965.77	799.4

Tableau A2.2 : pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.40m

Couche	Composants du mur	e (m)	π (Kg/m.s)	$\frac{e}{л}$ (m2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	Enduit intérieur en plâtre	0.015	0.013	1.15	1244.57
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.005	3	1167.83
3	Brique creuse	0.1	0.014	7.14	995.18
4	Lame d'air	0.2	0.09	2.22	928.40
5	Brique creuse	0.1	0.014	7.14	745.76
6	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.005	3	669.02

Tableau A2.3 : la pression partielle pour chaque couche cas d'un mur à double cloison

ANNEXE.3

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36,4°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur ext	8	0	3,78	2,6	0,5	516	516	4,7	1,34	X	0
Est	9	0	4,53	2,6	0,5	516	516	5,11667	1,34	X	0
	10	0	6,96	2,6	0,5	516	516	6,46667	1,34	X	0
	11	0	9,75	2,6	0,5	516	516	8,01667	1,34	X	0
	12	0	1,58	2,6	0,5	516	516	3,47778	1,34	X	0
	13	0,38	12,66	2,6	0,5	516	516	9,80222	1,34	X	0
	14	0,85	12,57	2,6	0,5	516	516	9,96111	1,34	X	0
	15	1,43	10,98	2,6	0,5	516	516	9,33556	1,34	X	0
	16	1,95	10	2,6	0,5	516	516	9,02222	1,34	X	0

Tableau A3.1 : Calcul des apports extérieurs APO paroi orientation EST

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36,4°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur ext	8	0	3,79	2,6	0,5	516	516	4,70556	1,34	X	0
Ouest	9	0	3,67	2,6	0,5	516	516	4,63889	1,34	X	0
	10	0	3,54	2,6	0,5	516	516	4,56667	1,34	X	0
	11	0	3,54	2,6	0,5	516	516	4,56667	1,34	X	0
	12	0	3,54	2,6	0,5	516	516	4,56667	1,34	X	0
	13	0,38	4,14	2,6	0,5	516	516	5,06889	1,34	X	0
	14	0,85	4,64	2,6	0,5	516	516	5,55556	1,34	X	0
	15	1,43	5,5	2,6	0,5	516	516	6,29111	1,34	X	0
	16	1,95	6,43	2,6	0,5	516	516	7,03889	1,34	X	0

Tableau A3.2 : Calcul des apports extérieurs APO paroi orientation OUEST

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	ΔT_{em} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	α	$I_{t,b}(36,4°)$ [W/m²]	$I_{t,b}(40°)$ [W/m²]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur ext	8	0	1,59	2,6	0,5	172,72	217	3,30308	1,34	X	0
Sud	9	0	1,47	2,6	0,5	172,72	217	3,25002	1,34	X	0
	10	0	1,34	2,6	0,5	172,72	217	3,19254	1,34	X	0
	11	0	1,8	2,6	0,5	172,72	217	3,39594	1,34	X	0
	12	0	2,2	2,6	0,5	172,72	217	3,57282	1,34	X	0
	13	0,38	3,9	2,6	0,5	172,72	217	4,53651	1,34	X	0
	14	0,85	5,62	2,6	0,5	172,72	217	5,55925	1,34	X	0
	15	1,43	7,31	2,6	0,5	172,72	217	6,63009	1,34	X	0
	16	1,95	8,14	2,6	0,5	172,72	217	7,28717	1,34	X	0

Tableau A3.3 : Calcul des apports extérieurs APO paroi orientation SUD

Type de parois	Heure [h]	ΔT_{es} [°C]	$C_{\Delta Te}$ [°C]	ΔTe(t) [°C]	K [W/m²°C]	S [m²]	APO [W]
Mur ext	8	0	2,6	2,6	1,34	X	0
Nord	9	0	2,6	2,6	1,34	X	0
	10	0	2,6	2,6	1,34	X	0
	11	0	2,6	2,6	1,34	X	0
	12	0	2,6	2,6	1,34	X	0
	13	0,38	2,6	2,98	1,34	X	0
	14	0,85	2,6	3,45	1,34	X	0
	15	1,43	2,6	4,03	1,34	X	0
	16	1,95	2,6	4,55	1,34	X	0

Tableau A3.4 : Calcul des apports extérieurs APO paroi orientation NORD

Orient	Heure	Kété	Souv	TSe(t) [°C]	TSb,i [°C]	AVT
	[h]	[W/m²°C]	[m2]			[W]
	8	2,15	1,68	27	24	13,0032
	9	2,15	1,68	28	24	17,3376
	10	2,15	1,68	29	24	21,672
N	11	2,15	1,68	30	24	26,0064
S	12	2,15	1,68	32	24	34,6752
E	13	2,15	1,68	33	24	39,0096
O	14	2,15	1,68	34	24	43,344
	15	2,15	1,68	34	24	43,344
	16	2,15	1,68	34	24	43,344

Tableau A3.5 : Calcul AVT vitrage toutes les orientations (S =168m²)

Orient	Heure	Kété	Souv	TSe(t) [°C]	TSb,i [°C]	AVT
	[h]	[W/m²°C]	[m2]			[W]
	8	2,15	0,71	27	24	5,4954
	9	2,15	0,71	28	24	7,3272
	10	2,15	0,71	29	24	9,159
N	11	2,15	0,71	30	24	10,9908
S	12	2,15	0,71	32	24	14,6544
E	13	2,15	0,71	33	24	16,4862
O	14	2,15	0,71	34	24	18,318
	15	2,15	0,71	34	24	18,318
	16	2,15	0,71	34	24	18,318

Tableau A3.6 : Calcul AVT vitrage toutes les orientations (S= 0.71m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
N	8	1,68	0	48,11	48,11	1	0,74	80,8248
	9	1,68	0	48,11	48,11	1	0,83	80,8248
	10	1,68	0	48,11	48,11	1	0,88	80,8248
	11	1,68	0	48,11	48,11	1	0,91	80,8248
	12	1,68	0	48,11	48,11	1	0,94	80,8248
	13	1,68	0	48,11	48,11	1	0,96	80,8248
	14	1,68	0	48,11	48,11	1	0,96	80,8248
	15	0	1,68	48,11	48,11	1	0,98	77,591808
	16	0	1,68	48,11	48,11	1	0,98	79,208304

Tableau A3.7 : Calcul AVE vitrage orientation NORD (S=168 m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
O	8	1,68	0	510	48,11	1	0,06	856,8
	9	1,68	0	510	48,11	1	0,07	856,8
	10	1,68	0	510	48,11	1	0,08	856,8
	11	1,68	0	510	48,11	1	0,08	856,8
	12	0	1,68	510	48,11	1	0,08	6,465984
	13	0	1,68	510	48,11	1	0,19	15,356712
	14	1,1157837	0,5642163	510	48,11	1	0,42	580,450378
	15	1,4478786	0,2321214	510	48,11	1	0,65	745,676887
	16	1,5819537	0,0980463	510	48,11	1	0,81	810,617163

Tableau A3.8 : Calcul AVE vitrage orientation OUEST (S=168m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
S	8	0	1,68	171	48,11	1	0,12	9,698976
	9	0	1,68	171	48,11	1	0,29	23,439192
	10	0	1,68	171	48,11	1	0,48	38,795904
	11	0,1147954	1,5652046	171	48,11	1	0,64	67,8232951
	12	0,239239	1,440761	171	48,11	1	0,75	92,8961297
	13	0,0747345	1,6052655	171	48,11	1	0,82	76,1076426
	14	0	1,68	171	48,11	1	0,81	65,468088
	15	0,2587273	1,4212727	171	48,11	1	0,75	95,5254356
	16	1,68	0	171	48,11	1	0,61	287,28

Tableau A3.9 : Calcul AVE vitrage orientation SUD (S=168m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
E	8	1,5769549	0,1030451	510	48,11	1	0,67	807,568505
	9	1,3322233	0,3477767	510	48,11	1	0,73	691,647898
	10	0,9112214	0,7687786	510	48,11	1	0,68	489,873363
	11	0	1,68	510	48,11	1	0,53	42,837144
	12	1,68	0	510	48,11	1	0,38	856,8
	13	1,68	0	510	48,11	1	0,27	856,8
	14	1,68	0	510	48,11	1	0,22	856,8
	15	1,68	0	510	48,11	1	0,18	856,8
	16	1,68	0	510	48,11	1	0,15	856,8

Tableau A3.10 : Calcul AVE vitrage orientation EST (S=168m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
N	8	0,71	0	48,11	48,11	1	0,74	34,1581
	9	0,71	0	48,11	48,11	1	0,83	34,1581
	10	0,71	0	48,11	48,11	1	0,88	34,1581
	11	0,71	0	48,11	48,11	1	0,91	34,1581
	12	0,71	0	48,11	48,11	1	0,94	34,1581
	13	0,71	0	48,11	48,11	1	0,96	34,1581
	14	0,11	0,59	48,11	48,11	1	0,96	32,541604
	15	0	0,71	48,11	48,11	1	0,98	32,791776
	16	0	0,71	48,11	48,11	1	0,98	33,474938

Tableau A3.11 : Calcul AVE vitrage orientation NORD (S=0.71m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
O	8	0,71	0	510	48,11	1	0,06	362,1
	9	0,71	0	510	48,11	1	0,07	362,1
	10	0,71	0	510	48,11	1	0,08	362,1
	11	0,71	0	510	48,11	1	0,08	362,1
	12	0	0,71	510	48,11	1	0,08	2,732648
	13	0	0,71	510	48,11	1	0,19	6,490039
	14	0,45	0,25	510	48,11	1	0,42	234,55155
	15	0,63	0,07	510	48,11	1	0,65	323,48901
	16	0,69	0,01	510	48,11	1	0,81	352,28969

Tableau A3.12 : Calcul AVE vitrage orientation OUEST (S=0.71m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
S	8	0	0,71	171	48,11	1	0,12	4,098972
	9	0	0,71	171	48,11	1	0,29	9,905849
	10	0	0,71	171	48,11	1	0,48	16,395888
	11	0	0,71	171	48,11	1	0,64	21,861184
	12	0	0,71	171	48,11	1	0,75	25,618575
	13	0	0,71	171	48,11	1	0,82	28,009642
	14	0	0,71	171	48,11	1	0,81	27,668061
	15	0	0,71	171	48,11	1	0,75	25,618575
	16	0,71	0	171	48,11	1	0,61	121,41

Tableau A3.13 : Calcul AVE vitrage orientation SUD (S=0.71m²)

Orient	TSV [h]	Svens [m²]	Sv - Svens [m2]	It [W/m²]	Id [W/m²]	FS	Npvi (t)	AVE [W]
E	8	0,68	0,02	510	48,11	1	0,67	347,44467
	9	0,54	0,16	510	48,11	1	0,73	281,01925
	10	0,31	0,39	510	48,11	1	0,68	170,85877
	11	0	0,71	510	48,11	1	0,53	18,103793
	12	0,71	0	510	48,11	1	0,38	362,1
	13	0,71	0	510	48,11	1	0,27	362,1
	14	0,71	0	510	48,11	1	0,22	362,1
	15	0,71	0	510	48,11	1	0,18	362,1
	16	0,71	0	510	48,11	1	0,15	362,1

Tableau A3.14 : Calcul AVE vitrage orientation EST (S=0.71m²)

	TSe	Cinc	Tsbi	Δtlnc	K	S	APOi
Mur	34	4	24	6	1,9	X	0
Porte	34	4	24	6	2,4	X	0

Tableau A3.15 : calcul des apports internes pour les murs à simple cloison et pour les portes en bois

	Occupants	Machine éléctrique	Eclairage
(4x) petite reserve	(4x) 1 occupants **assis-travail très léger**	(4x) micro ordinateur (4x) réfrégirateur (100L)	x8(w/m²)
1 Grande reserve	2 occupants **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrégirateur (100L)	x8(w/m²)
Hall et réception	5 occupants **assis - travail très léger**	télévision micro ordinateur imprimante laser	16 (w/m²)
Stérilisation	2 occupants **assis - travail très léger**	stérilisateur de pensement stérilisateur d'instrumement	16 (w/m²)
Pharmacie	1 occupant **assis - travail très léger**	micro ordinateur réfrégirateur (100L)	16 (w/m²)
(18x) chambre 2 lits	(18x) 2 occupants **assis - repos**	(18x) télévision	8 (w/m²)
(2x) salle de soin	(2x) 3 occupants **assis-travail très léger**		32 (w/m²)
(8x) bureau de medecin	(8x) 2 occupants **assis - travail très léger**	(8x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(2x) bureau de surveillance	(2x) 2 occupants **assis-travail très léger**	(2x) micro ordinateur	16 (w/m²)
(3x) vestiaire	(3x) 2occupants **debout-marche**		8(w/m²)
Bloc chirugical	6 occupants **travail léger**	réfrégirateur (100L)	65 (w/m²)
Préparation chirugien	2 occupants **assis - travail très léger**		16 (w/m²)
Réanimation	3 occupants **assis - repos**		8 (w/m²)
Couloir			16 (w/m²)

Tableau A3.16 : calcul des gains intérieurs

Local	volume	Qvan	Surface	Qvinf	Tse	Tsi	ARENs	AINFs	Hse	Hsi	ARENl	AINFl	
Protocol	76,38	45,828	1,68	24,36	34	24	146,65	77,952	14,25	45	0	0	224,6
Vestiare 1	92,04	55,224	1,68	24,36	34	24	176,717	77,952	14,25	45	0	0	254,67
Bureau 1	46,022	27,6132	1,68	24,36	34	24	88,3622	77,952	14,25	45	0	0	166,31
Bureau 2	61,84	37,104	1,68	24,36	34	24	118,733	77,952	14,25	45	0	0	196,68
Bur med 1	63,46	38,076	1,68	24,36	34	24	121,843	77,952	14,25	45	0	0	199,8
Bur med 2	67,2	40,32	1,68	24,36	34	24	129,024	77,952	14,25	45	0	0	206,98
Bur chef c	67,2	40,32	1,68	24,36	34	24	129,024	77,952	14,25	45	0	0	206,98
Reanimat	155,57	93,342	3,36	48,72	34	24	298,694	155,9	14,25	45	0	0	454,6
Reserve 1	165,51	99,306	1,68	24,36	34	24	317,779	77,952	14,25	45	0	0	395,73
Pre chiru	91,8	55,08	1,68	24,36	34	24	176,256	77,952	14,25	45	0	0	254,21
Infermier	36,72	22,032	1,68	24,36	34	24	70,5024	77,952	14,25	45	0	0	148,45
Soin	39,17	23,502	1,68	24,36	34	24	75,2064	77,952	14,25	45	0	0	153,16
Office	41,62	24,972	1,68	24,36	34	24	79,9104	77,952	14,25	45	0	0	157,86
Surveillance	53,09	31,854	1,68	24,36	34	24	101,933	77,952	14,25	45	0	0	179,88
Pharmacie	31,21	18,726	1,68	24,36	34	24	59,9232	77,952	14,25	45	0	0	137,88
Réserve 2	41,31	24,786	1,68	24,36	34	24	79,3152	77,952	14,25	45	0	0	157,27
Réserve 3	29,38	17,628	1,68	24,36	34	24	56,4096	77,952	14,25	45	0	0	134,36
Sterilis	77,11	46,266	3,36	48,72	34	24	148,051	155,9	14,25	45	0	0	303,96
Bloc	111,38	66,828	0	0	34	24	213,85	0	14,25	45	0	0	213,85
Entree mal	66,1	39,66	1,68	24,36	34	24	126,912	77,952	14,25	45	0	0	204,86
18.chamb	1425,81	855,486	1,68	24,36	34	24	2737,56	77,952	14,25	45	0	0	2815,5
Vestiaire 2	30,54	18,324	1,68	24,36	34	24	58,6368	77,952	14,25	45	0	0	136,59
Vestiaire 3	30,54	18,324	0,71	10,3	34	24	58,6368	32,944	14,25	45	0	0	91,581
Office	49,72	29,832	1,68	24,36	34	24	95,4624	77,952	14,25	45	0	0	173,41
Bureau 3	48,41	29,046	1,68	24,36	34	24	92,9472	77,952	14,25	45	0	0	170,9
Sal soin	58,23	34,938	2,13	30,89	34	24	111,802	98,832	14,25	45	0	0	210,63
											0	0	0
											0	0	0
Bur med 3	86,51	51,906	1,68	24,36	34	24	166,099	239,7	14,25	45	0	0	405,8
Bur survei	62,12	37,272	1,68	24,36	34	24	119,27	239,7	14,25	45	0	0	358,97
Resrve 4	34,88	20,928	1,68	24,36	34	24	66,9696	239,7	14,25	45	0	0	306,67
Resrve 5	32,58	19,548	1,68	24,36	34	24	62,5536	239,7	14,25	45	0	0	302,26
Hall	302,32	181,392	2,94	42,63	34	24	580,454	419,48	14,25	45	0	0	999,93

Tableau A3.17 : calcul des apports par infiltration et renouvèlement d'air à travers les ouvrants

A3 Tableau.18 : les déperditions à travers les parois du protocol

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Protocol	Mur 01	mdc	18,84		1,34	18	454,421
	Mur 02	msc	11,93		1,9	0	0
	Mur 03	msc	16,84		1,9	0	0
	Mur04	mdc	10,25		1,34	18	247,23
	Fenetre	dv	1,68		2,15	18	65,016
	Porte	b	2		2,4	5	24
	poteau 01	biton	0,91		3,2	18	52,416
	poteau 02	biton	0,91		3,2	0	0
	toiture	plancher	24,96	18,2	1,04	0	0
	sole	plancher	24,96	18,2	1,8	0	0
					som Dt		843,08
					som Dli		168,6
					som Dr		134,64
					D tot		1146,32

A3 Tableau.19 : les déperditions à travers les parois de vestiaire

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Vestiaire	m1	msc	14,38		1,9	0	0
	m2	msc	15,58		1,9	5	148,01
	m3	msc	14,38		1,9	0	0
	m4	mdc	18,51		1,34	18	446,4612
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	30,08	23,6	1,04	0	0
	sole	plancher	30,08	23,6	1,8	0	0
					som Dt		683,487
					som Dli		136,68
					som Dr		18,16
					D tot		838,327

A3 Tableau .20 : les déperditions à travers les parois du bureau1

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau01	m1	msc	14,38		1,9	0	0
	m2	msc	6,6		1,9	5	62,7
	m3	msc	14,38		1,9	0	0
	m4	mdc	8,11		1,34	18	195,6132
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	b	1,2		2,4	5	14,4
	toiture	plancher	15,04	16	1,04	0	0
	sole	plancher	15,04	16	1,8	0	0
					som Dt		361,73
					som Dli		72,34
					som Dr		169,2
					D tot		603,27

A3 Tableau.21: les déperditions à travers les parois du bureau 2

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau 02	m1	msc	14,38		1,9	0	0
	m2	msc	9,59		1,9	5	91,105
	m3	msc	14,38		1,9	0	0
	m4	mdc	11,47		1,34	18	276,6564
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p	b	2		2,4	5	24
	f2	b	1,2		2,4	5	14,4
	toiture	plancher	20,21	18,4	1,04	0	0
	sole	plancher	20,21	16	1,8	0	0
					som Dt		471,18
					som Dli		94,23
					som Dr		169,2
					D tot		734,61

A3 Tableau .22 : les déperditions à travers les parois du bureau médecin 1

Local	Parois	Types	surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau M 01	m1	msc	18,66		1,9	0	0
	m2		7,2		1,9	5	68,4
	m3	msc	18,66		1,9	0	0
	m4	mdc	8,72		1,34	18	210,3264
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	b	1,2		2,4	5	14,4
	toiture	plancher	20,74	21	1,04	0	0
	sole	plancher	20,74	21	1,8	0	0
					som Dt		382,14
					som Dli		76,428
					som Dr		169,2
					D tot		627,768

A3 Tableau .23 : les déperditions à travers les parois du bureau médecin 2

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau M 02	m1	msc	18,66		1,9	0	0
	m2	msc	8,3		1,9	5	78,85
	m3	msc	18,66		1,9	0	0
	m4	mdc	9,33		1,34	18	225,0396
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	21,96	21	1,04	0	0
	sole	plancher	21,96	21	1,8	0	0
					som Dt		392,91
					som Dli		78,582
					som Dr		134,64
					D tot		606,132

A3 Tableau .24 : les déperditions à travers les parois du bureau de chef de service

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
BCS	m1	msc	18,66		1,9	0	0
	m2	msc	7,81		1,9	5	74,195
	m3	msc	18,66		1,9	5	177,27
	m4	mdc	9,33		1,34	18	225,0396
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	21,96	21	1,04	0	0
	sole	plancher	21,96	21	1,8	0	0
					som Dt		578,42
					som Dli		115,684
					som Dr		169,2
					D tot		863,304

A3 Tableau .25 : les déperditions à travers les parois de réanimation

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reanimation	m1	mdc	16,89		1,34	18	407,3868
	m2	msc	17,41		1,9	0	0
	m3	msc	16,25		1,9	18	555,75
	m4'	msc	9,84		1,9	5	93,48
	m4''	b	11,93		1,9	0	0
	2f1	dv	3,36		2,15	18	130,032
	2p2	b	8		2,4	5	96
	toiture	plancher	50,9		1,04	0	0
	sole	plancher	50,9		1,8	0	0
					som Dt		
					som Dli		
					som Dr		
					D tot		

A3 Tableau .26 : les déperditions à travers les parois de réserve 1

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reserve01	m1	mdc	20,68		1,34	18	498,8016
	m2	mdc	18,64		1,34	0	0
	m3	msc	19,36		1,9	5	183,92
	m4	msc	22,64		1,9	0	0
	f1	dv	1,68		1,34	18	40,5216
	2p1	b	4		1,9	0	0
	pf	b	2,58		1,9	5	24,51
	toiture	plancher	54,09		1,04	0	0
	sole	plancher	54,09		1,8	0	0
					som Dt		747,75
					som Dli		149,55
					som Dr		295,38
					D tot		1192,68

A3 Tableau .27 : les déperditions à travers les parois de salle de préparation chirurgien

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Pré-churig	m1	msc	16,36		1,9	0	0
	m2	msc	14,1		1,9	0	0
	m3	msc	18,36		1,9	5	174,42
	m4	msc	12,1		1,9	5	114,95
	2p1	b	4		2,4	5	48
	f2'	dv	2,58		2,15	0	0
	f2''	dv	2,58		2,15	5	27,735
	toiture	plancher	30		1,04	0	0
	sole	plancher	30		1,8	0	0
					som Dt		365,105
					som Dli		73,021
					som Dr		723,6
					D tot		1088,71

A3 Tableau 28 :
déperditions de salle de soins 1

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Soins	m1	msc	12,24		1,9	0	0
	m2	msc	6,79		1,9	5	64,505
	m3	msc	12,24		1,9	0	0
	m4	msc	9,79		1,9	0	0
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	12,8		1,04	0	0
	sole	plancher	12,8		1,8	0	0
					som Dt		101,405
					som Dli		20,281
					som Dr		120,96
					D tot		242,646

A3 Tableau 29 :
déperditions d'office

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Office	m1	msc	12,24		1,9	0	0
	m2	msc	7,2		1,9	5	68,4
	m3	msc	12,24		1,9	0	0
	m4	msc	10,4		1,9	0	0
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	13,6		1,04	0	0
	sole	plancher	13,6		1,8	0	0
					som Dt		105,3
					som Dli		21,06
					som Dr		120,96
					D tot		247,32

A3 Tableau.30 : déperditions de surveillance

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Suveillence	m1	msc	21,24		1,9	0	0
	m2	msc	8,17		1,9	5	77,615
	m3	msc	19,02		1,9	5	180,69
	m4	msc	8,17		1,9	5	77,615
	2p1	b	4		2,4	5	48
	2f2	dv	2,4		2,15	5	25,8
	toiture	plancher	17,35		1,04	0	0
	sole	plancher	17,35		1,8	0	0
					som Dt		409,72
					som Dli		122,916
					som Dr		483,84
					D tot		1016,48

A3 Tableau.31 : déperditions de pharmacie

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Pharmacie	m1	msc	9,18		1,9	0	0
	m2	msc	10,4		1,9	0	0
	m3	msc	9,18		1,9	0	0
	m4	msc	7,2		1,9	5	68,4
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	10,2		1,04	0	0
	sole	plancher	10,2		1,8	0	0
					som Dt		105,3
					som Dli		31,59
					som Dr		120,96
					D tot		257,85

A3 Tableau.32 : déperditions de réserve 2

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reserve 02	m1	msc	7,18		1,9	0	0
	m2	msc	13,77		1,9	0	0
	m3	msc	9,18		1,9	0	0
	m4	msc	12,57		1,9	5	119,415
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	13,5		1,04	0	0
	sole	plancher	13,5		1,8	0	0
					som Dt		156,315
					som Dli		46,8945
					som Dr		120,96
					D tot		324,17

A3 Tableau.33 : déperditions de réserve 3

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reserve 03	m1	msc	9,18		1,9	5	87,21
	m2	msc	9,79		1,9	0	0
	m3	msc	9,18		1,9	0	0
	m4	msc	8,6		1,9	5	81,7
	p1	b	2		2,4	5	24
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	toiture	plancher	9,6		1,04	0	0
	sole	plancher	9,6		1,8	0	0
					som Dt		205,81
					som Dli		61,743
					som Dr		120,96
					D tot		388,513

A3 Tableau.34 : déperditions de stérilisation

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Stérilisation	m1	msc	8,85		1,9	5	84,075
	m2	mdc	9,46		1,34	18	228,1752
	m3	msc	16,52		1,9	0	0
	m4	mdc	15,36		1,34	0	0
	2p1	b	4		2,4	0	0
	p2	b	4		2,4	5	48
	2f1	dv	3,36		2,15	18	130,032
	toiture	plancher	25,2		1,04	0	0
	sole	plancher	25,2		1,8	0	0
					som Dt		490,28
					som Dli		147,084
					som Dr		925,96
					D tot		1563,32

A3 Tableau.35 : déperditions du bloc

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bloc	m1'	msc	17,13		1,9	0	0
	m2	mdc	19,89		1,34	18	479,7468
	m3	mdc	17,13		1,34	0	0
	m4	msc	13,89		1,9	5	131,955
	p1	b	2		2,4	0	0
	p2	b	4		2,4	0	0
	toiture	plancher	36,4		1,04	0	0
	sole	plancher	36,4		1,8	0	0
					som Dt		611,7
					som Dli		183,51
					som Dr		518,4
					D tot		1313,61

A3 Tableau.36 : déperditions de chambre 1

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Ch01	m1'	msc	10,71		1,9	0	0
	m2"	mdc	18,36		1,34	0	0
	m2	mdc	10,46		1,34	18	252,2952
	m3	mdc	29,07		1,34	0	0
	m4		10,72		1,9	5	101,84
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	f3	dv	0,71		2,15	18	27,477
	pf	b	2,58		2,4	5	30,96
	toiture	plancher	40		1,04	0	0
	sole	plancher	40		1,8	0	0
					som Dt		477,59
					som Dli		143,277
					som Dr		286,2
					D tot		907,067

A3 Tableau.37 : déperditions de vestiaire 1

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Vestiaire 2	m1	msc	5,89		1,9	5	55,955
	m2	mdc	10,16		1,34	18	245,0592
	m3	mdc	7,89		1,34	18	190,3068
	m4	msc	11,84		1,9	5	112,48
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	9,98		1,014	0	0
	sole	plancher	9,98		1,8	0	0
					som Dt		692,81
					som Dli		207,843
					som Dr		106,74
					D tot		1007,39

A3 Tableau.38 : déperditions de vestiaire 3

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Vestiaire 3	m1	msc	5,89		1,9	5	55,955
	m2	msc	11,84		1,9	5	112,48
	m3	mdc	5,18		1,34	18	124,9416
	m4	msc	11,84		1,9	0	0
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	9,98		1,04	0	0
	sole	plancher	9,98		1,8	0	0
					som Dt		382,39
					som Dli		114,717
					som Dr		134,64
					D tot		631,747

A3Tableau.39 : déperditions d'office 2

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Office 2	m1	msc	10,85		1,9	5	103,075
	m2	msc	11,84		1,9	0	0
	m3	mdc	11,43		1,34	18	275,6916
	m4	msc	11,84		1,9	0	0
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	16,25		1,04	0	0
	sole	plancher	16,25		1,8	0	0
					som Dt		532,8
					som Dli		159,84
					som Dr		127,26
					D tot		819,9

A3 Tableau.40 : déperditions du bureau

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau	m1	msc	10,52		1,9	5	99,94
	m2	msc	11,84		1,9	0	0
	m3	mdc	11,43		1,34	18	275,6916
	m4'	msc	5,92		1,9	0	0
	m4"		5,92		1,9	5	56,24
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	15,82		1,04	0	0
	sole	plancher	15,82		1,8	0	0
					som Dt		520,89
					som Dli		156,267
					som Dr		134,64
					D tot		811,797

A3Tableau.41 : déperditions de salle de soins

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Soins	m1	msc	9,26		1,9	5	87,97
	m2'	msc	2,59		1,9	0	0
	m2"	mdc	2,59		1,34	18	62,4708
	m3	mdc	8,73		1,34	18	210,5676
	m4	mdc	16,46		1,34	0	0
	f3	dv	0,71		2,15	18	27,477
	f3	dv	0,71		2,15	18	27,477
	f3	dv	0,71		2,15	18	27,477
	pf	b	2,58		2,4	5	30,96
	toiture	plancher	19,03		1,04	0	0
	sole	plancher	19,03		1,8	0	0
					som Dt		474,4
					som Dli		142,32
					som Dr		271,8
					D tot		888,52

A3Tableau.42 : déperditions du bureau de médecin

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau med	m1	mdc	10,16		1,34	18	245,0592
	m2	mdc	22,06		1,34	0	0
	m3	msc	5,31		1,9	5	50,445
	m4	mdc	15,48		1,34	0	0
	f1	dv	1,68		2,15	18	65,016
	pf	b	2,58		2,4	5	30,96
	toiture	plancher	28,27		1,04	0	0
	sole	plancher	28,27		1,8	0	0
					som Dt		391,84
					som Dli		117,552
					som Dr		146,88
					D tot		656,272

A3 Tableau.43 : déperditions de surveillance

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Bureau sur	m1	mdc	8,53		1,34	18	205,7436
	m2'	msc	12,24		1,9	0	0
	m2"	msc	7,98		1,9	5	75,81
	m3	msc	6,53		1,9	5	62,035
	m4	mdc	23,39		1,34	0	0
	f2	dv	1,2		2,15	0	0
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	pf	b	2,58		2,4	5	30,96
	toiture	plancher	20,3		1,04	0	0
	sole	plancher	20,3		1,8	0	0
					som Dt		400,34
					som Dli		120,102
					som Dr		311,04
					D tot		831,482

A3 Tableau.44 : déperditions de réserve 3

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reserve	m1	msc	10,87		1,9	0	0
	m2	msc	10,87		1,9	0	0
	m3	msc	7,19		1,9	5	68,305
	m4	mdc	10,87		1,9	0	0
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	11,4		1,04	0	0
	sole	plancher	11,4		1,8	0	0
					som Dt		105,2
					som Dli		31,56
					som Dr		120,96
					D tot		257,72

A3 Tableau.45 : déperditions de réserve 4

Local	Parois	Types	Surfaces	Périmetres	k	Δt	Dt
Reserve	m1	mdc	11,84		1,34	5	79,328
	m2	msc	11,84		1,9	5	112,48
	m3	msc	8,16		1,9	5	77,52
	m4	msc	11,84		1,9	0	0
	f2	dv	1,2		2,15	5	12,9
	p1	b	2		2,4	5	24
	toiture	plancher	10,65		1,04	0	0
	sole	plancher	10,65		1,8	0	0
					som Dt		360,22
					som Dli		108,066
					som Dr		120,96
					D tot		589,246

A3.46.Tableau des valeurs de a :

Valeurs de a (en W/m².°C)		
Zone Climatique	Logement Individuel	Logement en immeuble collectif, bureaux, locaux à usage d'hébergement
A	1,10	1,10
B	1,10	0,90
B1 et B2	1,10	1,10
C	1,10	0,85
D	2,40	2,40
E	2,40	2,40
E1	1,10	0,85
F	2,40	2,40

A3.47.Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.\,PH}$ des parois horizontales :

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

A3.48. Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.\,PH}$ des parois horizontales (suite):

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

A3.49.Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.PV}$ des parois verticales :

Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 20°N										
Zone climatique (alt en m)		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
B	alt < 500	5,81	6,65	7,03	8,23	6,84	9,45	9,86	6,89	5
	500≤ lt< 1000	4,86	5,7	6,08	7,28	5,89	8,5	8,91	5,94	4
	alt ≥ 1000	3,36	4,2	4,58	5,78	4,39	7	7,41	4,44	5
B1	alt < 500	7,36	8,2	8,58	9,78	8,39	11	1,41	8,44	6
B2	alt ≥500	Voir la zone B (fonction de l'altitude)								
C	alt < 500	4,76	5,6	5,98	7,18	5,79	8,4	8,81	5,84	6,5
	alt ≥500	2,51	3,35	3,73	4,93	3,54	6,15	6,56	3,59	3
D	alt < 1000	7,36	8,2	8,58	9,78	8,39	11	1,41	8,44	6
	alt ≥1000	4,86	5,7	6,08	7,28	5,89	8,5	8,91	5,94	4
E	Toutes	9,26	10,1	10,48	11,68	10,29	12,9	13,31	10,34	9
E1	alt < 500	4,76	5,6	5,98	7,18	5,79	8,4	8,81	5,84	6,5
	alt ≥500	2,51	3,35	3,73	4,93	3,54	6,15	6,56	3,59	3
F	Toutes	8,26	9,1	9,48	10,68	9,29	11,9	12,31	9,34	13
Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 30°N										
Zone climatique (alt en m)		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c.
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	alt < 500	4,66	5,46	5,89	7,51	6,88	8,95	8,75	5,69	4
	500≤alt< 1000	3,76	4,56	4,99	6,61	5,98	8,05	7,85	4,79	3,5
	alt ≥1000	1,26	2,06	2,49	4,11	3,48	5,55	5,35	2,29	0,5
B	alt < 500	5,81	6,61	7,04	8,66	8,03	10,01	9,9	6,84	5
	500≤alt< 1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,91	5,94	4
	alt ≥1000	3,36	4,16	4,59	6,21	5,58	7,65	7,45	4,39	5
B1	alt < 500	7,36	8,16	8,59	10,21	9,58	11,65	1,45	8,39	6
B2	alt ≥500	Voir la zone B (fonction de l'altitude)								
C	alt < 500	4,76	5,56	5,99	7,61	6,9	8,4	8,85	5,79	6,5
	alt ≥500	2,51	3,31	3,74	5,36	4,73	6,8	6,6	3,54	3
D	alt < 1000	7,36	8,16	8,59	10,21	9,58	11,65	1,45	8,39	6
	alt ≥1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,91	5,94	4
E	Toutes	9,26	10,06	10,49	12,11	11,48	13,35	13,35	10,29	9
E1	alt < 500	4,76	5,56	5,99	7,61	6,9	8,4	8,85	5,79	6,5
	alt ≥500	2,51	3,31	3,74	5,36	4,73	6,8	6,6	3,54	3
F	Toutes	8,26	9,06	9,49	11,11	10,48	12,55	12,35	9,29	13
Valeurs de $\Delta TS_{réf,PV}$ (en °C) - Latitude 40°N										
Zone climatique (alt en m)		Paroi en contact avec l'extérieur Orientation								Paroi en contact avec un l.n.c.
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
A	alt < 500	4,66	5,44	5,89	8,22	9,81	10,02	8,75	5,66	4
	500≤alt< 1000	3,76	4,54	4,99	7,32	8,91	9,12	7,85	4,76	3,5
	alt ≥1000	1,26	2,04	2,49	4,82	6,41	6,62	5,35	2,26	0,5
B	alt < 500	5,81	6,61	7,04	8,66	8,03	10,01	9,9	6,81	5
	500≤alt< 1000	4,86	5,66	6,09	7,71	7,08	9,15	8,91	5,86	4
	alt ≥1000	3,36	4,16	4,59	6,21	5,58	7,65	7,45	4,36	5
B1	alt < 500	7,36	8,14	8,59	10,92	12,51	12,72	11,45	8,36	6
B2	alt ≥500	Voir la zone B (fonction de l'altitude)								
C	alt < 500	4,76	5,54	5,99	8,32	9,91	10,12	8,85	5,76	6,5
	alt ≥500	2,51	3,29	3,74	6,07	7,66	7,87	6,6	3,51	3

A3.50.Tableau des valeurs de $N_{PVI,éf}$:

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

A3.51.Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.PVI}$ pour les parois vitrées :

Valeurs de $\Delta TS_{réf, PVI}$ (en °C)			
Zone climatique		Paroi en contact avec l'extérieur	Paroi en contact avec l'extérieur avec un local non conditionné
A	alt < 500 m	7	4
	500 ≤ alt < 1000 m	6,5	3,5
	alt ≥ 1000 m	3,5	0,5
B	alt < 500 m	11	5
	500 ≤ alt < 1000 m	10	4
	alt ≥ 1000 m	8	5
B1	alt < 500 m	12	6
B2	alt ≥ 500 m	9	3
C	alt < 500 m	14	6
	alt ≥ 500 m	10	4
D	alt < 1000 m	12,5	6,5
	alt ≥ 1000 m	9	3
E		17	9
E1	alt < 500 m	14	6
	alt ≥ 500 m	10	4
F		21	13

A3.52.Tableau des valeurs C_{ros} en fonction de la zone climatique:

Zones		C_{ros}	Zones		C_{ros}
A	alt < 500 m	0,99	**C**	alt < 500 m	1,05
	500 ≤ alt < 1000 m	1,02		alt ≥ 1000 m	1,07
	alt ≥ 1000 m	1,02	**D**	alt < 1000 m	1,10
B	alt < 500 m	1,03		alt ≥ 1000 m	1,10
	500 ≤ alt < 1000 m	1,05	**E**	Touts	1,15
	alt ≥ 1000 m	1,07	**E1**	alt < 500 m	1,05

A3.54. Tableau de différence de température équivalente pour les murs extérieurs :

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

ANNEXE.4

A4.1.Tableau des caractéristiques techniques des unités extérieures (catalogue Daikin VRV) :

SYSTÈME EXTÉRIEUR					REYQ18P9	REYQ20P9	REYQ22P8	REYQ24P8	REYQ26P8	REYQ28P8	REYQ30P8	REYQ32P8	REYQ34P9	REYQ36P9
Système	Module 1 d'unité extérieure				REMQ8P9		REMQ10P8	REMQ12P8	REMQ10P8	REMQ12P8	REMQ14P8	REMQ16P8	REMQ8P9	
	Module 2 d'unité extérieure				REMQ10P8	REMQ12P8			REMQ16P8				REMQ10P8	REMQ12P8
	Module 3 d'unité extérieure				-								REMQ16P8	
Plage de puissance				CV	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Puissance frigorifique	Nom.			kW	50,4 [1]	55,9 [1]	61,5 [1]	67,0 [1]	73,0 [1]	78,5 [1]	85,0 [1]	90,0 [1]	95,4 [1]	101 [1]
Puissance calorifique	Nom.			kW	56,5 [2]	62,5 [2]	69,0 [2]	75,0 [2]	81,5 [2]	87,5 [2]	95,0 [2]	100 [2]	107 [2]	113 [2]
Puissance absorbée - 50 Hz	Rafraîchissement	Nom.		kW	12,7	14,9	17,0	19,2	21,8	23,8	26,6	28,4	26,9	29,1
	Chauffage	Nom.		kW	13,4	15,2	17,1	18,9	20,6	22,3	24,2	25,8	26,3	28,1
EER					3,97	3,75	3,62	3,49	3,35	3,29	3,19	3,16	3,55	3,47
COP					4,22	4,11	4,04	3,97	3,96	3,92		3,87	4,07	4,02
Nombre maximum d'unités intérieures connectables					39	43	47	52	56	60	64			
Index de puissance intérieure	Min./Nom./Max.				225/450/585	250/500/650	275/550/715	300/600/780	325/650/845	350/700/910	375/750/975	400/800/1 040	425/850/1 105	450/900/1 170
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement	Nom.		dBA	81	83							84	85
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Nom.		dBA	61	62	63						64	
Raccords de tuyauterie	Liquide	Type/D.E.		mm	Raccord brasé/15,9				Raccord brasé/19,1					
	Gaz	Type/D.E.		mm	Raccord brasé/28,6			Raccord brasé/34,9						Raccord brasé/41,3
	Gaz de refoulement	Type/D.E.		mm	Raccord brasé/22,2	Raccord brasé/28,6								
	Compensation d'huile	DE		mm	19,1									
	Longueur de tuyauterie	UE - UI	Max.	m	165									
		Ligne principale	Max.	m	90 (18)									
	Longueur tot. de tuyauterie	Système	Effective	m	1 000									
	Dénivelé	UE - UI	Unité extérieure au-dessus/au-dessous unité intérieure	m	50/40									
		UI - UI	Max.	m	15									
Courant - 50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)			A	45	50			60		70		80	

A4.2.Tableau des caractéristiques techniques des unités intérieures (catalogue Daikin VRV) :

UNITÉ INTÉRIEURE				*FXZQ15A	*FXZQ20A	*FXZQ25A	*FXZQ32A	*FXZQ40A	*FXZQ50A
Puissance frigorifique	Nom.		kW	1,7	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6
Puissance calorifique	Nom.		kW	1,9	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3
Puissance absorbée - 50 Hz	Rafraîchissement	Nom.	kW	-	-	-	-	-	-
	Chauffage	Nom.	kW	-	-	-	-	-	-
Dimensions	Unité	H x L x P	mm	260 x 575 x 575					
Poids	Unité		kg	17,5	17,5	17,5	18	18	18
Panneau décoratif	Modèle			BYFQ60CW/BYFQ60CS/BYFQ60B2					
	Couleur			Blanc frais (N9,5)/Blanc frais (N9,5) + Argent (8471)/Blanc pur (RAL 9010)					
	Dimensions	H x L x P	mm	46 x 620 x 620 / 46 x 620 x 620 / 55 x 700 x 700					
	Poids		kg	2,7/2,7/2,7					
Ventilateur débit d'air - 50 Hz	Rafraîchissement	Haut/Nom./Bas	m^3/min	8,5/7/6,5	8,7/7,5/6,5	9/8/6,5	10/8,5/7	11,5/9,5/8	14,5/12,5/10
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement	Nom.	dBA	49	49	50	51	54	60
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Haut/Nom./Bas	dBA	31,5/28/25,5	32/29,5/25,5	33/30/25,5	33,5/30/26	37/32/28	43/40/33
Réfrigérant	Type			R-410A					
Raccords de tuyauterie	Liquide/DE/Gaz/DE/Evacuation		mm	6,35/12,7/ØP20 (D.I. 20/D.E. 26)					
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension		Hz/V	1~/50/60 / 220-240/220					
Courant - 50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)		A	-	-	-	-	-	-

Le diagramme psychrométrique

