République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Médéa

Département de Génie de la Matière



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Génie Climatique

(Option : Énergie et Froid Industriel)

Thème

Etude et dimensionnement d'une installation de climatisation pour un hypermarché de grande surface

Présenté par

MAYOUF Mohamed

SELLOUM Ahmed

Dirigé par

Dr. Z .TRIKI

Promotion 2016

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Médéa

Département de Génie de la Matière



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Génie Climatique

(Option : Énergie et Froid Industriel)

Thème

Etude et dimensionnement d'une installation de climatisation pour un hypermarché de grande surface

Présenté par

MAYOUF Mohamed

SELLOUM Ahmed

Dirigé par

Dr. Z .TRIKI

Promotion 2016

Remerciements

On tient à remercier tous ceux qui ont contribués à

l’élaboration de ce présent mémoire.

On remercient beaucoup Mr Triki Zakaria pour ses

orientations, ses précieux conseils et pour son entière disponibilité.

On remercient également Mr Isamil et Mr Rebih pour leurs

encouragements et leur soutien moral.

Dédicaces

Je dédie se modeste travail :

A ma très chère mère, à mon père et aussi à mes frères et sœurs.

A ma femme qui ma soutenue tout le long de ce travail.

A la famille MAYOUF et CHELLALI

Et à tous mes amis

MAYOUF

Dédicaces

Je dédie se modeste travail :

A ma très chère mère, à mon père et aussi à mes frères et sœurs.

A ma femme qui ma soutenue tout le long de ce travail.

A mes fils BRAHIM et YOUCEF que dieu les garde.

Aux familles SELLOUM et SALAH

Et à tous mes amis

SELLOUM

Résumé :

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

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

Ce travail porte sur le calcul et le dimensionnement d'une installation de climatisation pour un hypermarché de grande surface. Cette étude s'intéresse d'une part au calcul des bilans thermiques (hivernal et estival) pour chaque local. d'autre part, au choix des systèmes de climatisation de ventilation et de régulation.

Mots clés :

Confort thermique, ventilation, conditionnement d'air, bilan thermique, dimensionnement.

ملخص:

البيئة والظروف التي يتواجد فيها الأفراد يكون لها تأثير مباشر على الروح المعنوية، والسلامة، وبالتالي حتى على فعاليتها في العمل. بالإضافة إلى الضجيج والضوء، هناك عامل بيئي لا يقل أهمية هو حالة الجو، حيث انه للعمل بفعالية، يحتاج الجسم البشري جوا معينا. هذا الجو يعتمد على العديد من العوامل التي هي درجة الحرارة والرطوبة و نسبة تجديد الهواء.

وهكذا فإن تصميم نظام تكييف الهواء يهدف أساسا إلى خلق ظروف مريحة في الجو و السيطرة في وقت واحد على درجة الحرارة، الرطوبة، حجم ونوعية وحركة الهواء، و مستوى الضجيج وذلك للسماح للأفراد العمل بكفاءة مثلى.

يتناول هذا العمل تحليل وتصميم منشأة تكييف الهواء لهايبر ماركت. وتركز هذه الدراسة أولا على حساب التوازن الحراري (الشتاء والصيف) لكل محل. من ناحية أخرى، اختيار أنظمة تكييف الهواء و التهوية والتنظيم.

كلمات مفاتيح:

الراحة الحرارية ،التهوية ، تكييف الهواء، التوازن الحراري ، التصميم و التحجيم

Abstract :

The environment and conditions in which individuals are, have a direct influence on their morale, safety and therefore so direct their effectiveness in labor. Besides the noise and light, a no less important environmental factors is the state of the air, for to function effectively, the human body needs a specific atmosphere. this atmosphere depends on several factors which are temperature, humidity and air exchange rates.

Thus the design of an air conditioning system essentially aims to create comfortable conditions in a space while controlling simultaneously the main parameters are the temperature, humidity, the volume, quality and the movement of air, so as to allow occupants to work with optimum efficiency.

This work deals with the analysis and design of a facility air conditioning for a large area of hypermarket. this study focuses firstly to calculate the thermal balance (winter and summer) for each local. On the other hand, the choice of air conditioning systems ventilation and regulation.

Keywords:

Thermal comfort, ventilation , air conditioning, heat balance, sizing.

Sommaire

SOMMAIRE :

CHAPITRE I : **Page**

I.1. Introduction ……..…**1**

I.2. Situation géographique du projet …….…....**1**

I.3. Plan de l'hypermarché ……...……...…....**1**

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

I.5. Conditions climatiques intérieures ……...……...….**2**

I.6. Cahiers de charges de l'hypermarché ……..…..….**3**

CHAPITRE II :

II.1. Introduction …….……**8**

II.2. Généralités sur les transferts thermiques ……..……..……...…**8**

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

II.2.2. Transfert par convection …….……...…..**8**

II.2.3. Transfert par rayonnement …….....……**9**

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

II.3.1. Expression du coefficient de transmission global …….……..**10**

II.3.2. Parois en contact avec l'extérieure ……....……...**10**

a) Mur à simple cloison ……...……...…..……..**10**

b) Dalle sans faux plafond ……...…….…..…….**11**

c) Poteaux ……...…..…….…....……**12**

d) Le double vitrage …….…….….**14**

e) Mur à simple cloison + TN40 ……...……....**15**

f) Dalle plateforme ……..……..**16**

g) Toiture en TN40 + panneau sandwich ……..……..…**17**

II.3.3. Parois en contact avec intérieur……..……..……**18**

a) Mur à simple cloison ……..……..….**18**

b) Dalle sans faux plafond ……..……...…..**19**

c) Poteaux ……..……**20**

d) Porte opaque en bois ……..…….....**21**

e) Porte panneau sandwich ……..……..**22**

II.4. Vérification de la résistance thermique ……..…...……**24**

II.5. Phénomènes de condensation ……..……..**24**

II.5.1. La condensation superficielle ……..……..……**24**

a) Comparaison entre Tpi et Tri ……..……**25**

-Mur à simple cloison (figure II.1) ……..……...….**25**

-Poteau 0.30 m (figure II.3) ……..……...…....**25**

-Poteau 0.50 m (figure II.3) ……..……**25**

-Dalle sans faux plafond (figure II.2) ……..**25**

-Vitrage double (figure II.4) ……..……...….**25**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) ……..……**25**

II.5.2. La condensation dans la masse ……...**27**

a) Calcul de température de chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..…….....**27**

-Mur à simple cloison (figure II.1) ……..……...…..**27**

-Poteau 0.30 m (figure II.3) ……..……..…...…...**28**

-Poteau 0.50 m (figure II.3) ……..…..**28**

-Dalle sans faux plafond (figure II.2) ……..…….**28**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) ……...……**28**

b) Calcul de pressions de saturation de chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..…….**28**

-Mur à simple cloison (figure II.1) ……..……..**28**

-Poteau 0.30 m (figure II.3) ……...…….....**29**

-Poteau 0.50 m (figure II.3) ……..…..**29**

-Dalle sans faux plafond (figure II.2) ……..…….**29**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) ……...……**29**

c) Calcul de pression partielle pour chaque couche dont les parois sont en contact avec l'extérieur ……..……...**31**

-Mur à simple cloison (figure II.1) ……...…..……..**31**

CHAPITRE III :

III.1. Introduction ……**33**

III.2. Déperditions (dimensionnement de chauffage) ……..……..**33**

III.3. Calcul des déperditions de base par transmission ……...…**33**

III.4. Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois ……...**33**

III.5. Les déperditions à travers les ponts thermiques ……...…**34**

III.6. Les déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol ……...……**34**

III.7. Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffés …….....**34**

III.8. Les déperditions par renouvellement d'air ……...…….**35**

III.9. Evaluations des déperditions thermiques ……..…….**36**

III.10. Vérification réglementaire ……..…….....**40**

III.11. Calcul des apports calorifiques (climatisation) ……..…….**41**

III.11.2. Méthode de calcul ……...……**42**

III.11.3. Apports calorifiques sensibles et latents……..……..**42**

III.11.4. Apports à travers les parois opaques ……...…...**43**

III.11.5. Apports à travers les parois vitrées ……**43**

a) Apports dus au gradient de température à travers les parois vitrées ……..……**43**

b) Apports dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrées……..…**43**

III.11.6. Apports de chaleur internes ……..……**43**

a) Définition ……...…..**43**

b) Principes de calcul ……....**44**

III.11.7. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur……**44**

a)Définition……...…**44**

b) Expressions des apports par introduction d'air extérieur ……...**45**

c) Le débit d'air neuf (qv_{an}) ……..…**45**

d) Le débit d'air dû aux infiltrations (qv_{inf}) ……..…**45**

III.11.8. Variations de la température sèche de l'air extérieur……..**46**

III.11.9. Evaluations des apports calorifiques ……..**47**

III.11.10. Vérification réglementaire……...**50**

III.12. Conclusion ……..…**52**

CHAPITRE IV :

IV.1. Introduction ……..……**53**

IV.1.1. Systèmes centralisé (tout air) ……..……**54**

IV.1.2. Systèmes semi centralisé ……...…….**54**

IV.1.3. Systèmes décentralisé …….……**54**

IV.2. Choix du système de climatisation ……..……**54**

IV.2.1. Introduction ……**54**
IV.2.2. Systèmes VRV (Volume de Réfrigération Variable) ……..…**55**
IV.2.2.1. Définition ……..……**55**
IV.2 .2 .2. Risques de fuite du réfrigérant ……...…**55**
IV.2.2.3. Maintenance sur une installation VRV ……..……**55**
IV.2.2.4. Application des systèmes VRV……**56**
IV.2.2.5. Flexibilité des systèmes VRV ……**56**
IV.2.2.6. Différences essentielles entre une solution VRV et une solution type eau glacé ……...……**56**
IV.2.2.7. Les principaux avantages du VRV……**58**
IV.2.2.8. Inconvénients du VRV ……..……**58**
IV.3. La technologie du VRV ……..…**58**
IV.3.1. Fluide réfrigérant ……**58**
IV.3.2. Unité intérieure ……....**59**
IV.3.3. Unité extérieure ……...…**59**
IV.3.4. Réseau de distribution ……..…**59**
IV.4. Calcul des paramètres d'air ……**59**
IV.4.1. Les paramètres de soufflage ……..……**60**
IV.4.2. Calcul des débits de soufflage ……**60**
IV.4.3. Calcul du débit d'air recyclé ……...……**60**
IV.4.4. Calcul du débit d'air soufflé ……**60**
IV.5. Calcul des puissances frigorifiques et calorifiques ……..**61**
IV.6. Application au projet ……..…… **61**
IV.6.1. Période estivale ……**62**
IV.7. Choix des équipements ……..…**65**
IV.7.1 Choix des unités intérieures ……....…**65**
IV.7.2 Choix des unités extérieures ……...……**65**

IV.7.3 Détermination des sections des liaisons frigorifiques (tuyauterie) ……...……**66**
IV.7.4 Détermination des sections des liaisons frigorifiques des unités extérieures ……**66**
IV.7.5 Détermination des sections des tuyauteries principales ……..**66**
IV.7.6 Détermination des sections des tuyauteries secondaires ……**66**
IV.7.7 Détermination des raccords REFNET ……..……**67**
IV.7.8 Détermination des longueurs des liaisons frigorifiques ……....**67**

CHAPITRE V :

V .1. Introduction ……**73**
V.2. Ventilation des sanitaires ……**73**
V.2.1. Les appareils utilisés pour la ventilation des sanitaires……**73**
V.3. Application au projet ……..**74**
V.4. Le système de la régulation ……..…….**75**
V.4.1. Introduction ……..…. **75**
V.4.2. La régulation du système VRV……..…….**76**
V.4.2.1. Système (VRV) 2 tubes 3 tubes ……...…. **76**
V.4.2.2. Principe de fonctionnement du VRV à récupération d'énergie ……..**77**
V.4.3. Boîtiers de sélection (BS) ……..**78**
V.5. Gestion du système de régulation ……..**78**
V.5.1. Froid seul" : les unités intérieures assurent le refroidissement uniquement ……..……**78**
V.5.2. "Froid ou chaud" : les unités intérieures sont réversibles …….……..**80**
V.5.3. "Froid et chaud" : les unités intérieures travaillent

à la demande, avec récupération d'énergie ……...….**81**
V.6. Nouvelles approches de la régulation ……...**83**

CONCLUSION GENERALE.

BIBLIOGRAFIE.

ANNEXES.

Liste des figures

Liste des figures

CHAPITRE II : **Page**

Figure II-1 : composition d'un mur à simple cloison ……..…**10**
Figure II-2 : composition d'une dalle sans faux plafond …….…..**11**
Figure II-3 : composants d'un poteau ……..….**12**
Figure II-4 : le double vitrage…….…..…**14**
Figure II-5 : composition d'un mur à simple cloison + TN40 …….……...…**15**
Figure II-6 : composition d'une dalle plateforme …….……..….**16**
Figure II-7 : schéma d'une toiture en TN40 + panneau sandwich ……...….**17**
Figure II-8 : composant d'un mur à simple cloison……..…...**18**
Figure II-9 : composition d'une dalle sans faux plafond ……..…...**19**
Figure II-10 : composants d'un poteau ……..…...**20**
Figure II-11 : porte opaque en bois ……...**21**
Figure II-12 : schéma d'une porte panneau sandwich …….……...**22**
Figure II-13 : diagramme de Glaser pour mur à simple cloison ……..……**23**

CHAPITRE III :

Figure III-1 : variations de la température sèche de l'air extérieur ……**47**

CHAPITRE IV :

Figure IV.1 : différents types d'unités intérieures VRV Daikin ……..…**57**
Figure IV.2 : unités extérieure VRV Daikin type RXYQ5P7……...….**57**
Figure IV.3 : schéma d'une installation VRV ……..…**57**
Figure IV.4 : raccord REFNET …….…..…**67**

Figure IV.5 : unité intérieure murale FXAQ avec commande ……..…..**72**
Figure IV.6 : groupe extérieur VRV réversible RXYQ …….…...**72**

CHAPITRE V :

Figure V-1 : tourelle ……..…...…**73**
Figure V-2 : la ventilation simple flux ……..…**74**
Figure V-3: VRV 2 tubes, fonctionnement froid ……...……**76**
Figure V-4 : VRV 2 tubes, fonctionnements chauds ……...…….**77**
Figure V-5 : VRV 3 tubes à récupération d'énergie ……...……...…**78**
Figure V-6 : boitier de sélection ……..……**78**
Figure V-7 : régulation froid seul ……..……...…**79**
Figure V-8: régulation réversible, mode froid ……..…**80**
Figure V-9 : régulation réversible, mode chaud ……..…….**81**
Figure V-10 : VRV 3 tubes fonctionnement en "froid seul" ……...…**82**
Figure V-11 : VRV 3 tubes fonctionnement en "froid majoritaire"……..…….....**82**
Figure V-12 : VRV 3 tubes fonctionnement en "équilibré" ……...…… **82**
Figure V-13 : VRV 3 tubes fonctionnement en "chaud majoritaire"……..…….**83**
Figure V-14 : VRV 3 tubes fonctionnement en "chaud seul"……..…..**83**

Liste des tableaux

Liste des tableaux

CHAPITRE I : **Page**

Tableau I.1 : les conditions climatiques intérieures……..…**2**

Tableau I.2 : cahier de charge RDC côté sud (H min = 4.20 mètre) ……**3**

Tableau I.3 : cahier de charge RDC côté nord (H = 4.20 mètre) ……..…**3**

Tableau I.4 : cahier de charge 1er étage côté nord (H = 4.20 mètre) …….**5**

Tableau I.5 : cahier de charge 1er étage côté sud (H = 4.20 mètre) …….**6**

Tableau I.6 : cahier de charge 2^{éme} étage ……...…**7**

CHAPITRE II :

Tableau II.1 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison ……...**11**

Tableau II.2 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle sans faux plafond ……**12**

Tableau II.3 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.30m ……...….**13**

Tableau II.4 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.50m ……..…..**13**

Tableau II.5 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison + TN 40 ……..……**15**

Tableau II.6 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle plateforme (plancher RDC) ……**16**

Tableau II.7 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une toiture en TN40 + panneau sandwich ……**17**

Tableau II.8 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison ……...……**18**

Tableau II.9 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle sans faux plafond ……..……**19**

Tableau II.10 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.30m ……**20**

Tableau II.11 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.50m ……**21**

Tableau II.12 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une porte panneau sandwich 150 mm ……...……**22**

Tableau II.13 : coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une porte panneau sandwich 80 mm ……**23**

Tableau II.14 : les coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour différent murs ……..……**24**

Tableau II.15 : température de rosée ……..……**25**

Tableau II.16 : comparaison de Tpi et Tri (Ti = 21°C) ……**26**

Tableau II.17 : comparaison de Tpi et Tri (Ti = 18°C) ……....……....**27**

Tableau II.18 : pressions de saturation de chaque couche dans un mur à simple cloison ……**29**

Tableau II.19 : pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.30m ……**30**

Tableau II.20 : pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.50m ……...……**30**

Tableau II.21 : pressions de saturation de chaque couche dans une dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) ……....**30**

Tableau II.22 : pressions de saturation de chaque couche dans un mur à simple cloison +TN 40 …….....**31**

Tableau II.23 : pression partielle pour chaque couche dans le cas d'un mur à simple cloison …….**31**

CHAPITRE III :

Tableau III.1 : les locaux concernés par le chauffage et climatisation…..……**36**

Tableau III.2 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'espace de vente ……..……**37**

Tableau III.3 : déperditions thermiques au niveau du rez-de-chaussée (RDC) ……..……**38**

Tableau III.4 : déperditions thermiques à travers les différents locaux du 1er étage ……**39**

Tableau III.5 : déperditions thermiques totales à travers les différents niveaux de l'immeuble ……..……**40**

Tableau III.6 : les différents coefficients pour les vérifications réglementaires **.41**

Tableau III.7 : infiltration par les portes et fenêtres……**46**

Tableau III.8 : les valeurs de CTS……**46**

Tableau III.9 : les valeurs de TS_e (t) ……..……**47**

Tableau III.10 : apports à travers les différentes parois de ……...……**48**

Tableau III.11 : résumé du calcul des apports de l'hypermarché ……...……**49**

Tableau III.12 : valeur de NPVI, réf ……...**51**

CHAPITRE IV :

Tableau IV.1 : paramètres de soufflage du RDC (période estivale) …….....**62**

Tableau IV.2 : paramètres de soufflage du 1er étage (période estivale) ……... **63**

Tableau IV.3 : puissances calorifiques nécessaires (période hivernale) ……...…**64**

Tableau IV.4 : choix des unités extérieures des différentes zones ……...…… **68**

Tableau IV.5 : choix des unités intérieures de différents locaux ……**68**

CHAPITRE V :

Tableau V.1 : les débits de ventilation des toilettes ……..……**75**

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} ($W. m^{-2}.K^{-4}$)**

εp: 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 **($W /m^2.°C$)**

R_{tot} : résistance thermique totale de la paroi **($m^2 .°C /W$)**

hi et he : coefficient de transmission thermique superficielle intérieure et extérieure. **($W /m^2.°C$)**

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

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

K_{vn} : le coefficient K du vitrage nu **[$w/m^2.°C$]**

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

r_{rid} : résistance supplémentaire des rideaux éventuels **[$m^2.°C/w$]**

r_{occ} : résistance supplémentaire des occultations **[$m^2.°C/w$]**

e_{occ} : 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 **($m^2 .°C /W$)**

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.

D_{SOL} : déperditions à travers les parois en contact avec le sol.

D_{LNC} : déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés

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 de vent (**W**)

V_h : volume habitable (**m^3**)

$Q_{Vréf}$: débit extrait de référence (**m^3/h**)

Q_{Vmax} : débit extrait maximal de référence (**m^3/h**)

Q_{Vmin} : débit extrait minimal de référence (**m^3/h**)

Ppi : perméabilité à l'air de la paroi (**m^3/h**)

e_v : coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi

P_o : perméabilité surfacique à l'air de l'ouvrant (**m/h**)

A_j : surface de l'ouvrant (**m^2**)

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

D_T : 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)

AINF1 (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

CΔas : coefficient majoration des gains sensibles

CΔal : 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

Δte (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 m²) : surface totale vitrée,

SVens (en m²) : surface vitrée ensoleillée

SVomb (en m^2) : surface vitrée à l'ombre

It (en W/m²) : rayonnement total maximal réel **(W/m^2)**

Id (en W/m²) : 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)**

qv_{an} : débit d'air neuf **(m^3/ h)**

qv_{inf} : débit du aux infiltration **(m^3/ h)**

TS_e (t) : température sèche de l'air extérieur à l'instant t **(°C)**

TS_{bi} : 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)**

HS_{be} (gvap/kgas) : l'humidité spécifique de base de l'air extérieur

HS_{bi} (gvap/kgas) : l'humidité spécifique de base de l'air intérieur

V_h : désigne le volume habitable **(m^3)**

TS_e (t) : température sèche de l'air extérieur à l'heure t

TS_{be} : température sèche de base de l'air extérieur

E_b : 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

ΔTSréf, PVI (en **°C**) : différence de température de référence des parois vitrées.

C : coefficient lié à la nature de la construction et fonction de la zone climatique

S_{int} = 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

B.O : bois opaque

B.A : béton armé

MSCTN40 : mur à simple cloison + TN 40

VD : vitrage double

P.E : porte type PE

MSC + P : mur à simple cloison + poteau

P.S : panneau sandwich

N : nord

E : est

O : ouest

S : sud

H : paroi horizontale

V_s : débit de ventilation des toilettes (m^3/h)

V : volume des toilettes (m^3)

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

qv_{ar} : débit d'air recyclé (m^3/h)

qv_{an} : débit d'air neuf (m^3/h)

qv_{sf} : débit d'air soufflé (m^3/h)

Q : puissance frigorifique (W)

P : puissance calorifique (W)

$Hs_{i,b}$: humidité spécifique du local conditionné (g_{vap} / kg_{as})

Hs_{sf} : humidité spécifique du l'air soufflé (g_{vap} / kg_{as})

Ts_{sf} : température sèche de l'air soufflé (°C)

$Ts_{i,b}$: température sèche de l'air du local conditionné (°C)

AT_l : apports calorifiques totaux latents (W)

AT_s : apports calorifiques totaux sensibles (W)

AE_l : apports calorifiques effectifs latents (W)

AE_s : apports calorifiques effectifs sensibles (W)

$C\Delta a_l$: coefficient majorateur des gains latents

$C\Delta a_s$: coefficient majorateur des gains sensibles

B_f : facteur de by-pass qui exprime la partie de l'air extérieur (neuf) non traité par l'installation de climatisation

A_s : apports de chaleur sensibles (W)

A_l : apports de chaleur latents (W)

$\mathbf{T_{bi}}$ **:** température intérieure de base (°C)

$\mathbf{T_{be}}$: température extérieure de base (°C)

$\mathbf{c_r}$ **:** ratio estimé des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel

$\mathbf{c_{in}}$ **:** coefficient de surpuissance

$\mathbf{D_T}$ **:** déperditions par transmission

$\mathbf{D_R}$: déperditions par renouvellement d'air

Introduction générale

Introduction générale

Sans l’air conditionné, le shopping n’aurait pu devenir aussi aisé que le fait de respirer. Historiquement, le commerce a toujours préféré se débarrasser de l’extérieur, considérant la nature comme une interférence imprévisible au déploiement du shopping. aussi, le commerce a-t-il créé ses propres domaines intérieurs ; le bazar, le supermarché, l’hypermarché et le centre commercial s’inscrivent tous dans la lignée d’un plus grand contrôle et d’une plus grande autonomie sur les conditions extérieures.

L’une des innovations décisives du développement du secteur de la grande distribution et du grand commerce tient à la possibilité de contrôler entièrement les conditions météorologiques des lieux de vente grâce à la climatisation qui permet le conditionnement d’air.

Conditionner l’air d'un local consiste à préparer et introduire de façon continue dans le local une certaine quantité d'air dont les caractéristiques sont telles que les conditions d'ambiance du local sont réalisées. ces conditions portent sur :

- La température de l'air

- Sa vitesse

- Son humidité

- Son renouvellement

- Sa pureté

L'objectif 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 hypermarché de grande surface.à travers cette étude un calcul thermique est nécessaire pour assurer le confort thermique des usagés 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’hypermarché.

Le mémoire est divisé en cinq chapitres:

Dans la première partie on présente l'hypermarché 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'hypermarché.
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 et description du projet

I.1. Introduction :

Un hypermarché est un commerce de détail en libre-service, de grande taille (au minimum 2 500 m^2).

Le dimensionnement et le mode de fonctionnement de ces « usines à vendre » repose sur un modèle de gestion spécifique, censé leur assurer un avantage concurrentiel.

L'assortiment de vente très large et très profond, organisé par rayons- offre aux clients des produits alimentaires et non alimentaires et dégage pour le point de vente un panier moyen de vente plus élevé.

L'importance des volumes traités génère des économies d'échelle : les ratios de coûts de structure et de fonctionnement sont inférieurs à ceux des autres formes de commerces (supermarchés, supérettes, épiceries, etc.) et autorisent la pratique de prix de vente plus attractifs (ainsi que des prix promotionnels voire des prix d'appel sur certains produits) sans entamer la marge nette d'exploitation.

Généralement situé en périphérie des villes, l'hypermarché a condition d'assurer une bonne accessibilité (positionnement au voisinage des axes majeurs de circulation, facilité de parking) ,bénéficie d'une zone de chalandise (faisant l'objet d'actions de communication régulières et bien ciblées) suffisamment étendue pour lui assurer une bonne fréquentation.

I.2. Situation géographique du projet :

L'hypermarché est situé dans la wilaya de Blida et plus précisément dans la ville de Blida à 36.47°N et 2.82°E qui culmine à 252 m au dessus du niveau de la mer, le site est classifié dans la zone « B ».

I.3. Plan de l'hypermarché :

L'hypermarché (**figure A1.1**) est située dans la zone industrielle Benboulaid , Blida
Il est constitué de trois niveaux, un rez-de-chaussée et deux étages. (voir annexe 1)

I.4. Conditions climatiques de base extérieures :

				Période hivernal		Période estivale	
Zone	Altitude (m)	Latitude	Longitude	T° de Base (°C)	L'humidité relative φ (%)	T° de Base (°C)	L'humidité relative φ (%)
B	252	36.47°N	2.82°E	2	80	38	30

I.5. Conditions climatiques intérieures :

Le tableau (I.1) représente les conditions climatiques intérieures de l'hypermarché.

Tableau (I.1) : les conditions climatiques intérieures :

Désignation	Période hivernale		Période estivale	
	Ti (°C)	φ(%)	Ti (°C)	φ(%)
Tous les locaux	21	50	24	45
Cantine	21	50	24	50
Cuisine	21	50	24	50
Cage d'escalier	18	50	24	45

I.6. Cahiers de charges de l'hypermarché :

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

Tableau (I.2):cahier de charge RDC côté sud (H min = 4.20 mètre)

Désignation du local	Nbr D'occupants	Surface (m^2)	φ(%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Espace de vente	362	1629.3	50	45	21	24	10414.01

Tableau (I.3) : cahier de charge RDC côté nord (H = 4.20 mètre)

Désignation du local	Nbr D'occupants	Surface (m^2)	φ(%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Laboratoire fruits	2	26.6	50	45	21	24	111.72
Laboratoire de viande	2	23.56	50	45	21	24	98.95
Laboratoire poissons	2	29.26	50	45	21	24	122.89
Laboratoire produits laitiers	2	21.66	50	45	21	24	90.97
Vend pain	10	61.02	50	45	21	24	256.31
Vend pâtisserie	4	17.1	50	45	21	24	71.82
Boulangerie	2	12.95	/	/	/	/	54.39

Espace de déchets	**2**	**8.22**	**/**	**/**	**/**	**/**	**34.54**
Couloir 1	**4**	**18.01**	**50**	**45**	**21**	**24**	**75.65**
Couloir 2	**4**	**18.36**	**50**	**45**	**21**	**24**	**77.13**
Couloir 3	**2**	**8.89**	**50**	**45**	**21**	**24**	**37.34**
Hall + escalier	**6**	**39.39**	**50**	**45**	**21**	**24**	**165.46**
Quai + déchargement	**8**	**176.22**	**/**	**/**	**/**	**/**	**740.12**
Computer de réception	**1**	**12**	**/**	**/**	**/**	**/**	**50.4**
Tableau général	**0**	**10.4**	**/**	**/**	**/**	**/**	**43.68**
Groupe électrogène	**0**	**26.8**	**/**	**/**	**/**	**/**	**112.56**
Sous station électrique	**0**	**10.8**	**/**	**/**	**/**	**/**	**45.36**
Toilettes hommes	**6**	**19,68**	**50**	**45**	**21**	**24**	**105,9**
Toilettes femmes	**8**	**25,25**	**50**	**45**	**21**	**24**	**144,6**
Toilettes hommes	**2**	**2,73**	**50**	**45**	**21**	**24**	**11,49**
Hall toilettes	**1**	**5,94**	**50**	**45**	**21**	**24**	**32,10**

Tableau (I.4): cahier de charge 1er étage côté nord (H = 4.20 mètre)

Désignation du local	Nbr D'occupants	Surface (m^2)	φ(%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Vestiaires et toilettes hommes	19	88.91	50	45	21	24	373.43
Vestiaires et toilettes femmes	21	96.68	50	45	21	24	406.07
Salle de tonnage	3	15.25	50	45	21	24	64.05
Bureau d'administration	3	15.5	50	45	21	24	65.10
Toilette homme	1	2.04	50	45	21	24	8.57
Cantine du personnel	25	112.97	50	50	21	24	474.47
Trésorerie	5	24.50	50	45	21	24	102.90
Salle de dégustation	2	9.79	50	45	21	24	41.114
Bureau de décoration	2	12.25	50	45	21	24	51.45
Bureau de l'intendant	1	2.73	50	45	21	24	11.47
Cuisine	5	26.25	50	50	21	24	110.25

Cafeteria du personnel	16	72.25	50	45	21	24	303.45
Hall de réception + cage d'escalier	22	98.85	50	45	18	24	415.17

Tableau (I.5) : cahier de charge 1er étage côté sud (H = 4.20 mètre)

Désignation du local	Nbr D'occupants	Surface (m^2)	φ(%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Cantine et cafétéria	86	385.33	50	50	21	24	1618.41
Toilettes hommes	4	17.10	50	45	21	24	71.82
Toilettes Femmes	5	22.80	50	45	21	24	95.76
Hall toilettes	1	5.00	50	45	21	24	21.02

Tableau (I.6) : cahier de charge 2éme étage

Désignation du local	Nbr D'occupants	Surface (m^2)	φ(%)		T (°C)		Volume (m^3)
			Hiv	Est	Hiv	Est	
Salle des compresseurs	00	80.9	/	/	/	/	/
Hall	00	24.34	/	/	/	/	/

Remarque :

On ne va pas climatiser le 2éme étage, car il est ouvert sur l'extérieur et on pas d'occupants.

Chapitre II : Calcul thermique et étude de la condensation

II.1. Introduction :

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

II.2. Généralités sur les transferts thermiques :

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

II.2.1. Transfert par conduction :

La conduction est le mode de transfert de chaleur existant dans un milieu 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 :

$$\emptyset = \frac{dq}{dt} = -\lambda . S . \frac{dT}{dx}$$, **loi de Fourier (II – 1)**

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 :

$$qcv = h.s.(Tp - T\infty) \quad \textbf{, (II - 2)}$$

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.

Dans les problèmes de conduction on prend en compte le rayonnement entre un solide et le milieu environnant et dans ce cas nous avons la relation :

$$qr = \sigma.\varepsilon p\,.s.(Tp^4 - T\infty^4) \quad \textbf{, loi de Stephan Boltzmann , (II-3)}$$

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

II.3.1. Expression du coefficient de transmission global :

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 , plancher, plancher entre deux étages, portes et fenêtres.

Le coefficient de transmission global est exprimé en **(kcal/h.m^2.°C)** indique la quantité de chaleur échangée en une heure à travers une paroi par unité de surface et par degré d'écart de température entre l'intérieure et l'extérieure.

Il peut y avoir une lame d'air (vide) qui possède un coefficient de résistance thermique.

Le coefficient **K** est donné par la formule suivante :

$$K = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{\left[\left(\frac{1}{hi}\right)+\left(\sum\frac{ei}{\lambda i}\right)+\left(\frac{1}{he}\right)\right]} \quad \text{, [kcal/h.m}^2\text{.°C]} \quad \text{(II.4)}$$

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

a) Mur à simple cloison :

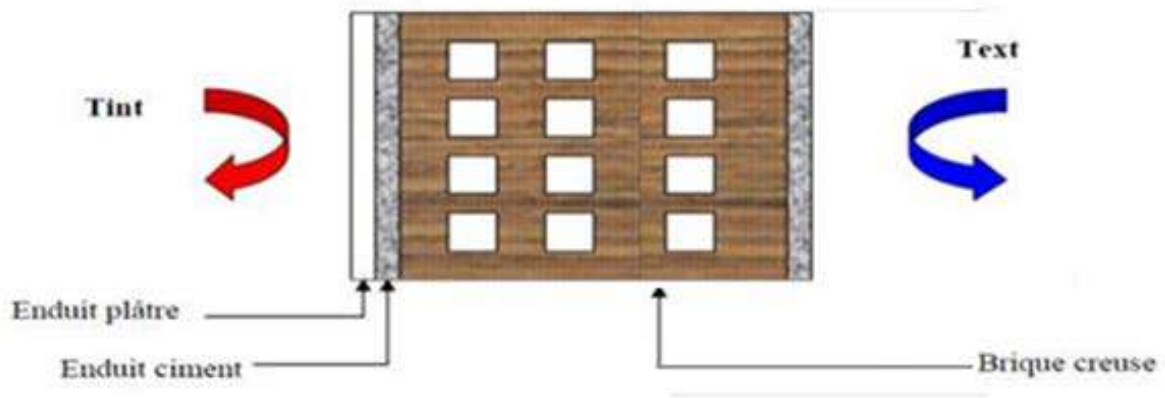


Figure II-1 : composition d'un mur à simple cloison

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un mur à simple cloison:

Tableau II.1 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.10
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.14	0.5	0.28
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur			0.06
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				2.13

b) Dalle sans faux plafond : (toiture 1er étage)

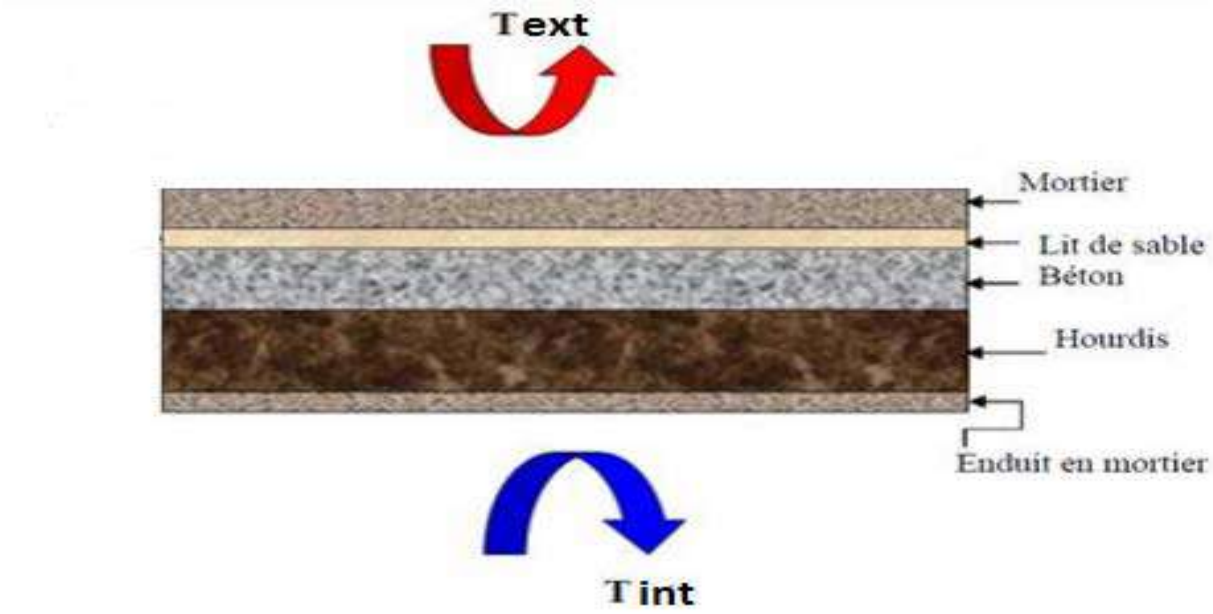


Figure II.2 : Composition d'une dalle sans faux plafond. (toiture 1er étage)

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

Tableau II.2 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle sans faux plafond

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.09
1	Mortier	0.02	1.4	0.01
2	Lit de sable	0.03	0.6	0.05
3	Béton plein	0.05	1.75	0.03
4	Hourdis	0.12	1	0.12
5	Enduit en mortier	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur			0.05
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				2.78

c) Poteaux :

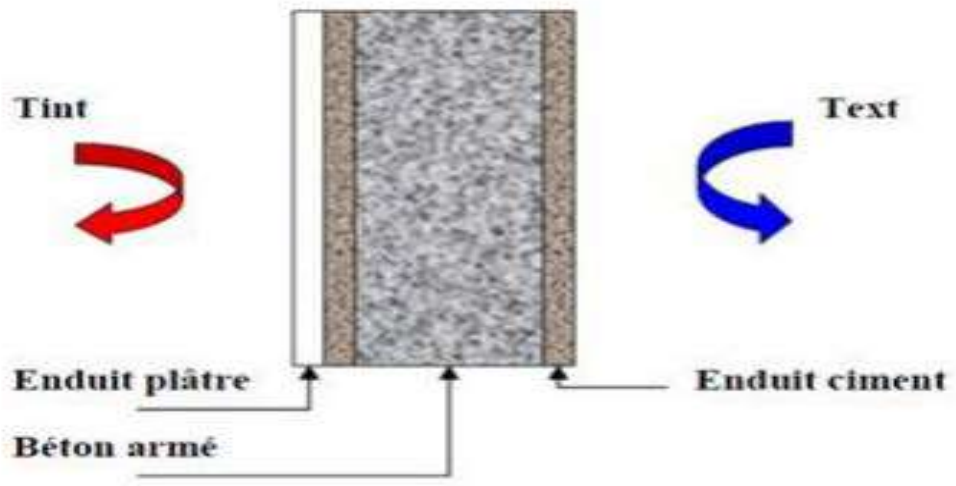


Figure II.3 : Composants d'un poteau

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un poteau **0.30 m** :

Tableau II.3 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.30m

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur	-		0.11
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Béton armé	0.265	0.13	2.04
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur	-		0.06
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.45

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un poteau **0.50 m** :

Tableau II.4 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.50 m

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur	-		0.11
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Béton armé	0.465	0.13	3.58
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air extérieur	-		0.06
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.26

d) Le double vitrage : (épaisseur totale 0.024 m)

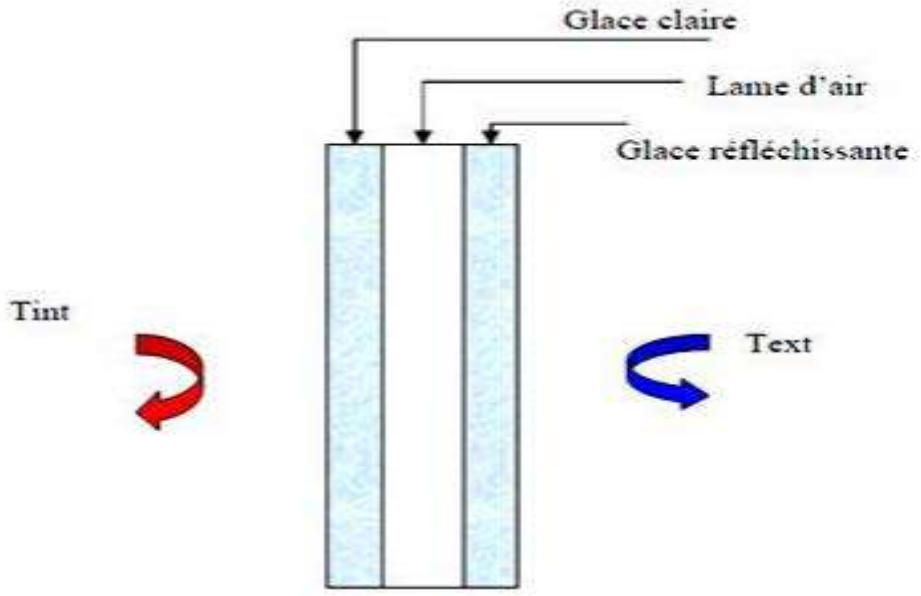


Figure II.4 : Le double vitrage

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

$$\frac{1}{K} = \left(\frac{1}{K_{vn}}\right) + r_v + r_{rid} + r_{occ} \quad [m^2.°C/w] \quad , (II\text{-}5)$$

Dans notre cas : $K_{vn} = 3.3$

$r_{v} = 0.025$

$r_{rid} = 0.030$

$$r_{occ} = 0.016 + \left(\frac{e_{occ}}{\lambda_{occ}}\right) \quad , (II\text{-}6)$$

Les occultations sont les systèmes associés aux vitrages dont le but est de constituer une isolation thermique nocturne (volets , stores , …).

Dans notre cas on n'a pas des occultations donc : $r_{occ} = 0$ $m^2.°C/w$

Après le calcul on trouve :

K = 2.79 $w/m^2.°C$

e) Mur à simple cloison + TN40 :

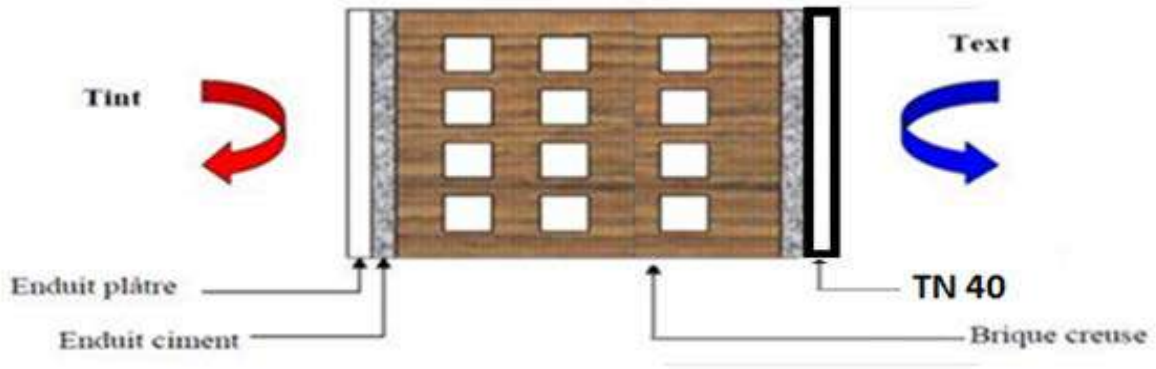


Figure II.5 : Composition d'un mur à simple cloison + TN40

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un mur à simple cloison + TN 40 :

Tableau II.5 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison + TN 40

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.10
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.14	0.5	0.28
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
5	TN 40	0.0008	50.2	0.000016
-	Air extérieur			0.06
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				2.13

f) Dalle plateforme : (plancher RDC)

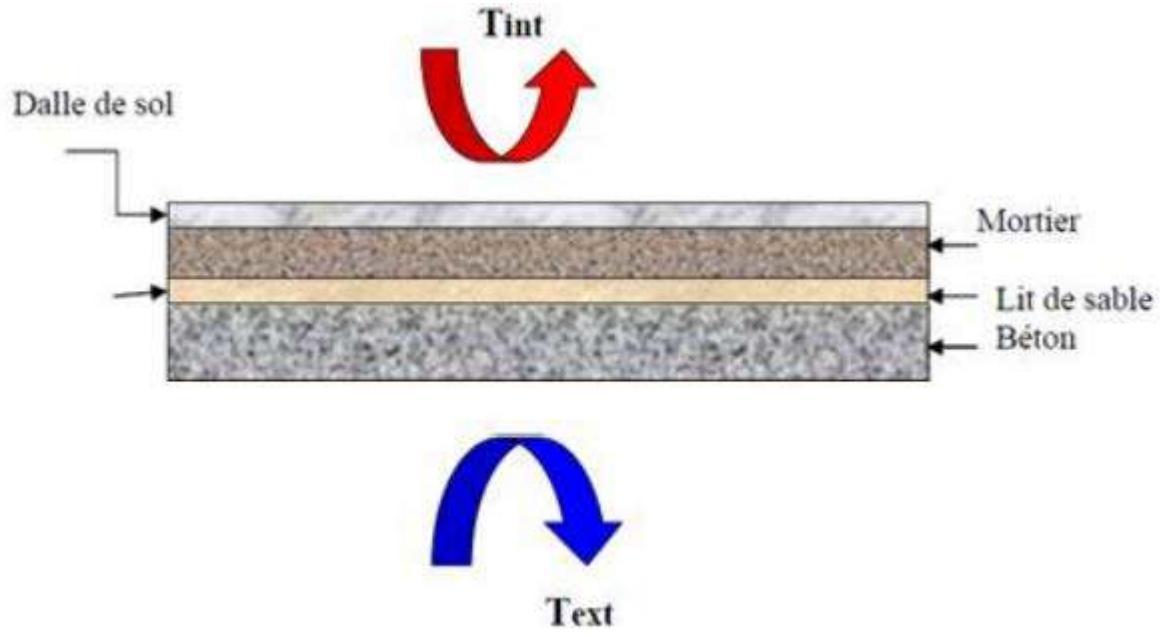


Figure II.6 : Composition d'une dalle plateforme. (plancher RDC)

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour une dalle plateforme (plancher RDC) :

Tableau II.6 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle plateforme (plancher RDC)

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.17
1	Dalle de sol	0.03	1	0.03
2	Mortier	0.02	1.4	0.01
3	Lit de sable	0.03	0.6	0.05
4	Béton plein	0.10	1.75	0.05
-	Air de dessous			0.05
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				2.78

g) Toiture en TN40 + panneau sandwich :

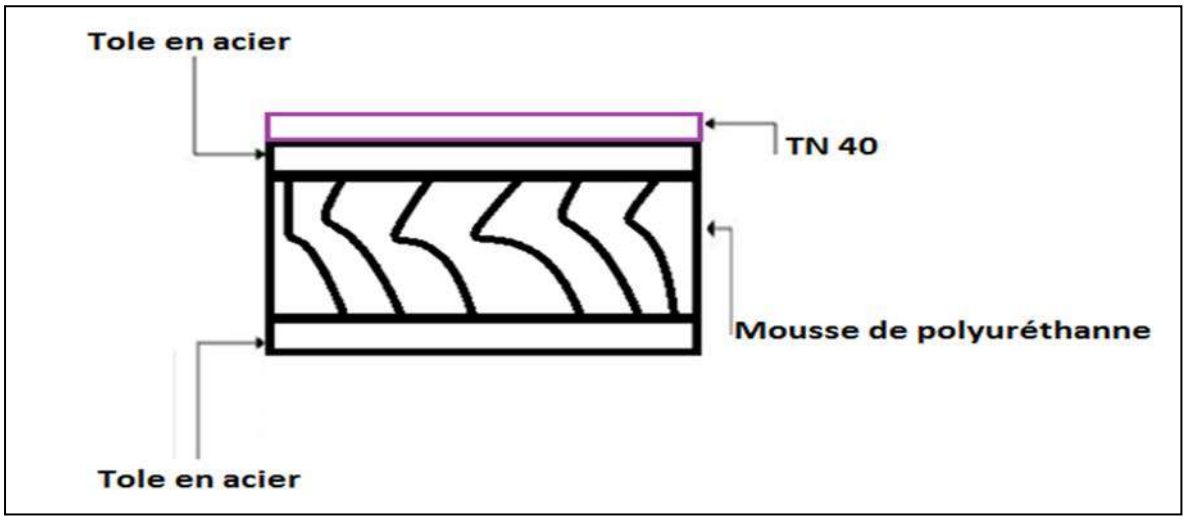


Figure II.7 : Schéma d'une toiture en TN40 + panneau sandwich

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour une toiture en TN40 + panneau sandwich :

Tableau II.7 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une toiture en TN40 + panneau sandwich

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.09
1	Panneau sandwich	0.05	0.022	2.27
2	TN 40	0.0008	50.2	0.000016
-	Air extérieur			0.05
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.41

II.3.3. Parois en contact avec intérieur :

a) Mur à simple cloison :

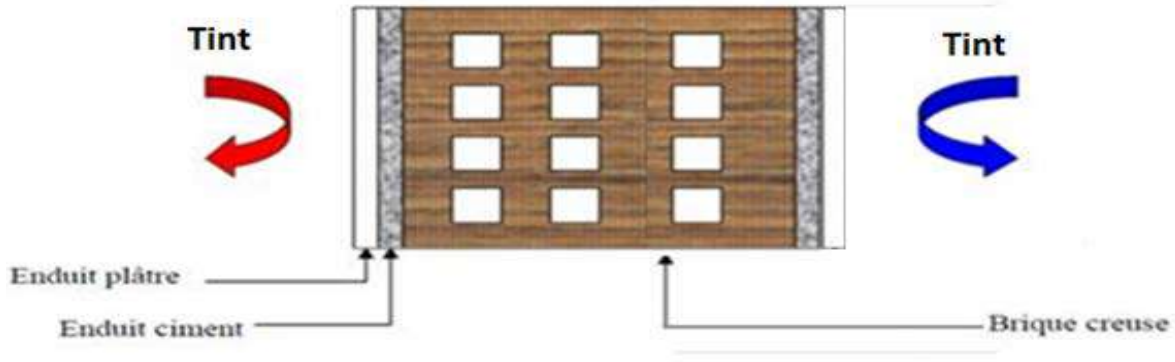


Figure II.8 : composant d'un mur à simple cloison

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un mur à simple cloison:

Tableau II.8 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un mur à simple cloison

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.10
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Brique creuse	0.14	0.5	0.28
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
5	Enduit extérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
-	Air intérieur			0.10
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				1.92

b) Dalle sans faux plafond : (toiture RDC)

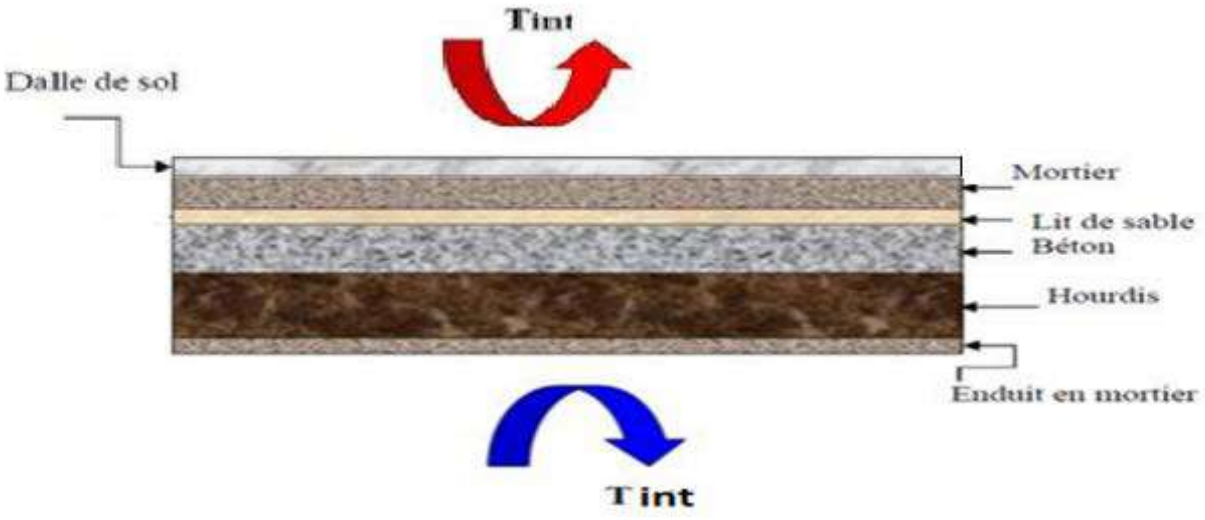


Figure II.9 : Composant d'une dalle sans faux plafond. (toiture RDC)

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

Tableau II.9 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une dalle sans faux plafond

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.17
1	Dalle de sol	0.03	1	0.03
2	Mortier	0.02	1.4	0.01
3	Lit de sable	0.03	0.6	0.05
4	Béton plein	0.05	1.75	0.03
5	Hourdis	0.12	1	0.12
6	Enduit en mortier	0.015	1.4	0.01
-	Air intérieur			0.17
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				1.69

c) Poteaux :

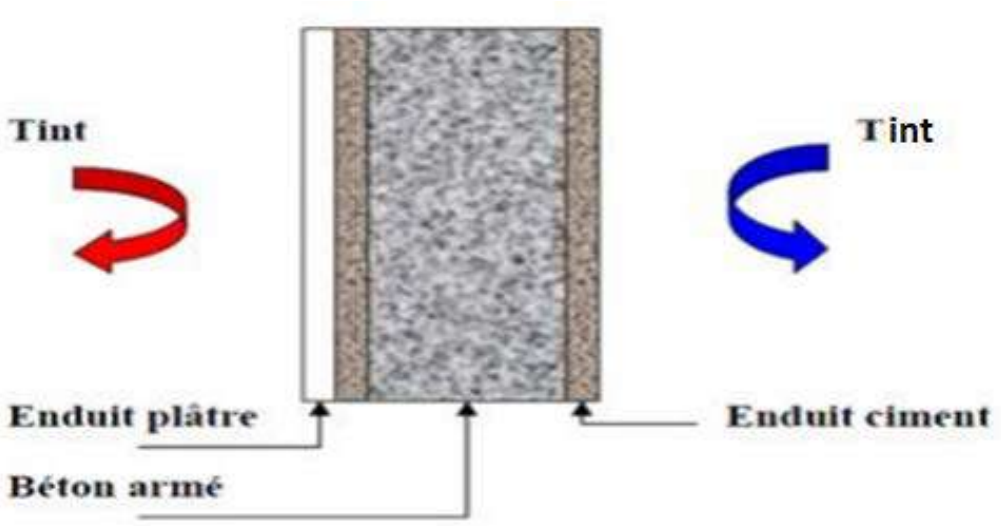


Figure II.10 : Composants d'un poteau

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un poteau **0.30 m** :

Tableau II.10 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.30m

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur	-		0.11
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Béton armé	0.265	0.13	2.04
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air intérieur	-		0.11
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.44

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour un poteau **0.50 m** :

Tableau II.11 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour un poteau 0.50 m

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur	-		0.11
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.35	0.01
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
3	Béton armé	0.465	0.13	3.58
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	1.4	0.01
-	Air intérieur	-		0.11
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.26

d) Porte opaque en bois :

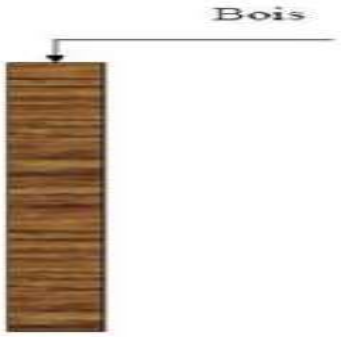


Figure II.11 : Porte opaque en bois

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

K = 3.5 w/m^2.°C , pour une porte opaque donnant sur l'extérieur.

K = 2 w/m^2.°C , pour une porte donnant sur un local non chauffé

e) Porte panneau sandwich :

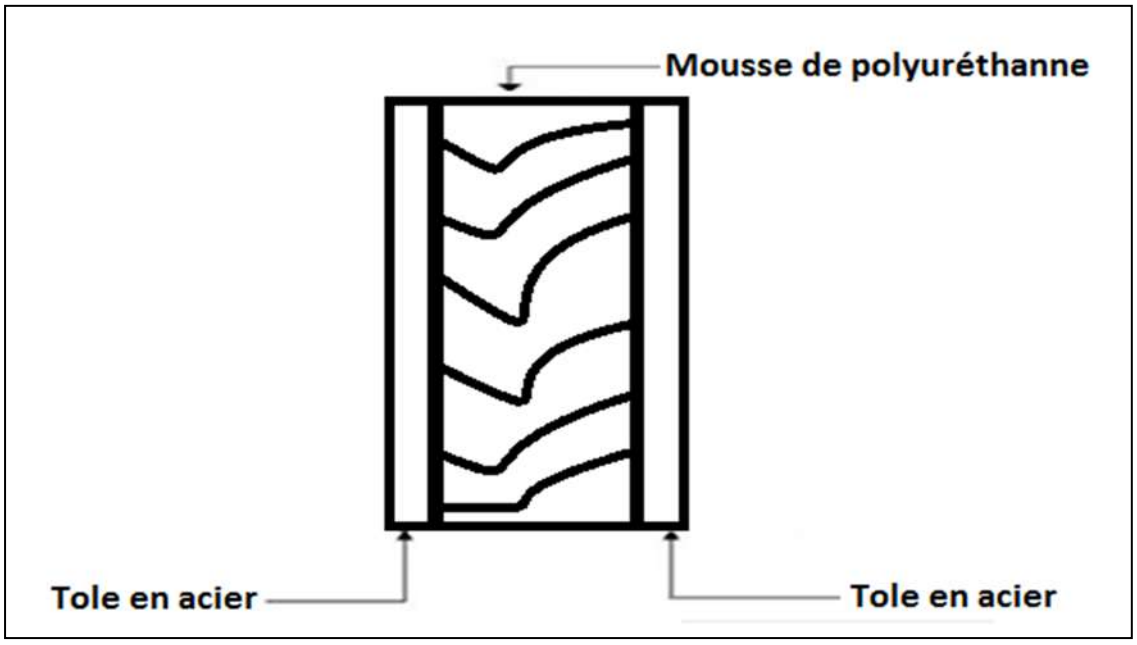


Figure II.12 : Schéma d'une porte panneau sandwich

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour une porte panneau sandwich épaisseur **150 mm**:

Tableau II.12 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une porte panneau sandwich 150 mm

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.11
1	Panneau sandwich	0.15	0.022	6.82
-	Air intérieur			0.11
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.14

Le tableau ci-dessous représente le calcul de coefficient de transmission thermique pour une porte panneau sandwich épaisseur **80 mm**:

Tableau II.13 : Coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour une porte panneau sandwich 80 mm

Couche	Structure	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (λ) (W/m.°K)	Résistance thermique (m^2.°C/W)
-	Air intérieur			0.11
1	Panneau sandwich	0.08	0.022	3.64
-	Air intérieur			0.11
K= 1/ ΣR (W/m^2.°C)				0.26

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

Tableau II.14 : Les coefficients de transmission thermique surfacique (k) pour différent murs

	Différents murs	Résistance thermique (m^2.°C/W)	K (W/m^2.°C)
Parois en contact avec l'extérieur	Mur à simple cloison	0.47	2.13
	Dalle sans faux plafond	0.36	2.78
	Poteau 0.30m	2.22	0.45
	Poteau 0.50m	3.78	0.26
	Dalle sans faux plafond	0.36	2.78
	Vitrage double	0.36	2.79
	Mur à simple cloison + TN 40	0.47	2.13
	TN 40 + panneau sandwich	2.41	0.41
Parois en contact avec l'intérieur	Mur à simple cloison	0.52	1.92
	Dalle sans faux plafond	0.59	1.69
	Poteau 0.30m	2.29	0.44
	Poteau 0.50m	3.83	0.26

II.4. Vérification de la résistance thermique :

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

-La 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 :

$$R > \frac{(T_{ai}-T_{ae})}{(T_{ai}-T_{ri})} \cdot \frac{1}{hi} \quad \text{, (II.7)}$$

A partir du diagramme psychrométrique on déterminera la température de rosée à l'intérieur de l'immeuble :

Tableau II.15 : Température de rosée

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

Pour : **Ti = 21°C , R_{min} = [(Tai –Tae) / (Tai – Tri)].(1/h_i) = 0.29 m^2.°C/W**

Pour : **Ti = 18°C , R_{min} = [(Tai –Tae) / (Tai – Tri)].(1/h_i) = 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 intérieur de la paroi

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

$$Q = h_i . (T_i - TP_i) = K. (T_i - T_e) \quad , \textbf{(II.8)}$$

D'où :

$$TP_i = T_i - (T_i - T_e) . (\frac{K}{hi}) \qquad , \textbf{(II.9)}$$

a) Comparaison entre Tpi et Tri :

Ti = 21°C, Te =2 °C

-Mur à simple cloison (figure II.1) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = Ti – [(Ti - Te) (k/*h*i)]

Tpi = 21 – [(21 - 2) (2.13 / 9.09)] = **16.55 °C**

-Poteau 0.30m (figure II.3) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 21 – [(21 - 2) (0.45/9.09)] = **20.06 °C**

-Poteau 0.50m (figure II.3) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 21 – [(21 - 2) (0.26/9.09)] = **20.46 °C**

-Dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) (figure II.2) , hi = 11.11 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 21 – [(21 - 2) (2.78 /11.11)] = **16.24 °C**

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

Tpi = 21 – [(21 -2) (2.79 /9.09)] = **15.17 °C**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi =21- [(21- 2) (2.13 /9.09)] = **16.55 °C**

Ti = 18°C, Te =2 °C

-Mur à simple cloison (figure II.1) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = Ti – [(Ti - Te) (k/*h*i)]

Tpi = 18 – [(18 - 2) (2.13 / 9.09)] = **14.25 °C**

-Poteau 0.30m (figure II.3) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 18 – [(18 - 2) (0.45/9.09)] = **17.21 °C**

-Poteau 0.50m (figure II.3) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 18 – [(18 - 2) (0.26/9.09)] = **17.54 °C**

-Dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) (figure II.2) , hi = 11.11 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi = 18 – [(18 - 2) (2.78 /11.11)] = **14.00 °C**

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

Tpi = 18 – [(18 -2) (2.79 /9.09)] = **13.09 °C**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) , hi = 9.09 W.m^{-2}K^{-1}

Tpi =18- [(18- 2) (2.13 /9.09)] = **14.25 °C**

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

Tableau II.16 : 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 simple cloison	2.13	**16.55**	**10**
Poteau 0.30	0.45	**20.06**	
Poteau 0.50	0.26	**20.46**	
Dalle sans faux plafond	2.78	**16.24**	
Vitrage double	2.79	**15.17**	
Mur à simple cloison + TN40	2.13	**16.55**	

Tableau II.17 : Comparaison de Tpi et Tri (Ti = 18°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 simple cloison	2.13	**14.25**	**8**
Poteau 0.30	0.45	**17.21**	
Poteau 0.50	0.26	**17.54**	
Dalle sans faux plafond	2.78	**14.00**	
Vitrage double	2.79	**13.09**	
Mur à simple cloison + TN40	2.13	**14.25**	

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 simple cloison (figure II.1) :

Ti = **21ºC**

T1 = Tpi = **16.55 ºC**

T2 = 21- 2.13×19 (0.10 + 0.01) = **Ti – [K × (Ti – Te) .(∑ *R*)]** = **16.54 ºC**

T3 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01) = **16.14 ºC**

T4 = 21- 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01 + 0.28) = **4.81 ºC**

T5 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01 + 0.28 + 0.01) = **4.41 ºC**

Te = **2 ºC**

-Poteau 0.30m (figure II.3) :

Ti = **21 ºC**

T1 = Tpi = **20.06 ºC**

T2 = 21 – 0.45×19 (0.11 + 0.01) = **19.97ºC**

T3 = 21 – 0.45×19 (0.11 + 0.01 + 0.01) = **19.89ºC**

T4 = 21 – 0.45×19 (0.11 + 0.01 + 0.01 + 2.04) = **2.45 ºC**

T5 = 21 – 0.45×19 (0.11 + 0.01 + 0.01 + 2.04 + 0.01) = **2.36 ºC**

Te = **2 ºC**

-Poteau 0.50m (figure II.3) :

Ti = **21 ºC**

T1 = Tpi = **20.46 ºC**

T2 = 21 – 0.26 ×19 (0.11 + 0.01) = **20.41 ºC**

T3 = 21 – 0.26 × 19 (0.11 + 0.01 + 0.01) = **20.36 ºC**

T4 = 21 – 0.26 ×19 (0.11 + 0.01 + 0.01 + 3.58) = **2.67 ºC**

T5 = 21 – 0.26 ×19 (0.11 + 0.01 + 0.01 + 3.58 + 0.01) = **2.62 ºC**

Te = **2 ºC**

-Dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) (figure II.2) :

Ti = **21ºC**

T1 = Tpi = **16.24 ºC**

T2 = 21 – 2.78 ×19 (0.09 + 0.01) = **15.72 ºC**

T3 = 21 – 2.78 × 19 (0.09 + 0.01 + 0.05) = **13.08 ºC**

T4 = 21 – 2.78 ×19 (0.09 + 0.01 + 0.05 + 0.03) = **11.49 ºC**

T5 = 21 – 2.78 ×19 (0.09 + 0.01 + 0.05 + 0.03 + 0.12) = **5.15 ºC**

T6 = 21 – 2.78 ×19 (0.09 + 0.01 + 0.05 + 0.03 + 0.12 + 0.01) = **4.62 ºC**

Te = **2 ºC**

-Mur à simple cloison + TN40 (figure II.5) :

Ti = **21ºC**

T1 = Tpi = **16.55 ºC**

T2 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01) = **16.54 ºC**

T3 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01) = **16.14 ºC**

T4 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01 + 0.28) = **4.81 ºC**

T5 = 21 – 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01 + 0.28 + 0.01) = **4.41 ºC**

T6 = 21- 2.13×19 (0.10 + 0.01 + 0.01 + 0.28 + 0.01 + 0.000016) = **4.40 ºC**

Te = **2 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 simple cloison (figure II.1) :

Tableau II.18 : Pressions de saturation de chaque couche dans un mur à simple cloison

Température (°C)	**21**	**16.55**	**16.54**	**16.14**	**4.81**	**4.41**	**2**
Pression de saturation (Pa)	**2489.5**	**1884.23**	**1883.00**	**1833.96**	**862.15**	**837.83**	**705.5**

-Poteau 0.30m (figure II.3) :

Tableau II.19 : Pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.30m

Température (°C)	**21**	**20.06**	**19.97**	**19.89**	**2.45**	**2.36**	**2**
Pression de saturation (Pa)	**2489.5**	**2346.15**	**2332.87**	**2321.87**	**783.36**	**778.53**	**705.5**

-Poteau 0.50m (figure II.3) :

Tableau II.20 : Pressions de saturation de chaque couche dans un poteau 0.50m

Température (°C)	**21**	**20.46**	**20.41**	**20.36**	**2.67**	**2.62**	**2**
Pression de saturation (Pa)	**2489.5**	**2407.15**	**2399.52**	**2391.9**	**741.48**	**738.79**	**705.5**

-Dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) (figure II.2) :

Tableau II.21 : Pressions de saturation de chaque couche dans une dalle sans faux plafond (toiture 1er étage)

Température (°C)	**21**	**16.24**	**15.72**	**13.08**	**11.49**	**5.15**	**4.62**	**2**
Pression de saturation (Pa)	**2489.5**	**1846.2**	**1786.1**	**1507.2**	**1356.9**	**882.8**	**850.6**	**705.5**

-Mur à simple cloison + TN 40 (figure II.5) :

Tableau II.22 : Pressions de saturation de chaque couche dans un mur à simple cloison +TN 40

Température (°C)	**21**	**16.55**	**16.54**	**16.14**	**4.81**	**4.41**	**4.40**	**2**
Pression de saturation (Pa)	**2489.5**	**1884.23**	**1883.00**	**1833.96**	**862.15**	**837.83**	**837.22**	**705.5**

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 :

$$P_v = Pv_{ext} + \left[\left(\frac{e}{\pi}\right) . \frac{(Pv_{int} - Pv_{ext})}{\sum \frac{e}{\pi}} \right] \quad \text{, (II.10)}$$

Pv ext = Φext x Ps ext

Pv int = Φint x Ps int

Pv ext = 0.80 x 705.5 = **564.4 (Pa)**

Pv int = 0.50 x 2489.5 = **1244.75 (Pa)**

-Mur à simple cloison (figure II.1) :

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

Tableau II.23 : Pression partielle pour chaque couche dans le cas d'un mur à simple cloison

Couche	Composants du mur	e (m)	л (Kg/m.s)	e/л (m^2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	**Enduit intérieur en plâtre**	**0.005**	**0.011**	**0.45**	**1244.75**
2	**Enduit intérieur en ciment**	**0.015**	**0.0042**	**3.57**	**1233.65**
3	**Brique creuse**	**0.14**	**0.007**	**20**	**1145.62**
4	**Enduit extérieur en ciment**	**0.015**	**0.0042**	**3.57**	**652.43**

PV4 = PV (T_4) = PVe + $\frac{e_4}{л_4}$. ($\frac{PV_i - PV_e}{\sum_{i=1}^{i=4} \frac{e_i}{л_i}}$) = 564.4 + [3.57 [(1244.75 - 564.4)/(0.45 + 3.57+ 20+ 3.57)]]= 652.43 Pa

PV3 = PV (T_3) = PVe + ($\frac{e_4}{л_4} + \frac{e_3}{л_3}$) . ($\frac{PV_i - PV_e}{\sum_{i=1}^{i=4} \frac{e_i}{л_i}}$) = 564.4 + [(3.57 + 20) [(1244.75 – 564.4)/(0.45 + 3.57+ 20+ 3.57)]] = 1145.62 Pa

PV2 = PV (T_2) = PVe + ($\frac{e_4}{л_4} + \frac{e_3}{л_3} + \frac{e_2}{л_2}$) . ($\frac{PV_i - PV_e}{\sum_{i=1}^{i=4} \frac{e_i}{л_i}}$) = 564.4 +[(3.57 + 20 + 3.57) [(1244.75 – 564.4)/(0.45 + 3.57+ 20+ 3.57)]] = 1233.65 Pa

PV1 = PV (T_1) = PVe + ($\frac{e_4}{л_4} + \frac{e_3}{л_3} + \frac{e_2}{л_2} + \frac{e_1}{л_1}$) . ($\frac{PV_i - PV_e}{\sum_{i=1}^{i=4} \frac{e_i}{л_i}}$) = 564.4 + [(3.57 + 20 + 3.57 + 0.45) [(1244.75 – 564.4)/(0.45 + 3.57+ 20+ 3.57)]] = 1244.75 Pa

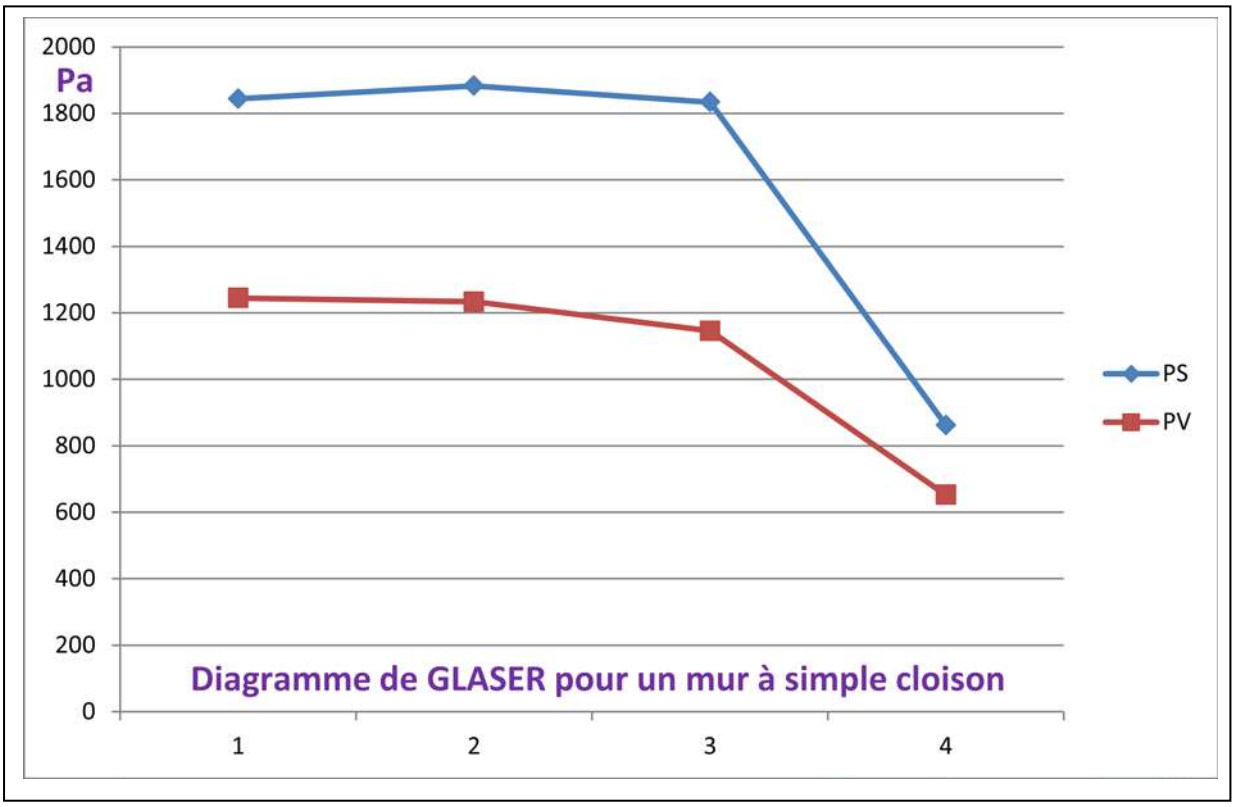


Figure II.13 : Diagramme de Glaser pour mur à simple cloison

Pour les autres types de murs les diagrammes de GLASER sont présentés dans l'annexe 2. 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 : moteur, ménagères,
- Matériaux de construction.

III.2. Déperditions (dimensionnement de chauffage) :

On distingue deux types de déperditions:

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

III.3. Calcul des déperditions de base par transmission :

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

$$\boldsymbol{D_r = D_s + D_u + D_{sol} + D_{LNC}} \quad \textbf{, (III .1)}$$

III.4. 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 :

$$\boldsymbol{D_s = K \times A \times \Delta T} \quad \textbf{,} \qquad \textbf{(III.2)}$$

III.5. Les déperditions à travers les ponts thermiques :

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

$$D_u = K_L \times A \times \Delta T \quad \text{, (III.3)}$$

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

$$\sum(K_L \times A \times \Delta T) = 0.2 \times \sum(K \times A \times \Delta T) \quad \text{, (III.4)}$$

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

Dans ce type de déperdition on distingue trois types de parois, les 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 :

$$D_{sol} = K_s \times A \times \Delta T \quad \text{, (III.5)}$$

III.7. 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 ($\mathbf{D_{LNC}}$), sont données par la formule suivante :

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

On constate que ces déperditions ($\mathbf{D_{LNC}}$) sont pondérées par un coefficient $\mathbf{T_{au}}$, dit :

« Coefficient de réduction de température » la valeur de Tau est comprise entre 0 et 1, ce dernier est donné par la formule suivante :

$$T_{au} = \frac{t_i - t_n}{t_i - t_e} = \frac{d_e}{d_e - a_c} \quad \text{, (III .7)}$$

$\mathbf{t_n}$ est évaluée par la relation suivante :

$$t_n = t_i - [(t_i - t_e)\left(\frac{d_e}{d_e - a_c}\right)] \quad \text{, (III .8)}$$

$$d_e = \sum[(K \times A) + \sum(K_l \times L)] + d_r \quad \text{, (III.9)}$$

$$a_c = \sum[(K \times A) + \sum(K_l \times L)] \quad \text{, (III.10)}$$

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

III.8. Les déperditions par renouvellement d'air :

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

-Des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; on associe à ces déperditions 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:

$$D_r = 0.34 \times (Q_v + Q_s) \times \Delta T \quad \text{, (III.12)}$$

Comme on peut aussi les écrire sous la forme suivante :

$$D_{rv} = 0.34 \times Q_v \times \Delta T \quad \text{, (III.13)}$$

$$D_{rs} = 0.34 \times Q_s \times \Delta T \quad \text{, (III.14)}$$

Avec : $Q_v = Max\,[0.6 \times V_h\ ;\ Q_{vref}\ ]$, (III.15)

$$Q_{vref} = \frac{5Q_{vmax} + Q_{vmin}}{6} \quad \text{, (III.16)}$$

$$Q_s = P_{pi} \times e_{vi} \quad (m^3/h) \quad \text{, (III.17)}$$

$$P_{pi} = P_{oi} \times A_j \quad (m^3/h) \quad \text{, (III.18)}$$

III.9. Evaluations des déperditions thermiques :

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

Tableau III-1 : les locaux concernés par le chauffage et climatisation

Locaux RDC	Locaux 1er étage
Espace de vente	**Cantine et cafeteria**
Laboratoire fruits	**Hall de réception + cage d'escalier**
Laboratoire de viande	**Bureau de décoration**
Laboratoire poissons	**Salle de dégustation**
Laboratoire produits laitiers	**Bureau de l'intendant**
Vend pain	**Toilettes hommes**
Vend pâtisserie	**Chambre de cuisine**
Couloir 1	**Cafeteria du personnel**
Couloir 2	**Trésorerie**
Couloir 3	**Cantine du personnel**
Hall + escalier	**Bureau d'administration**
Toilettes hommes	**Toilettes hommes**
Toilettes femmes	**Hall toilettes**
Hall toilettes	**Salle de tonnage**
Toilettes hommes	**Toilettes femmes**
	Vestiaires + Toilettes hommes
	Vestiaires + Toilettes femmes

Dans ce chapitre nous avons présenté un exemple de calcul des différentes déperditions concernant **l'espace de vente** qui se trouve au niveau de rez-de-chaussée (tableau III.2). le détail de calcul de chaque local pour tous les niveaux est présenté en (annexe 3).

Tableau III-2 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'espace de vente.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSCTN40	32	-	2.13	19	1295,04
Mur 02	VD	56	-	2.79	19	2968,56
Mur 03	MSCTN40	6.6	-	2.13	19	267,102
Mur 04	MSC	38.5	-	1.92	0	0
Mur 05	MSC	33	-	1.92	0	0
Mur 06	MSCTN40	158	-	2.13	19	6394,26
Mur 07	VD	137.16	-	2.79	19	7270,85
Mur 08	MSC	84	-	2.13	19	3399,48
Mur 09	MSC	71.7	-	2.13	19	2901,69
Mur 10	VD	18	-	2.79	19	954,18
Mur 11	VD	101.2	-	2.79	0	0
Mur 12	MSC	17.3	-	1.92	0	0
Mur 13	MSC	216	-	2.13	19	8741,52
Poteau	B.A	55.7	-	0.24	19	253,99
Poteau	B.A	5	-	0.45	19	42,75
Dalle	Toit	1150	-	0.41	19	8958,5
Dalle	Toit	460	-	1.69	0	0
Sol	Plancher	1629.3	194	2.78	11	49823,99
Porte 01	VD	16.33	-	2.79	19	865,65
Porte 02	P.E	2,12	-	2	0	0
Porte 03	P.E	3	-	2	0	0
Porte 04	P.E	5,75	-	2	0	0
Porte 05	P.E	2,75	-	2	0	0
Porte 06	P.E	2,12	-	2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						94137,56
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						18827,51
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						1414,50
La somme totale des déperditions Dtot (W)						114379,57

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

Tableau III-3: déperditions thermiques au niveau du rez-de-chaussée (RDC)

Les locaux	DT (W)	DLI(W)	DR(W)	DTOT(W)
Espace de vente	94137,56	18827,51	1414,50	114379,57
Laboratoire fruits	1537,93	307,58	0	1845,51
Laboratoire de viande	613,67	122,73	0	736,4
Laboratoire poissons	1055,17	211,03	0	1266,2
Laboratoire produits laitiers	647,07	129,41	0	776,48
Vend pain Vend pâtisserie	5862,48	1172,49	193,72	7228,69
Couloir 1 Couloir 2 Couloir 3 Hall + escalier	7841,54	1568,30	541,28	9951,12
Toilettes hommes	2636,28	527,25	449,89	3613,42
Toilettes femmes	1715,57	343,11	611,50	2670,18
Hall toilettes	503,37	100,67	124,41	728,45
Toilettes hommes	525,34	105,06	81,13	711,53
DTOT(W)				143907,55

Tableau III-4 : déperditions thermiques à travers les différents locaux du 1er étage

Les locaux	DT (W)	DLI(W)	DR(W)	DTOT(W)
Cantine et cafeteria	13183.15	2636.63	2395.37	18215.15
Hall de réception + cage d'escalier	3999.09	799.82	00	4798.91
Bureau de décoration	1245.03	249.01	00	1494.04
Salle de dégustation	428.44	85.69	00	514.13
Bureau de l'intendant	21.27	4.25	00	25.52
Chambre de cuisine	838.26	167.65	427.33	1433.24
Cafeteria du personnel	6683.33	1336.67	658.92	8678.92
Trésorerie	1973.73	394.75	00	2368.48
Cantine du personnel	880.04	176.01	00	1056.05
Bureau d'administration	810.93	162.19	00	973.12
Toilettes hommes	15.89	3.18	33.22	52.29
Hall toilettes	259.92	51.98	00	311.9
Salle de tonnage	741.83	148.37	00	890.2
Toilettes femmes	844.95	168.99	371.16	1385.1

Toilettes hommes	**2068.47**	**413.69**	**278.37**	**2760.53**
Vestiaires + Toilettes hommes	**5122.27**	**1024.45**	**1990.05**	**8136.77**
Vestiaires + Toilettes femmes	**6733.15**	**1346.63**	**2000.29**	**10080.07**
DTOT(W)				**63174.42**

Tableau III-5: déperditions thermiques totales à travers les différents niveaux de l'immeuble

Niveaux	DTOT (W)
RDC	143907,55
1er étage	63174.42
DTOT (W)	207081,97

III.10. Vérification réglementaire :

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

$$D_T \leq 1.05 \times D_{réf} \quad \text{, (III.19)}$$

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

Les déperditions de référence sont calculées par la formule suivante :

$$D_{réf} = (a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5).\Delta T \quad \text{, (III.20)}$$

Les $\mathbf{S_i}$ (en $\mathbf{m^2}$) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur ,un comble , un vide sanitaire , un local non chauffé ou le sol . Elles concernent respectivement :

S_1 : la toiture.

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

S_3 : les murs.

S_4 : les portes.

S_5 : les fenêtres et les portes fenêtres.

S_1, S_2, S_3 : sont comptés de l'intérieur des locaux.

S_4 et S_5 : sont comptés en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur.

Les coefficients **a.b.c.d.e** (en **W/m^2.°C**) sont donnés dans le tableau III.6 , ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique :

Tableau III.6: les différents coefficients pour les vérifications réglementaires

Zone	Immeuble collectif				
	A	B	C	D	E
B	0.90	2.40	1.20	3.50	4.50

On aura donc : $D_{réf}$ = (0.90 x S1 +2.40 x S2 +1.20 x S3 + 3.50 x S4 +4.50 x S5) x ΔT **,(III.21)**

S1 = (1008.2 +1150) = 2158.2 m^2,S2 = (148.82 + 2643,3) = 2792.12 m^2,

S3 =(671.85+1381) = 2052.85 m^2,S4 = (0+ 40.47) = 40.47 m^2,S5 = (51.9+23.15) =75.05 m^2

Dréf = (2158.2 x 0.90 + 2792.12 x 2.40 +2052.85 x 1.20 + 40.47 x 3.50 + 75.05 x 4.50) x19

Dréf = (1942.38+ 6701.088+2463.42+141.645+337.725) x19 = **220138.9 W**

Après calcul on a :

D_T = 140491.12 + 55019.71 = 195510.83 W = **195.51 KW**

D'où :

Dréf x 1.05 = 220138.9 x 1.05 = **231145.84 W**

Donc : **195.51 KW** ≤ **231.14 KW** par conséquent la condition est vérifiée.

III.11. Calcul des apports calorifiques (climatisation) :

III.11.1. 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.11.2. 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

III.11.3. Apports calorifiques sensibles et latents :

Les apports calorifiques sensibles **As** et latents $\mathbf{A_L}$ sont donnés par la relation suivante :

$$A_S = APO + AV + AI_S + AINF_S \qquad \text{[W] , (III.22)}$$

$$A_L = AI_L + AINF_L \qquad \text{[W] , (III.23)}$$

Les apports calorifiques totaux sensibles **ATs** et latents $\mathbf{AT_L}$ sont déterminés par l'expression suivante :

$$AT_s = (C_{\Delta as} \times A_s) + AREN_s \qquad \text{[W] , (III.24)}$$

$$AT_L = (C_{\Delta al} \times A_L) + AREN_L \qquad \text{[W] , (III.25)}$$

Nb : les calculs sont effectués pour le mois de juillet

III.11.4. 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 :

$$APO(t) = 1,2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta te(t) \quad \text{[W] , (III.26)}$$

III.11.5.Apports à travers les parois vitrées :

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

$$AV(t) = AVT(t) + AVE(t) \quad \text{[W] , (III.27)}$$

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

Les apports dus au gradient de température **AVT (t)** à travers les parois vitrées extérieurs sont donnés par :

$$AVT\ (t) = 1,2 \times K_{été} \times S_{ouv} \times [TS_e(t) - TS_{bi}\ (t)] \quad \text{[W] ,(III.28)}$$

b) 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 :

$$AVE\ (t) = [SV_{ens} \times I_t + SV_{omb} \times I_d] \times FS \times N_{pvi}(t) \quad \text{[W] ,(III.29)}$$

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

III.11.6. Apports de chaleur internes :

a) 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.

b) Principes 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 :

$$\boldsymbol{AI(t) = \sum j(CSj \times AISj \times NAIj) + \sum(CSj \times AIlj)} \quad \textbf{[W] ,(III.30)}$$

C) 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.11.7. Apports de chaleur par introduction d'air extérieur :

a) 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}.**

b) 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 :

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

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

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

$$AREN_s(t) = 0,979 \times qv_{an} \times max[(HS_{be} - HS_{bi}); 0] \quad \text{, (III.33)}$$

$$AINF_s(t) = 0,979 \times qv_{an} \times max[(HS_{be} - HS_{bi}); 0] \quad \text{, (III.34)}$$

c) Le débit d'air neuf (qv_{an}) :

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

$$qv_{an} = 0,6 \times V_h \quad \text{, (III.35)}$$, ou à partir du tableau **A3.82** du DTR

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

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

$$qv_{inf} = (qv_{oinf,i} \times S_{ouv,i}) \quad \text{, (III.36)}$$

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

les valeurs de **$qv_{oinf,i}$** doivent être fournies soit par le fabricant , soit par l'avis technique ; à défaut, on utilisera les valeurs du tableau suivant :

Tableau III.7 : Infiltration par les portes et fenêtres

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 Porte simple avec seuil et joint d'étanchéité Porte en verre	 **4.2** **0.90** **28.1**
Ports à tambour Avec joint d'étanchéité Sans joint d'étanchéité	 **7.3** **21.7**

III.11.8. 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 :

$$TS_e\,(t) = TS_{be} - [\,CTS\,(t) \times E_b] \qquad \text{, (III.37)}$$

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

Tableau III.8 : les valeurs de CTS

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

L'évolution temporelle de la température sèche de l'air extérieur **($TS_e(t)$)** est tabulée ci-dessous.

L'analyse de la figure **III.1** qui porte la variation de **TS_e (t)** en fonction du temps montre que le maximum est enregistré vers **15 heures TSV**

Tableau III.9 : Les valeurs de TS_e (t)

Heure	TS_e (t)	Heure	TS_e (t)	Heure	TS_e (t)
0	27.95	8	24.45	16	38
1	26	9	28.55	17	37.29
2	24.95	10	30.8	18	36.2
3	23.9	11	32.75	19	35
4	23	12	34.85	20	33.72
5	23	13	36.99	21	33.2
6	24.05	14	38	22	31.55
7	25.25	15	38	23	30.05

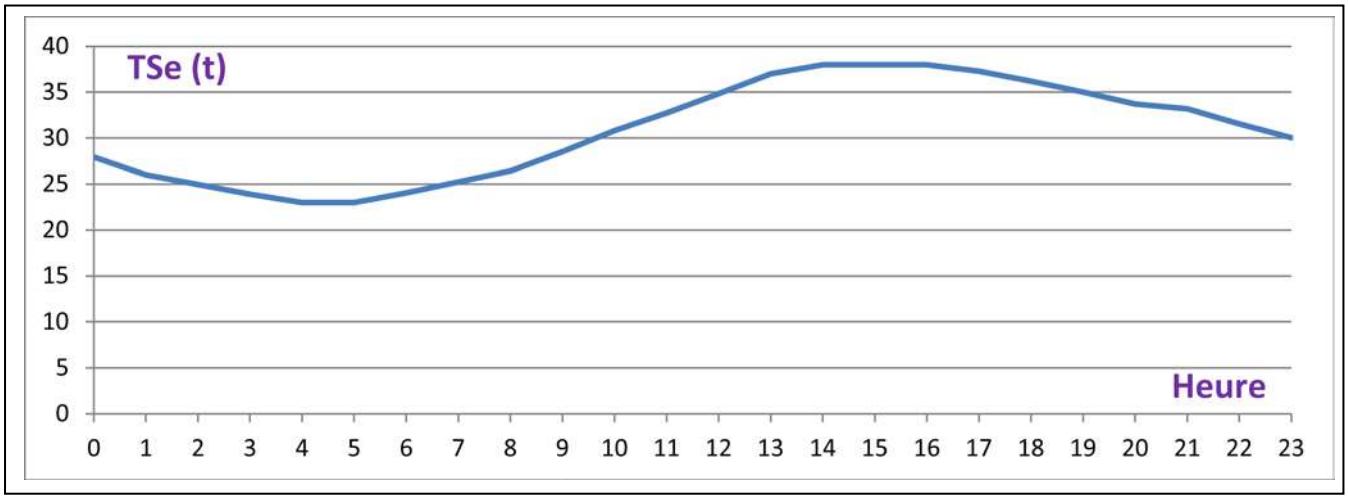


Figure III.1 : Variations de la température sèche de l'air extérieur

III.11.9. 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 (sensibles et latents) des parois du cafeteria du personnel au niveau du 1er étage à 15h (TSV) (par rapport à la température sèche maximale de l'air extérieur).

Tableau III.10 : apports à travers les différentes parois de la cafeteria du personnel.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	27.2	O	2.77	24	38	-	-	1256.78
Mur 10	M.S.C	23.1	S	2.22	24	38	15.74	-	968.61
Poteau	B.A	1.26	O	0.45	24	38	8.51	-	5.79
Dalle	Toiture	72.25	H	2.38	24	38	16.86	-	3478.99
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1	O	2.77	24	38	-	-	46.54
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									6105.71
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									2475.13
AIs (t) (W)									3903.41
AINFs (t) (W)									552.16
ARENs (t) (W)									98.56
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									17792.29
AIl (t) (W)									448
AINFl (t) (W)									401.76
ARENl (t) (W)									71.71
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									921.47

Le tableau ci-dessous représente le résumé des différents types d'apports de l'hypermarché :

Tableau III.11 : résumé des apports de l'hypermarché

	RDC (W)	1er étage (W)	Apports de l'hypermarché (W)
ARENS	829.02	16920.96	17749.98
ARENL	533.829	9583.54	10117.37
APO	38600.94	31456.36	70057.3
AV	33673.33	26340.11	60013.44
AIS	49641.06	61355.57	110996.63
AINFS	3546.87	3468.86	7015.73
AIL	26688	10033.25	36721.25
AINFL	3146.83	2524	5670.83
AS	125462.2	122620.9	248083.1
AL	29834.83	12557.25	42392.08
AES	1317776.76	129597.99	260492.18
AEL	31353.26	13685.29	44514.43
ATS	132564.33	145672.90	260585.81
ATL	31860.40	22768.65	44566.56

III.11.10. Vérification réglementaire :

La vérification réglementaire de l'hypermarché, 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 :

$$\boldsymbol{APO\ (15\ h\ ) + AV\ (15\ h) \leq 1,05\ \times Aréf\ (15\ h\ )} \qquad \textbf{[W] , (III.38)}$$

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

$$\boldsymbol{A\ réf = A\ réf, PH + A\ réf\ , PV + A\ réf\ , PVI} \qquad \textbf{[W] , (III.39)}$$

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

$$\boldsymbol{A_{réf,PV} = \sum(C \times S_{int} \times \Delta TS_{réf,PV}\ )} \qquad \textbf{[W] , (III.40)}$$

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

$$\boldsymbol{A\ réf\ , PVI = AVE_{réf} + AVT_{réf}} \qquad \textbf{[W] , (III.41)}$$

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

$$\boldsymbol{AVE_{réf} = [SV_{ens} \times It + (SV - SV_{ens}) \times Id] \times FS_{réf} \times NPVI, réf} \qquad \textbf{[W] , (III.42)}$$

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

Tableau III.12 : valeurs de NPVI, réf

Valeurs de NPVI, réf								
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**

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

$$AVT_{réf} = e' \times S_{ouv} \times \Delta TS_{réf,PVI} \quad \text{[W] , (III.43)}$$

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

$$A_{réf,PH} = \sum(a \times S_{int} \times \Delta TS_{réf,PH}) \quad \text{[W] , (III.44)}$$

AVEréf = **17895.11 +17525, 36 = 35420.47 W**

AVTréf = **26680.69 + 14240,55 = 40921.24 W**

Aréf, PVI = AVEréf + AVTréf ► Aréf, PVI = 35420.47 + 40921.24 = **76341.71 W**

Aréf, PV = 3776.83 + 8802.26 **= 12579.09 W**

Aréf, PH = 15291.22 + 15048.9 **= 30340.12 W**

Aréf = Aréf, PVI +Aréf, PV + Aréf, PH = 76341.71 + 12579.09 + 30340.12 = **119260.92 W**

1.05 x Aréf = 1.05 x 119260.92 = **125223.97 W**

APO (15) = 26089.73 + 38218,6 = **64308.33 W**

AV (15) = 27317.82 + 32916.25 = **60234.07 W**

APO + AV ≤ 1.05 × Aréf

AN : 64308.33 + 60234.07 ≤ 1.05 x 119260.92 **W**

124542.4 ≤ 125223.97 W

124.54 ≤ 125.22 KW

Donc : **124.54 KW ≤ 125.22 KW**, par conséquent on peut dire que la condition est vérifiée.

III.12. Conclusion :

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

Chapitre IV: Choix et dimensionnement du système de climatisation

IV.1. Introduction :

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

-De préparer l'air à distribuer dans les locaux à des caractéristiques aérauliques et acoustiques bien déterminées :

La température

L'humidité

La pureté de l'air

La vitesse de soufflage

Le niveau sonore

-La distribution de l'air 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 cout d'investissement

Le cout d'exploitation

Quel que 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 déférentes catégories. En fonction du type de traitement d'air, du transfert de l'énergie et de la régulation on peut adopter la classification suivante :

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

IV.1.1. Systèmes centralisé (tout air) :

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

IV.1.2. Systèmes semi centralisé :

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

IV.1.3. Systèmes décentralisé :

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

IV.2. Choix du système de climatisation :

IV.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 de type VRV pour la climatisation de notre hypermarché (1er étage et RDC).

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

IV.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, gaignables, muraux, cassettes, etc. …., de 16 à 64 unités de puissances différentes. Chaque fabricant a développé son système à débit variable, le principe de fonctionnement est de base sur la technologie inverter ou digital scroll, ce qui permet à l'unité extérieure (le groupe compresseur) d'adapter le volume de réfrigérant donc sa puissance en fonction de la puissance dont l'installation a besoin, d'où une grande souplesse d'utilisation avec une consommation réduite.

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

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

IV.2.2.3. Maintenance sur une installation VRV :

A la différence des solutions à eau glacée qui nécessitent la mise en œuvre de pompes, réservoirs tampons, la maintenance d'un système VRV se concentre exclusivement sur les groupes extérieurs ou sont regroupées toutes les 'informations utiles au contrôle du bon

fonctionnement de l'ensemble de l'installation. Au niveau des terminaux, un simple nettoyage régulier des filtres suffit. Par sa conception, le système VRV facilite donc considérablement les opérations de maintenance.

IV.2.2.4. Application des systèmes VRV :

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

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

IV.2.2.5. Flexibilité des systèmes VRV :

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

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

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

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

différentes.

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



Figure IV.1 : Différents types d'unités intérieures VRV Daikin



Figure IV.2 : Unités extérieure VRV Daikin type RXYQ5P7

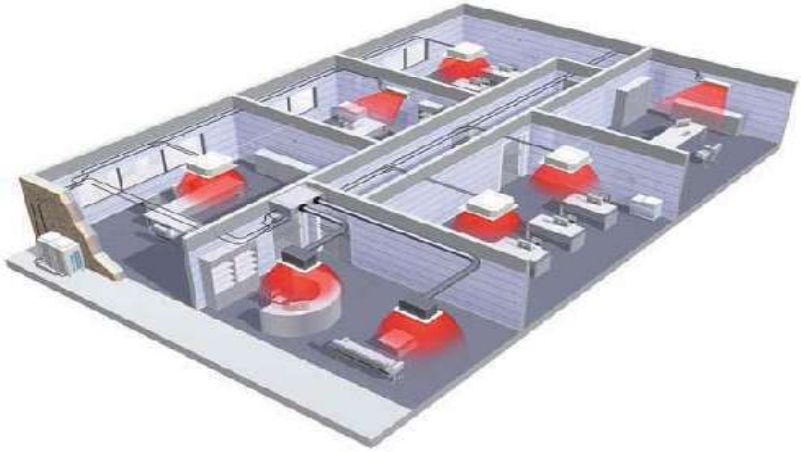


Figure IV.3 : Schéma d'une installation VRV

IV.2.2.7. Les principaux avantages du VRV :

- Un COP élevé (coefficient de performance)
- Un fonctionnement avec des températures extérieures de -15 °C
- Puissance frigorifique 5 à 90 KW
- Jusqu'à 64 unités intérieures sur un circuit
- Acceptant des longueurs de tube de 1000 mètres cumulés maximum
- Dénivelé entre unités intérieures et extérieures de 90 m
- Possibilité d'optimiser la régulation par zone en fonction de l'orientation des bâtiments
- Charge automatique de la quantité de réfrigérant
- Facilité d'installation grâce à des tubes de petites dimensions
- Câblage des unités simplifié sans polarité
- Modularité du système
- Une large gamme d'unité intérieure, de tout type de puissances
- Des unités extérieures peu encombrantes
- Possibilité de chauffer et de refroidir simultanément (3 tubes)
- Large choix de commandes, simplifiées, programmable, centralisé, infrarouge
- Gestion par ordinateur ou par internet

IV.2.2.8. Inconvénients du VRV :

• Système très cher à l'acquisition.
• Manipulation contraignante du fluide frigorigène contrairement à l'eau.

IV.3. La technologie du VRV :

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

IV.3.1. Fluide réfrigérant :

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

IV.3.2. Unité intérieure :

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

IV.3.3. Unité extérieure :

L'unité extérieure est généralement placée en toiture (pas de local technique spécifique). Ceci permet au condenseur d'être facilement refroidi par l'air extérieur.
Les unités extérieures sont modulaires et peuvent être alignées côte à côte. Chez certains constructeurs, les systèmes VRV autorisent des combinaisons d´unités extérieures permettant d´avoir un grand nombre d´unités intérieures raccordées.

IV.3.4. Réseau de distribution :

Les tuyauteries en cuivre souvent utilisées sont de très faible diamètre. Cela permet de gagner en encombrement et en pertes dues au transport de la chaleur par rapport au système traditionnel.

IV.4. Calcul des paramètres d'air :

Pour bien dimensionner notre système on est obligés de passer par le calcul de certains paramètres physico-chimique de l'air soufflé durant les deux saisons (hivernale et estivale). Mais tout d'abord nous allons commencer par la période estivale car les besoins énergétiques y sont les plus importants (apports > déperditions).

Pour la période estivale, on a :

- Les paramètres intérieures de bases (Ti = 21°C, ϕi = 45% ou ϕi = 50%).
- Les paramètres extérieures de bases (Te = 38°C, ϕe = 30 %).

Pour la période hivernale, on a :

- Les paramètres intérieures de bases (Ti = 18°C ou 21°C, ϕi = 50%).
- Les paramètres extérieures de bases (Te = 2°C, ϕe = 80 %).

IV.4.1. Les paramètres de soufflage :

Eté : on fixe la température de soufflage à 13°C pour l'été, donc l'écart de soufflage = 8°C.

Hiver : on fixe la température de soufflage à 26°C pour le hall + cage d'escalier et 29°C pour les autres locaux , donc l'écart de soufflage = 8°C.

IV.4.2. Calcul des débits de soufflage :

En climatisation de confort, les dégagements d'humidité dans les locaux sont souvent négligeables.

Par conséquent le débit volumique de soufflage est déterminé par la formule suivante :

IV.4.3. Calcul du débit d'air recyclé :

Le débit d'air recyclé est la différence entre le débit d'air soufflé et le débit d'air neuf et il est défini par la relation suivante :

$$qv_{ar} = qv_{sf} - qv_{an} \quad , \quad \textbf{(IV. 1)}$$

IV.4.4. Calcul du débit d'air soufflé :

$$qv_{SF} = 3.116 \times \frac{A_s}{(Ts_{i,b} - Ts_{sf})} \quad , \quad \textbf{(IV. 2)}$$

$$qv_{SF} = 1.252 \times \frac{A_l}{(Hs_{i,b} - Hs_{sf})} \quad , \quad \textbf{(IV. 3)}$$

On utilise la formule (IV. 2) car : $Hs_{i,b} - Hs_{sf} \cong 0$, cas des locaux à apports latents faibles

On prend l'écart de soufflage : $Ts_{i,b} - Ts_{sf} =$ 8°C , (le soufflage est loin des occupants)

$$A_s = APO + AV + AI_s + AINF_s \quad , \quad \textbf{(IV. 4)}$$

$$A_l = AI_l + AINF_l \quad , \quad \textbf{(IV. 5)}$$

$$AE_s = (C\Delta a_s \times A_s) + (B_f \times AREN_s) \quad , \quad \textbf{(IV. 6)}$$

$$AE_l = (C\Delta a_l \times A_l) + (B_f \times AREN_l) \quad , \quad \textbf{(IV. 7)}$$

Dans notre cas : $B_f = 0.05$, $C\Delta a_s = 1.05$, $C\Delta a_l = 1.00$

$$AE_s = (1.05 \times A_s) + (0.05 \times AREN_s) \quad , \quad \textbf{(IV. 8)}$$

$$AE_l = (1.00 \times A_l) + (0.05 \times AREN_l) \quad , \quad \textbf{(IV. 9)}$$

$$AT_s = (C\Delta a_s \times A_s) + AREN_s \quad , \quad \textbf{(IV. 10)}$$

$$AT_l = (C\Delta a_l \times A_l) + AREN_l \quad , \quad \textbf{(IV. 11)}$$

$$AT_s = (1.05 \times A_s) + AREN_s \quad , \quad \textbf{(IV. 12)}$$

$$AT_l = (1.00 \times A_l) + AREN_l \quad , \quad \textbf{(IV. 13)}$$

IV.5. Calcul des puissances frigorifiques et calorifiques :

-Pour déterminer la puissance frigorifique nécessaire pour climatiser chaque local de l'hypermarché on prend (d'après le DTR) : $P = AT_s + AT_l$, **(IV. 14)**

-Pour déterminer la puissance calorifique nécessaire pour chauffer chaque local de l'hypermarché on utilise la formule suivante (d'après le DTR) :

$$Q = (T_{bi} - T_{be}) \times [\,[1+\text{Max}(c_r, c_{in})] \times D_T] + [(1+c_r) \times D_R]\ (\text{w}) \quad \textbf{(IV. 15)}$$

Dans notre cas : $c_r = 0.05$, $c_{in} = 0.10$

IV.6. Application au projet :

Les tableaux ci-dessous résument les déférents paramètres d'air calculés par les formules décrient précédemment durant les deux périodes de l'année (été et hiver).

IV.6.1. Période estivale :

-Paramètres de soufflage du RDC :

Tableau IV.1 : paramètres de soufflage du RDC (période estivale)

	Apports (A_s) (W)	Ecart de Soufflage (°C)	Qas (m^3/h)	Qan (m^3/h)	Qar (m^3/h)	Nbr occup	Puissance (W)
Laboratoire fruits	820	8	319.39	0	319.39	2	995.4
Laboratoire viande	633.28	8	246.67	0	246.67	2	799.34
Laboratoire poissons	1067.52	8	415.8	0	415.8	2	1255.3
Laboratoire produits laitiers	824.32	8	321.07	0	321.07	2	999.94
Vend pain et vend pâtisserie	9866.77	8	3843.11	0	3843.11	14	11609.54
Couloir 1, Couloir 2, Couloir 3 et hall + escalier	3140.72	8	1223.31	0	1223.31	16	5233.32
Toilettes hommes	2339.47	8	911.22	63,54	847,68	6	3356.1
Toilettes femmes	1672.2	8	651.32	88,56	562,76	8	3102.67
Hall toilettes	569.57	8	221.85	0	221.85	2	943.44
Toilettes hommes	458.65	8	178.64	6,86	171,78	1	621.82
Espace de vente	104069.7	8	40535.15	0	221.85	362	135507.86
Somme des apports (W)		125462.2					
Somme des puissances (W)		164424.73					

Tableau IV.2 : paramètres de soufflage du 1er étage (période estivale)

	Apports (A_s) (W)	Ecart de soufflage (°C)	Qas (m^3/h)	Qan (m^3/h)	Qar (m^3/h)	Nbr occup	Puissance (W)
Vestiaires + toilettes hommes	12331.99	8	4803.31	30	4773.31	19	14086.78
Toilettes hommes	159.7	8	62.20	15	47.2	1	313.17
Cuisine	5835.83	8	2273.05	1290	983.05	5	18208.98
Cantine du personnel	8819.85	8	3435.33	22	3413.33	25	10149.28
Toilettes hommes	2465.22	8	960.20	30	930.20	4	2938.27
Hall toilettes	519.78	8	202.45	0	202.45	1	612.97
Toilettes Femmes	2205.13	8	858.90	30	828.9	5	2694.58
Bureau d'administration	1860.68	8	724.73	18	706.73	3	2244.22
Trésorerie	3015.73	8	1174.63	0	1174.63	5	3418.52
Bureau de l'intendant	582.7	8	226.96	18	208.96	1	801.54
Salle de dégustation	929.32	8	361.97	22	339.97	2	1188.03
Salle de tonnage	1328.81	8	517.57	0	517.57	3	1483.45
Bureau de décoration	1542.83	8	600.93	18	582.93	2	1860.08
Vestiaires + toilettes femmes	12341.1	8	4806.86	30	4776.86	21	14080.7
Cafeteria du personnel	13036.41	8	5077.68	22	5055.68	16	14750.75
Hall de réception + cage d'escalier	11895.67	8	4633.36	0	4633.36	22	14043.29
Cantine et cafeteria	43750.15	8	17040.68	22	17018.68	86	50643.05
Somme des apports (W)	122620.9						
Somme des puissances (W)	153517.66						

Tableau IV.3 : puissances calorifiques nécessaires (période hivernale)

Locaux RDC	Puissance (W)	Locaux 1er étage	Puissance (W)	Locaux 1er étage	Puissance (W)
Laboratoire fruit	2030.06	Vestiaires + toilettes hommes	8850.94	Salle de tonnage	979.22
Laboratoire viande	810.04	Toilettes hommes	55.86	Bureau de décoration	1643.44
Laboratoire poissons	1392.82	Cuisine	1555.20	Vestiaires + toilettes femmes	10988.45
Laboratoire produits laitiers	854.13	Cantine du personnel	1161.65	Cafeteria du personnel	9513.87
Vend pain et vend pâtisserie	7941.87	Toilettes hommes	3022.66	Hall de réception + cage d'escalier	5278.80
Couloir 1, Couloir 2, Couloir 3 et hall + escalier	10919.17	Hall toilettes	343.09	Cantine et cafeteria	19916.9
Toilettes hommes	3952.27	Toilettes femmes	1505.05		
Toilettes femmes	2906.62	Bureau d'administration	1070.43		
Hall toilettes	795.07	Trésorerie	2605.33		
Toilettes hommes	778.63	Bureau de l'intendant	28.07		
Espace de vente	125746.8	Salle de dégustation	565.54		
Somme de puissances RDC (W)			158127.48		
Somme de puissances 1er étage (W)			69084.5		
Somme de puissances totale (W)			227211.98		

IV.7. Choix des équipements :

Le choix et le positionnement des équipements concernent les unités intérieures, les unités extérieures, le dimensionnement de la tuyauterie. La note de calcul utilisée, pour ce choix, est celle du fabricant **DAIKIN.** Il dispose de plus de 30 années d'expérience dans le domaine du système VRV.

IV.7.1 Choix des unités intérieures :

Le choix des unités intérieures des différents locaux a été fait suite au bilan thermique. L'emplacement de celle-ci conditionne fortement le confort des occupants.

Auprès du fabricant DAIKIN, les unités intérieures disponibles ont des puissances frigorifiques allant de 2,2 kW à plus de 7.1 kW. A chacune des unités intérieures correspond un indice.

La répartition par type des 50 unités intérieures à installer se présente :

- 26 unités intérieures type mural seront installées au RDC
- 24 unités intérieures type mural seront installées au 1er étage

IV.7.2 Choix des unités extérieures :

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

-au bilan thermique,

-à la longueur totale des liaisons frigorifiques,

-au nombre d'unités à raccorder,

-au mode de raccordement des unités intérieures.

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

Selon le fabricant DAIKIN, dans le système VRV, la longueur maximale de liaisons frigorifiques entre l'unité extérieure et l'unité intérieure la plus éloignée est portée à **165 m.**

La longueur maximale cumulée des liaisons frigorifiques ne doit pas dépasser **1000 m.**

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

-Si l'unité extérieure est installée en dessous de l'unité intérieure, la dénivellation standard est de 40 mètres.

IV.7.3 Détermination des sections des liaisons frigorifiques (tuyauterie) :

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

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

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

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

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

IV.7.4 Détermination des sections des liaisons frigorifiques des unités extérieures :

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

IV.7.5 Détermination des sections des tuyauteries principales :

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

IV.7.6 Détermination des sections des tuyauteries secondaires :

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

IV.7.7 Détermination des raccords REFNET :

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

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

IV.7.8 Détermination des longueurs des liaisons frigorifiques :

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

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

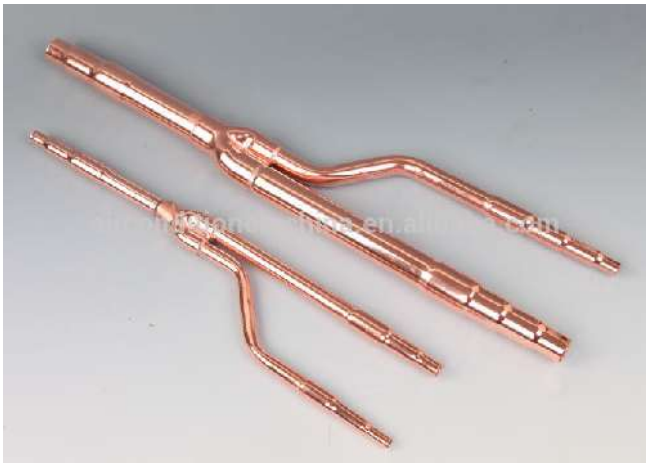


Figure IV.4 : raccord REFNET

-On a divisé l'hypermarché en quatre zones, dont chaque local de ces zones est climatisé par le même groupe extérieur :

Zone 1 : les locaux : laboratoire fruits, laboratoire viande, laboratoire poissons, laboratoire produits laitiers, vend pain et vend pâtisserie, couloir 1, couloir 2, couloir 3 et hall + escalier, la moitié de la surface de l'espace de vente du RDC ,toilettes hommes

Zone 2 : les locaux : toilettes hommes, toilettes femmes, hall toilettes , toilettes hommes, la moitié de la surface de l'espace de vente du RDC

Zone 3 : les locaux : vestiaires + toilettes hommes, cuisine**,** bureau d'administration, trésorerie, bureau de l'intendant, salle de dégustation, salle de tonnage, bureau de décoration, toilettes hommes, vestiaires + toilettes femmes, hall de réception + cage d'escalier du 1erétage

Zone 4 : les locaux : cantine du personnel, toilettes hommes, hall toilettes, toilettes femmes, cafeteria du personnel, cantine et cafeteria du 1er étage

-Après avoir calculé les apports et les déperditions de l'hypermarché et les déférents paramètres de soufflage, nous avons fait le choix sur les équipements adéquats à notre système de climatisation.

Suivant le catalogue DAIKIN systèmes VRV, et qui sont : (annexe 4)

-Unités externes : sont déterminés dans le tableau suivant :

Tableau IV.4 : choix des unités extérieures des différentes zones :

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Réf unité extérieure	RXYQ14P	RXYQ14P9	RXYQ12P9	RXYQ12P9
Puissance frigorifique	89268.59	75156.14	71728.76	81788.9
Puissance calorifique	87600.12	70684.17	33621.28	35463.22

-Unités internes : sont déterminés dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : choix des unités intérieures de différents locaux :

		Réf d'unité intérieure	Type d'unité intérieure	Nombre d'unités intérieures	Puissance frigorifique nécessaire	Débit de soufflage (m^3/h)
	Laboratoire fruits + Laboratoire viande + Laboratoire poissons + Laboratoire produits laitiers	**FXAQ40P**	**Murale**	**01**	**4049.98**	**1302.93**
	Vend pain et vend pâtisserie	**FXAQ 63P FXAQ 40P**	**Murale**	**02**	**11609.54**	**3843.11**

RDC	Couloir 1, Couloir 2, Couloir 3 et hall + escalier	FXAQ 50P	Murale	01	5233.32	1223.31
	Toilettes hommes	FXAQ 32P	Murale	01	3356.1	911.22
	Toilettes femmes	FXAQ 32P	Murale	01	3102.67	651.32
	Hall toilettes + Toilettes hommes + Espace de vente	FXAQ 15P	Murale	01	137073.12	40935.64
		FXAQ 63P	Murale	19		
1er étage	Vestiaires + toilettes hommes	FXAQ 63P	Murale	2	14086.78	4803.31
	Cuisine	2 FXAQ 63P FXAQ 40P	Murale	3	18208.98	2273.05
	Cantine du personnel	FXAQ 50P	Murale	2	10149.28	3435.33
	Toilettes hommes + Hall toilettes	FXAQ 32P	Murale	1	3551.24	1162.65
	Toilettes femmes	FXAQ 25P	Murale	1	2694.58	2694.58

	Bureau d'administration + Trésorerie + Bureau de l'intendant + Salle de dégustation + Salle de tonnage + Bureau de décoration + Toilettes hommes	**FXAQ 50P**	**Murale**	**2**	**11309.01**	**3668.99**
	Vestiaires + toilettes femmes	**FXAQ 63P**	**Murale**	**2**	**14080.7**	**4806.86**
	Cafeteria du personnel	**FXAQ 63P**	**Murale**	**2**	**14750.75**	**5077.68**
	Hall de réception + cage d'escalier	**FXAQ 63P**	**Murale**	**2**	**14043.29**	**4633.36**
	Cantine et cafeteria	**FXAQ 63P**	**Murale**	**7**	**50643.05**	**17040.68**
Nombre d'unités intérieures du RDC			**26**			
Nombre d'unités intérieures du 1er étage			**24**			
Nombre d'unités intérieures total			**50**			

- On à opter pour un système de climatisation VRV réversible :

D'après le catalogue Daikin on a choisi 4 groupes extérieurs Daikin :

Pour la **zone 1 : RDC**

Unité extérieure : **RXYQ14P9**

Unités intérieures : **2 unités : FXAQ 40P, 1 unité : FXAQ 50P, 10 unités : FXAQ 63P**

Pour la **zone 2 : RDC**

Unité extérieure : **RXYQ14P9**

Unités intérieures : 1 **unité : FXAQ 15P, 2 unités : FXAQ 32P, 10 unités : FXAQ 63P**

Pour la **zone 3 : 1er étage**

Unité extérieure : **RXYQ12P9**

Unités intérieures : 1 **unité : FXAQ 40P, 2 unités : FXAQ 50P, 8 unités : FXAQ 63P**

Pour la **zone 4 : 1er étage**

Unité extérieure : **RXYQ12P9**

Unités intérieures : **1 unité : FXAQ 25P, 1 unité : FXAQ 32P, 2 unités : FXAQ 50P, 9 unités : FXAQ 63P**

Toutes les caractéristiques des unités extérieures et intérieures sont présentées dans l'annexe 4

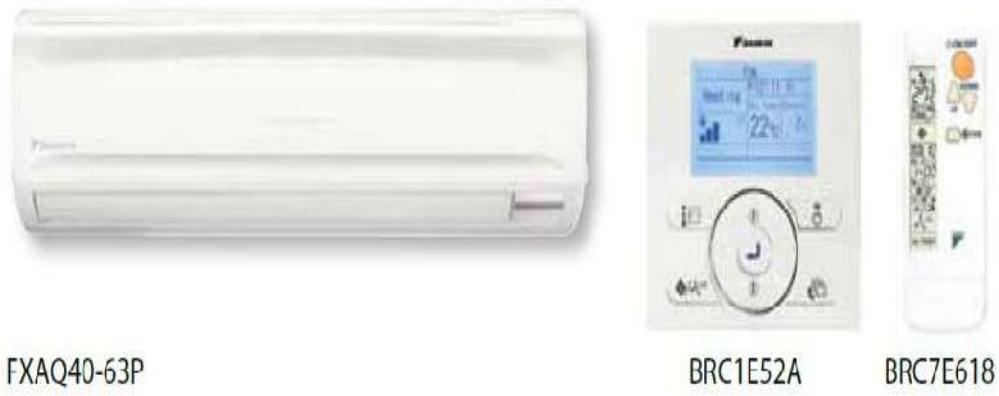


Figure IV.5 : unité intérieure murale FXAQ avec commande



Figure IV.6 : groupes extérieurs VRV réversibles RXYQ

-Les caractéristiques techniques de toutes les unités extérieures et intérieures sélectionnées sont tirées du catalogue Daikin VRV et données dans l'annexe 4.

Chapitre V : Ventilation et régulation du système

V.1. Introduction :

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

-Le confort : l'air saturé ambiant provoque une impression de moiteur pour les occupants, et les odeurs doivent être éliminées.

-L'hygiène : l'humidité de l'air peut provoquer une prolifération de germes microbiens en suspension dans l'air.

-L'esthétique : l'humidité de l'air se dépose sur les parois froides et provoque, des dégradations importantes : taches, moisissures, salissures, mais également le décollement des parements, le gonflement des enduits, le pourrissement des bois.

V.2. Ventilation des sanitaires :

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

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

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

V.2.1. Les appareils utilisés pour la ventilation des sanitaires :

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



Figure V.1 : tourelle

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

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

Ces tourelles ce composent :

-D'une carrosserie en tôle d'acier avec capot pare pluie anti corrosif ou encore en matière plastique

-D'un ventilateur centrifuge ou hélicoïde avec son moteur

-D'un clapet de fermeture automatique dont l'ouverture est assurée par l'écoulement de l'air ou commandée par servomoteur.

La figure suivante représente la ventilation simple flux :

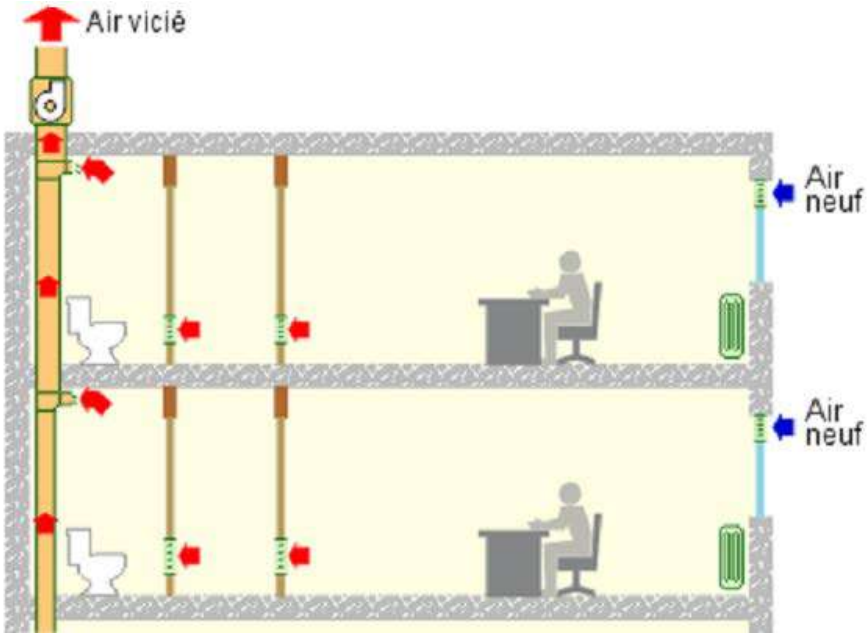


Figure V.2 : la ventilation simple flux

V.3. Application au projet :

Calcul du débit d'air d'évacuation des toilettes :

$$K = V_s/V \qquad (h^{-1})$$

$10 \leq K \leq 15$, nous avons choisi : $K = 15\ h^{-1}$

Donc : $V_S = K \ .V$

Pour les résultats de notre projet voir le tableau suivant :

Tableau V.1 : Tableau du débit de ventilation des toilettes :

Toilettes	K (h^{-1})	V (m^3)	V_s (m^3/h)
Toilettes hommes	**15**	**105,9**	**1588.5**
Toilettes femmes	**15**	**144,6**	**2169**
Hall toilette	**15**	**32,10**	**481.5**
Toilettes hommes	**15**	**11,49**	**172.35**
Vestiaires + toilettes hommes	**15**	**373.43**	**5601.45**
Vestiaires + toilettes femmes	**15**	**406.07**	**6091.05**
Toilettes hommes	**15**	**8.57**	**128.55**
Toilettes femmes	**15**	**95.76**	**1436.4**
Toilettes hommes	**15**	**71.82**	**1077.3**

Calcul du débit d'air d'évacuation de la cuisine :

Cuisines	K (h^{-1})	V (m^3)	V_s (m^3/h)
Cuisine	**15**	**110.25**	**1653.75**

V.4. Le système de la régulation :

V.4.1. Introduction :

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

V.4.2. La régulation du système VRV :

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

-Exemple de fonctionnement unité de 10 ch, au démarrage seul le compresseur à débit variable fonctionne, mais quand la demande dépasse la puissance de ce compresseur, un autre compresseur est mis en route, mais celui-là à débit fixe puis la demande diminuant le compresseur à débit variable commence à moduler pour s'adapter à la puissance à fournir. si la charge diminue suffisamment le compresseur fixe est stoppé puis celui à débit variable adaptera sa puissance.

V.4.2.1. 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.

Cette solution est préconisée dans les locaux ayant les mêmes charges internes et expositions.

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.

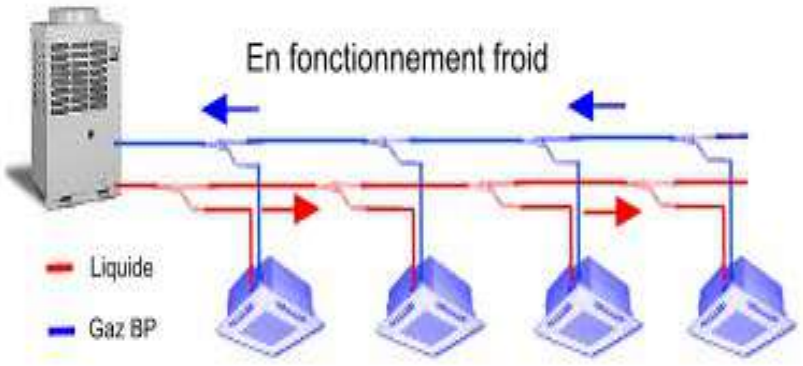


Figure V.3 : VRV 2 tubes, fonctionnement froid

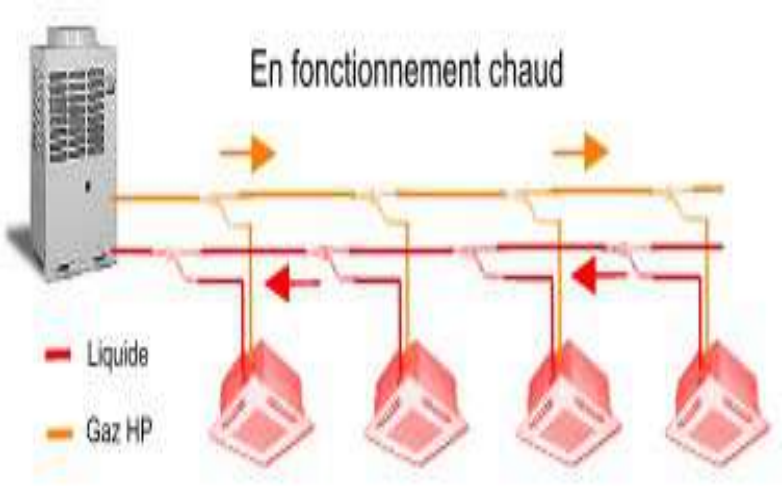


Figure V.4 : VRV 2 tubes, fonctionnements chauds

V.4.2.2. 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 intérieur.

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 verts 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 de bâtiment : en effet, il est alors possible de chauffer gratuitement une partie de locaux.

Donc les unités intérieures sont totalement indépendantes dans le choix de leur mode de fonctionnement. la sélection du mode de fonctionnement s'effectue par le biais d'un boitier, les 3 tubes venant de l'unité extérieure (liquide , HP, gaz BP) ainsi que les tubes de l'unité intérieure y sont raccordés , ce boitier est composé d'électrovannes permettent l'inversion chaud/froid .ce type de VRV permet un transfert d'énergie entre les différents appareils.

V.4.3. Boîtiers de sélection (BS):

Uniquement pour certains modèles à récupération d'énergie. Muni d'un jeu d'électrovannes commandées par une platine électronique interne et qui orientent le fluide selon la demande soit vers le groupe de condensation, soit vers les appareils ayant des besoins thermiques différents.

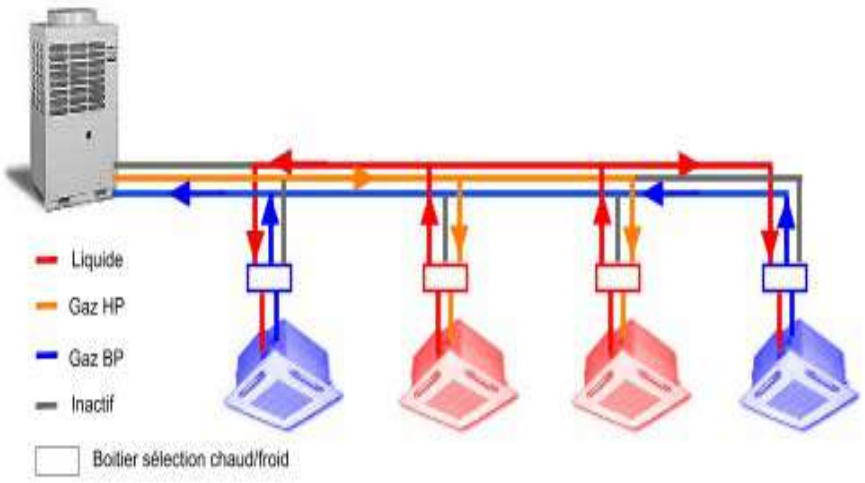


Figure V.5 : VRV 3 tubes à récupération d'énergie



Figure V.6 : boitier de sélection

V.5. Gestion du système de régulation :

V.5.1. Froid seul" : les unités intérieures assurent le refroidissement uniquement :

La régulation de la température ambiante est assurée :

-Par la régulation de vitesse du ventilateur de l'évaporateur,

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

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

En pratique, une sonde est placée sur la pression d'aspiration du compresseur. Cette pression est maintenue constante par action sur la vitesse du compresseur. Automatiquement, la température d'évaporation est maintenue constante. Ainsi, si la charge thermique du bâtiment augmente, la surchauffe augmente, le détendeur s'ouvre davantage, le débit de fluide réfrigérant augmente et la vitesse du compresseur augmente pour maintenir la pression.

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

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

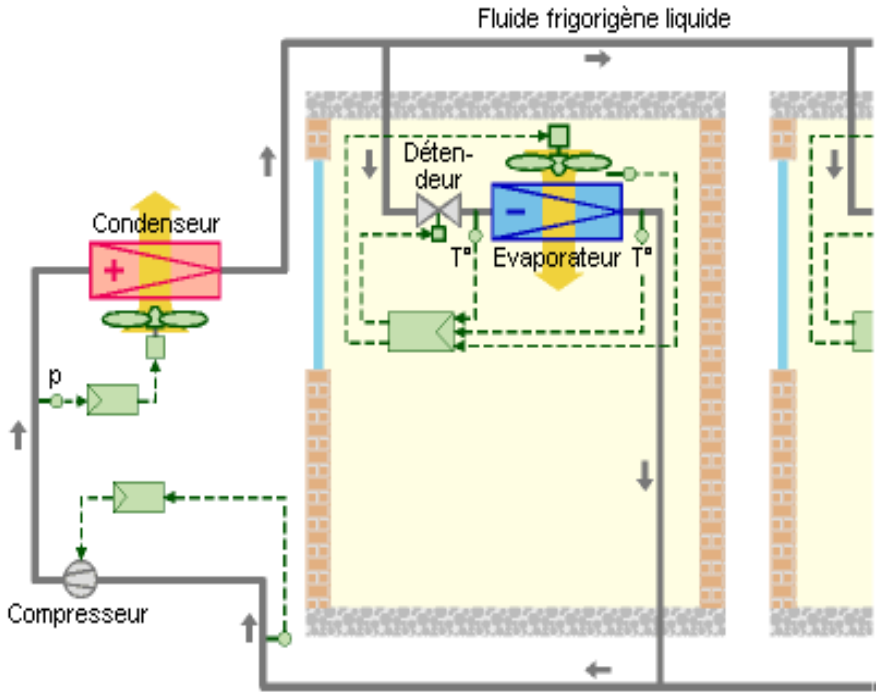


Figure V.7 : régulation froid seul

V.5.2. "Froid ou chaud" : les unités intérieures sont réversibles :

Dans ce cas, c'est tout le réseau qui travaille soit en froid, soit en chaud. Cette réversibilité est réalisée via une vanne d'inversion de cycle, dans l'unité extérieure. En passant d'un mode à l'autre, on inverse le sens de circulation du fluide dans les conduites. L'échangeur dans le local passe d'évaporateur à condenseur, et vice versa.

Bien sûr, une fois le mode général décidé, chaque local garde sa propre régulation interne : un détendeur électronique compare la température de l'air de reprise par rapport à la température de consigne et adapte le débit de fluide frigorigène en conséquence.

En mode froid, la température d'entrée de l'évaporateur est égale à la température d'évaporation du fluide; la température de sortie est cette même température augmentée de la surchauffe. Celle-ci est classiquement réglée sur 6...7°. La vanne du détendeur sera donc réglée pour maintenir ces 7 degrés : si la charge thermique augmente, la surchauffe augmente, le détendeur s'ouvre davantage et le débit de fluide augmentera dans l'évaporateur en fonction de la charge.

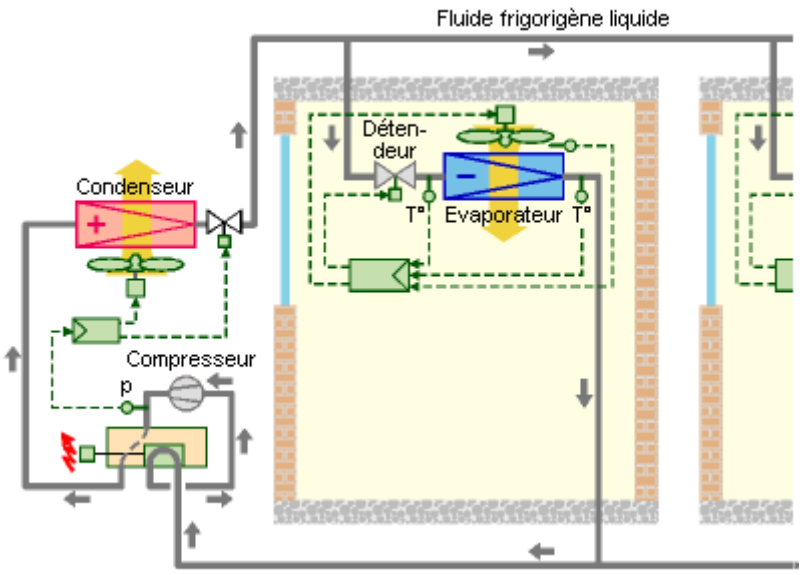


Figure V.8 : régulation réversible, mode froid

En mode chaud, le fluide circule en sens inverse. Cette fois, la différence de température mesurée par le régulateur du détendeur électronique va correspondre au sous-refroidissement du condenseur.

Un régulateur électronique gère globalement l'ensemble de la demande et adapte la réponse via un bus de communication qui relie les différents équipements.

En mode chauffage, quand les unités intérieures sont à l'arrêt, un système de contrôle assure qu'il n'y ait pas de condensation de réfrigérant dans les U.I., si cela est le cas, le détenteur s'ouvrira légèrement pour permettre la circulation du fluide.

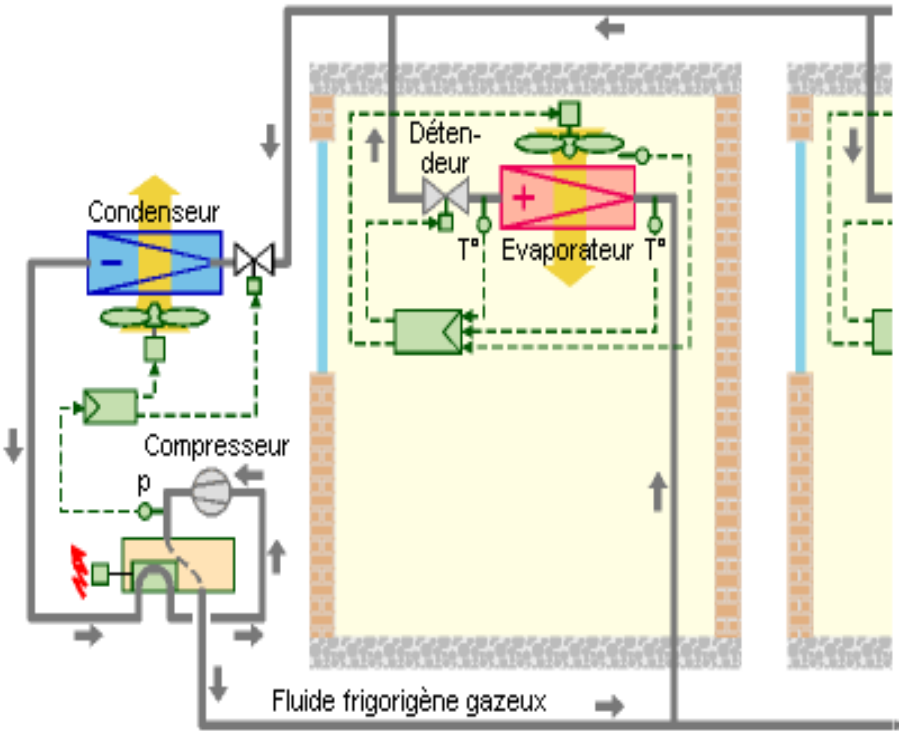


Figure V.9 : régulation réversible, mode chaud

V.5.3. "Froid et chaud" : les unités intérieures travaillent à la demande, avec récupération d'énergie :

Ici, le système permet une production simultanée de froid dans un local et de chaud dans le local voisin. Avec transfert de la chaleur d'un local vers l'autre.

L'idée de base est que 3 conduites sont extraites de l'unité extérieure

-Une conduite liquide,

-Une conduite vapeur basse pression,

-Une conduite vapeur haute pression, càd des "gaz chauds".

Ces 3 conduites alimentent des boitiers de sélection ou modules de répartition (rectangles en pointillé sur la figure V.10). Ceux-ci sont informés du mode de fonctionnement (chaud ou froid) souhaité, et vont desservir, via un réseau deux tubes, l'unité intérieure soit en gaz chauds HP soit en vapeur BP.

Des autres composants complètent l'installation afin d'empêcher certains sens de passage.

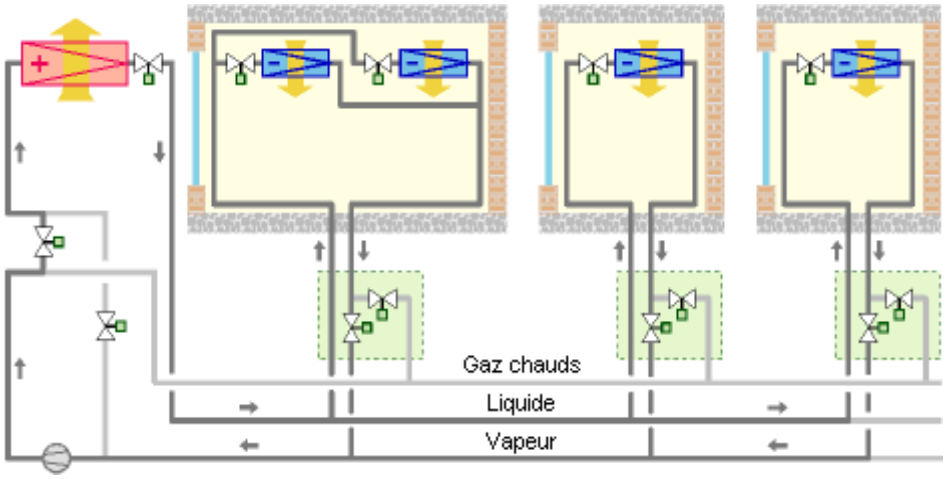


Figure V.10 : VRV 3 tubes fonctionnement en "froid seul"

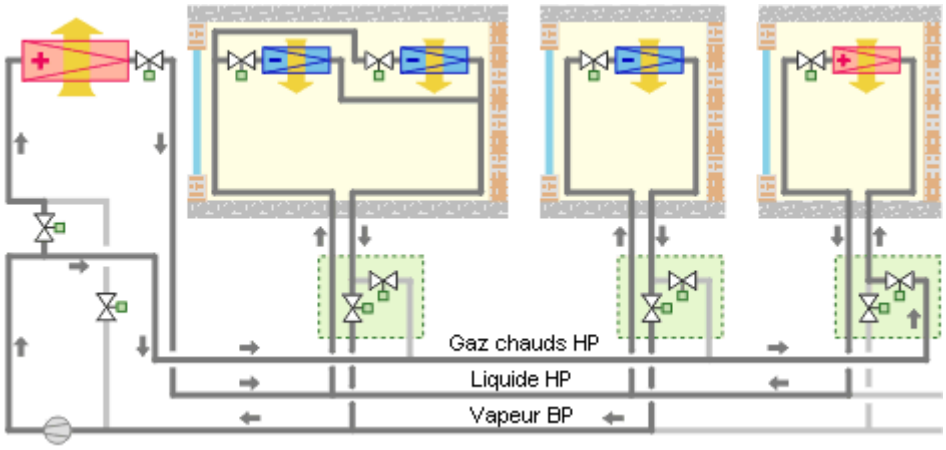


Figure V.11: VRV 3 tubes fonctionnement en "froid majoritaire"

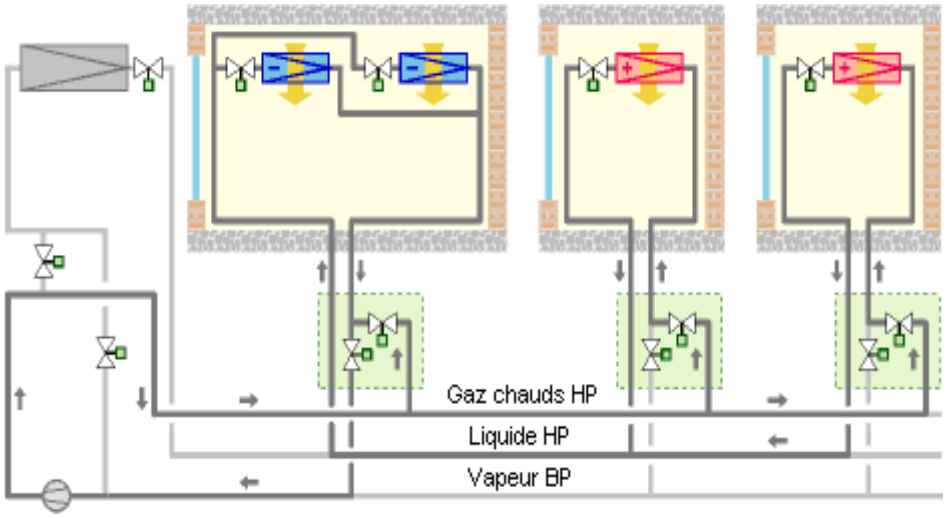


Figure V.12: VRV 3 tubes fonctionnement en "équilibré"

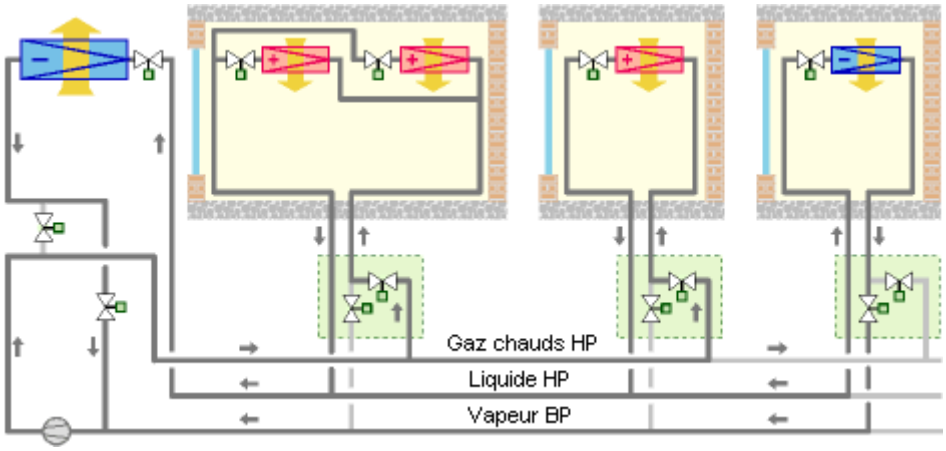


Figure V.13: VRV 3 tubes fonctionnement en "chaud majoritaire"

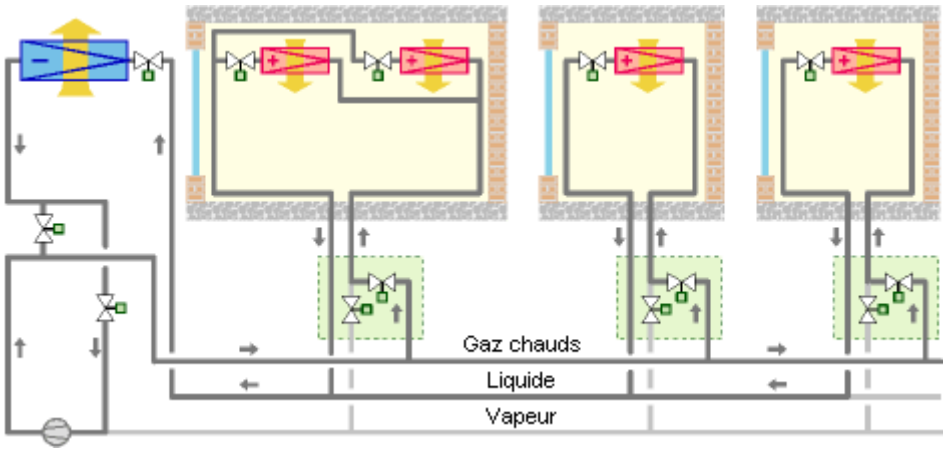


Figure V.14: VRV 3 tubes fonctionnement en "chaud seul"

Cette régulation est certainement complexe et pose la question de la maintenance, mais elle dispose d'un avantage : le fait que tous les composants sont compatibles entre eux. Cela facilite la prise de responsabilité lors de problèmes quelconques.

Notons également que la plupart des fabricants offrent une maintenance par télésurveillance qui leur permet de détecter à distance les anomalies d'une installation.

V.6. Nouvelles approches de la régulation :

Certains constructeurs ont amélioré l'ajustement en permanence de la température et du volume de réfrigérant en fonction de la puissance totale nécessaire et des conditions météorologiques. Par exemple, à la mi- saison lorsque les besoins de rafraîchissement sont réduits et que la température ambiante est proche du point de consigne, le système règle la

température de réfrigérant sur une valeur supérieure de façon à améliorer l'efficacité énergétique. Les technologies de compresseurs et les régulations diffèrent entre chaque fabricant, nous pouvons remarquer depuis quelques années quelques améliorations significatives sur le confort et la performance énergétique de ces systèmes.

Chez certains fabricants, il y a une version de groupe extérieur prévue pour des climats rudes qui stocke de la chaleur dans un matériau à changement de phase, durant la relance hivernale, c'est cette chaleur qui sera utilisée pour le dégivrage évitant ainsi le refroidissement du bâtiment.

L'utilisation de la logique floue ("Fuzzy Logic") ou de la température glissante pour la régulation du système ouvre également de nouvelles perspectives. Notamment durant les premières semaines d'installation, le système apprend à reconnaître son environnement thermique (auto-adaptation des paramètres). Cela lui permettra de réagir plus rapidement à l'avenir et ainsi offrir un confort plus important pour les utilisateurs. Cependant la compacité des équipements et l'existence même de cette logique floue rendent l'interprétation d'une panne difficile par une personne extérieure. Généralement, la maintenance sera faite par le fabricant, qui dispose de logiciels spécifiques de dépannage (analyse de l'origine d'une panne) et qui remplacera les cartes défectueuses si nécessaires. La maintenance par du personnel interne à l'exploitant sera soit limitée à l'entretien des filtres, soit basée sur l'utilisation des logiciels des fabricants, moyennant une formation appropriée.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Notre objectif était de faire une étude de chauffage et de climatisation d'un hypermarché à Blida. Pour mener cette tâche nous avons en premier lieu cherché à avoir les plans architecturaux de l'hypermarché en question. Ces plans nous ont permet de connaître les données géométriques et les éléments de construction en matière de murs, vitrages, dalles, toitures et matériaux utilisés.

Aussi, dans cette partie, nous avons montré que le phénomène de la condensation ne peut pas se produire.

Après, nous avons fait un bilan thermique en matière de déperditions thermiques dans tous les locaux et dans les deux niveaux de l'hypermarché. Ce bilan nous a permet d'évaluer la puissance calorifique nécessaire pour le chauffage en période hivernal.

Ensuite, nous avons présenté, sur la base du DTR, les apports calorifiques dans tout l'hypermarché et en déduire par conséquent l'apport total critique afin d'assurer une bonne climatisation en période estival. Ces calculs nous ont permet de proposer le système de climatisation le plus adéquat en terme de fonctionnement et efficacité énergétique.

Pour assurer le confort des clients et du personnel de l'hypermarché nous avons choisi la température et l'humidité relative optimales. Ainsi un système de ventilation est prévu pour éliminer toutes les odeurs indésirables dans les pièces de service (toilettes et cuisine).

Par ailleurs, nous avons les recommandations suivantes :

-Prévoir des dispositifs anti-vibrations pour réduire le bruit dû aux différents composants de l'installation de climatisation.

-Faire le bon choix de ces composants en s'appuyant sur la recherche des solutions les plus économiques aux problèmes à envisager après l'installation de ces composants.

-Elaborer des logiciels de calculs fiables et validés par les organismes concernés, pour calculer les déperditions et les apports thermiques, afin de minimiser la durée d'étude des projets avant leur réalisation.

Références Bibliographiques

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] G. PORCHER 'Cours de climatisation , bases des calculs des installations de climatisations.

[4] Catalogue Daikin systèmes VRV.

[5] Cours module "Installations de climatisation et de conditionnement d'air", 3ème année Génie Climatique, 2015/2016.

Sites internet :

[6] www.wikepedea.com (hypermarché / Wikipédia)

[7] www.energieplus-lesite.be (la climatisation à débit de réfrigérant variable)

ANNEXES

ANNEXE N°1 :

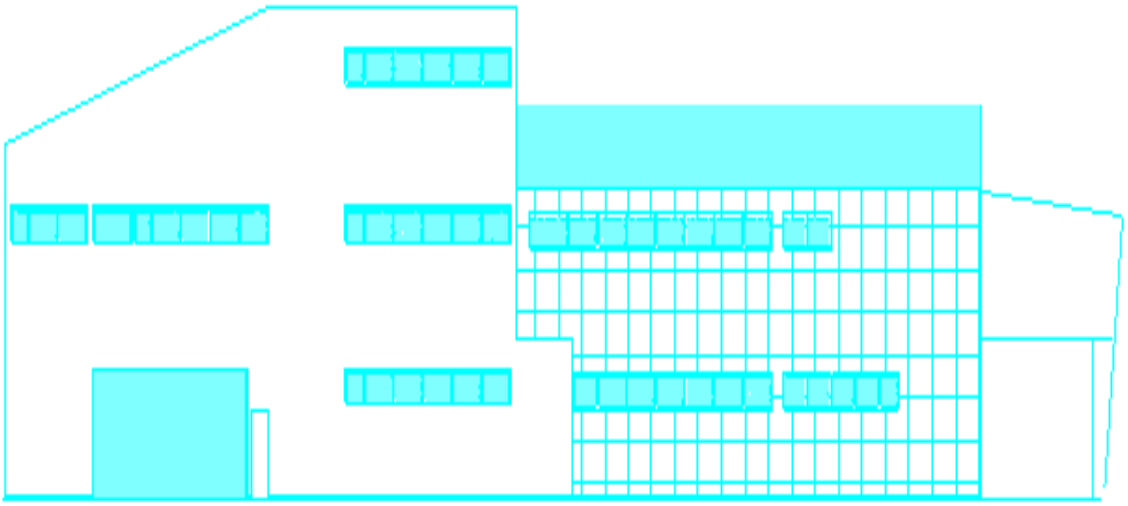


Figure A1-1 : vue de face de l'hypermarché

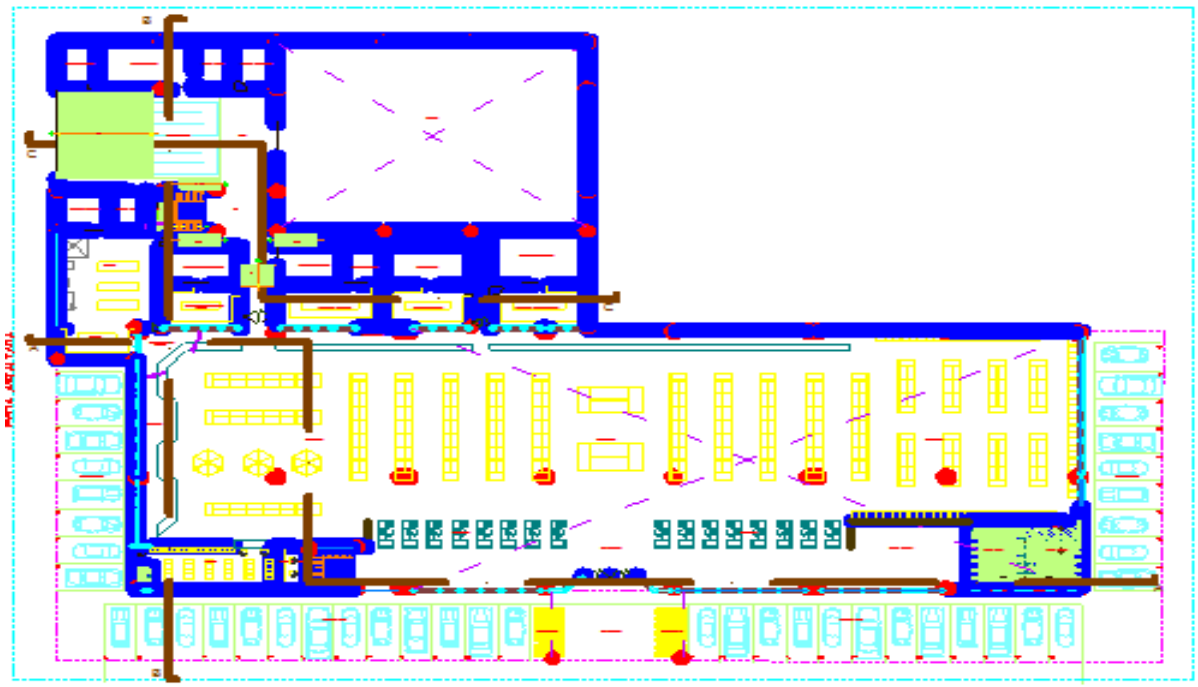


Figure A1-2 : Plan RDC



Figure A1-3 : Plan 1er étage

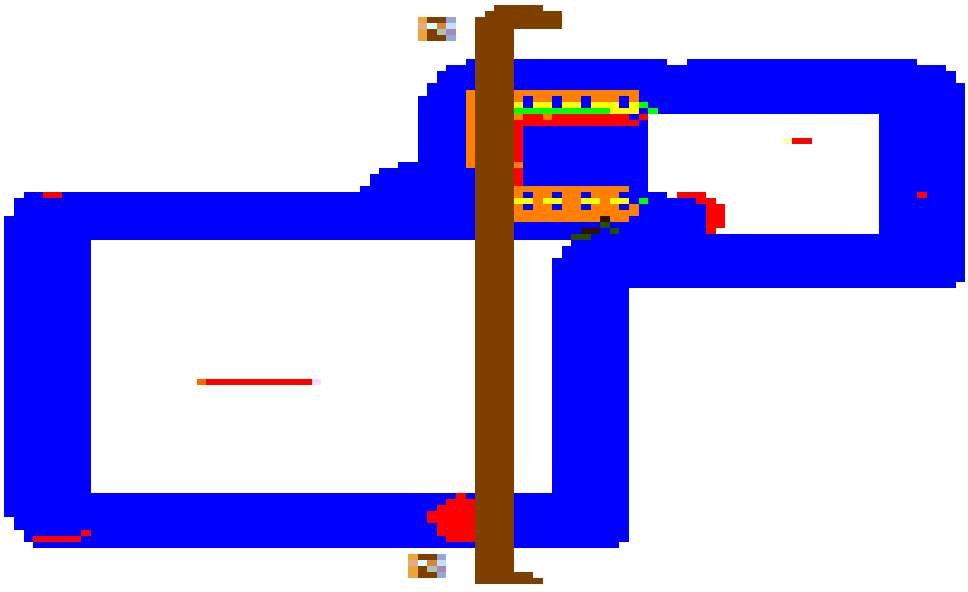


Figure A1-4 : Plan 2^{éme} étage

ANNEXE N°2 :

Poteau 0.30m (figure II.3) :

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche dans le cas d'un poteau 0.30 m :

Tableau A2.1 : Pression partielle pour chaque couche en cas d'un poteau 0.30m

Couche	Composants du mur	e (m)	л (Kg/m.s)	e/л (m^2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	Enduit intérieur en plâtre	0.005	0.011	0.45	1244.75
2	Enduit intérieur en ciment	0.015	0.0042	3.57	1243.78
3	Béton armé	0.265	857×10^{-6}	309.23	1236.12
4	Enduit extérieur en ciment	0.015	0.0042	3.57	572.07

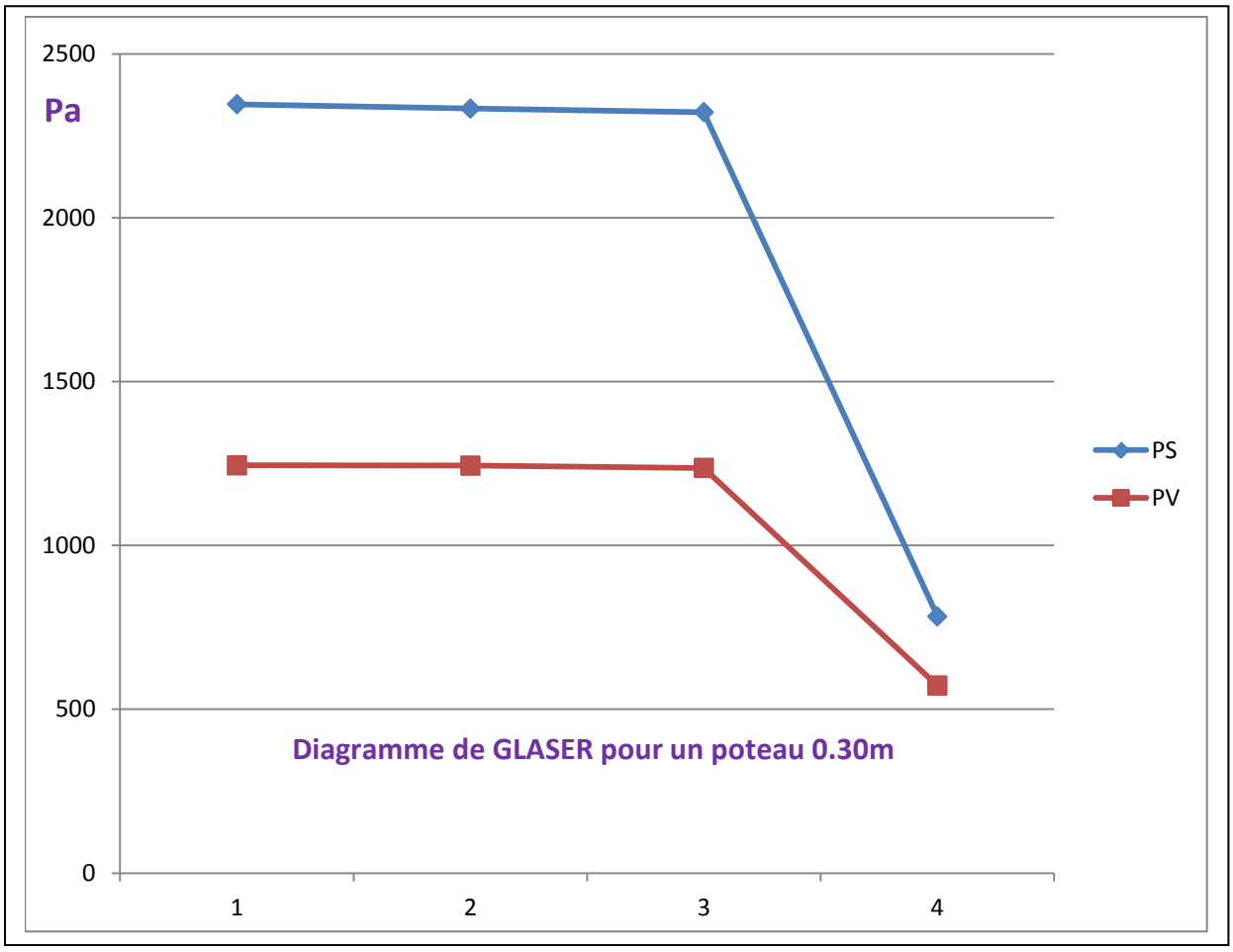


Figure A2.1: Diagramme de Glaser pour un poteau 0.30m

Poteau 0.50m (figure II.3) :

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche dans le cas d'un poteau 0.50 m :

Tableau A2.2 : Pression partielle pour chaque couche en cas d'un poteau 0.50m

Couche	Composants du mur	e (m)	л (Kg/m.s)	e/л (m^2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	**Enduit intérieur en plâtre**	**0.005**	**0.011**	**0.45**	**1244.75**
2	**Enduit intérieur en ciment**	**0.015**	**0.0042**	**3.57**	**1244.19**
3	**Béton armé**	**0.465**	**0.000857**	**542.59**	**1239.78**
4	**Enduit extérieur en ciment**	**0.015**	**0.0042**	**3.57**	**568.81**

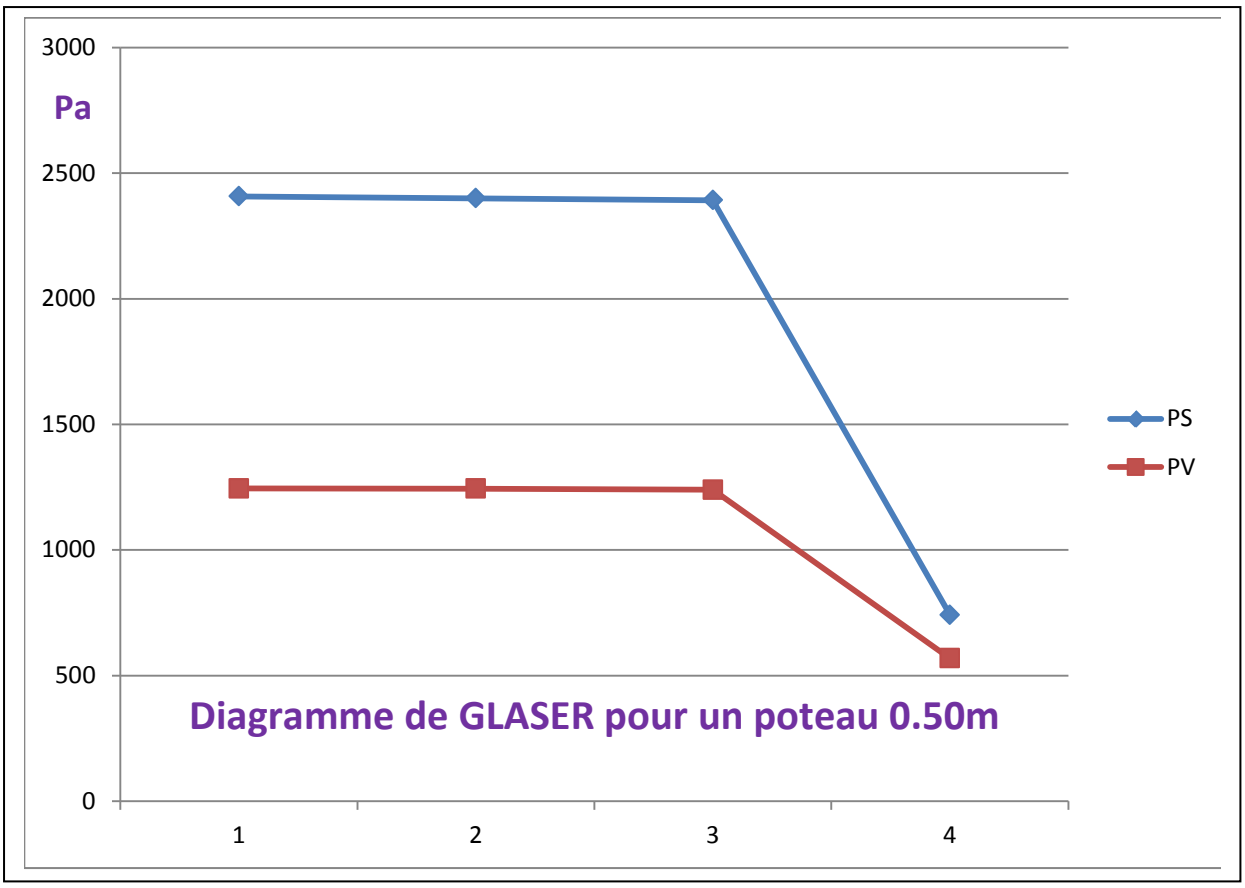


Figure A2.2 : Diagramme de Glaser pour un poteau 0.50m

Dalle sans faux plafond (toiture 1er étage) (figure II.2) :

Le tableau ci-dessous représente la pression partielle pour chaque couche en cas d'une dalle sans faux plafond :

Tableau A2.3 : Pression partielle pour chaque couche en cas d'une dalle sans faux plafond (toiture 1er étage)

Couche	Composants du mur	e (m)	л (Kg/m.s)	e/л (m^2.s/Kg)	Pv (Pa)
1	Mortier	0.02	0.0042	4.76	1244.75
2	Lit de sable	0.03	0.0001	300	1234.97
3	Béton plein	0.05	0.003	16.67	618.33
4	Hourdis	0.12	0.02	6	584.07
5	Enduit en mortier	0.015	0.0042	3.57	571.74

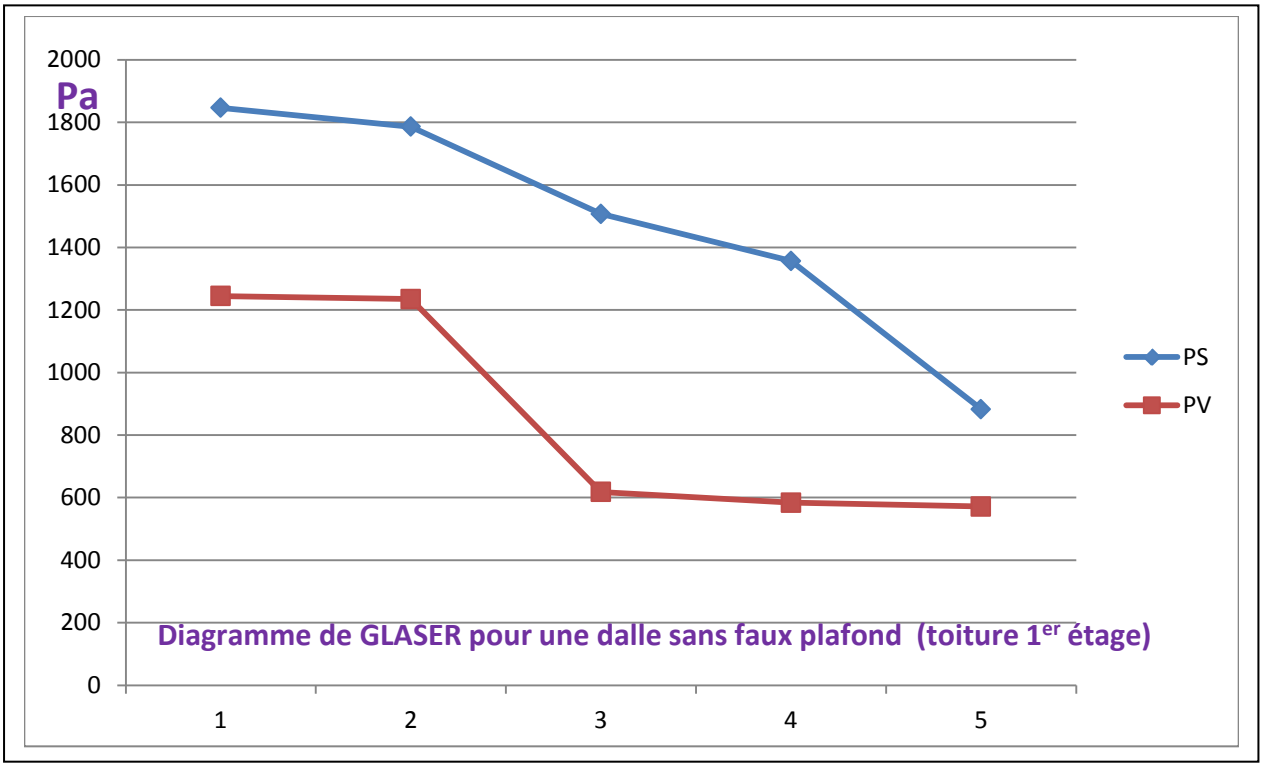


Figure A2.3 : Diagramme de Glaser pour une dalle sans faux plafond

Mur à simple cloison + TN 40 (figure II.5) :

Pour le mur à simple cloison + TN40 on a le même diagramme de Glaser que celui du mur à simple cloison car on ne pourra pas avoir une condensation dans la masse dans la TN40.

ANNEXE N°3 :

A.3.Les tableaux des déperditions :

Rez de chaussée RDC :

Tableau A3-1 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du laboratoire fruits et légumes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	16.8		2.13	19	679,896
Mur 02	VD	28,7		2.79	0	0
Mur 03	MSC	12,6		1.92	0	0
Mur 04	P.S	25.7		0.26	6	39,936
Dalle	Toit	26,6		1.69	0	0
Sol	Plancher	26,6	17,48	2.78	11	813,42
Porte 02	P.E	2.2		2	0	0
Porte 02	P.S	3		0.26	6	4,68
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						1537,93
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						307,58
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						0
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1845,51

Tableau A3-2 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du laboratoire de viandes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	12,6		1.92	0	0
Mur 02	VD	17,3		2.79	0	0
Mur 03	MSC+P	4.2		0.21	0	0
Mur 04	MSC	4.2		1.92	0	0
Mur 05	P.S	21,52		0.26	21	117,49
Dalle	Toit	15,69		1.69	0	0
Sol	Plancher	15,69	15,86	2.78	11	479,80
Porte 01	P.E	2.2		2	0	0
Porte 02	P.S	3		0.26	21	16,38
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						613,67
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						122,73
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						0
La somme totale des déperditions Dtot (W)						736,4

Tableau A3-3 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du laboratoire de poissons.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	16.8		1.92	0	0
Mur 02	MSC	8.4		1.92	0	0
Mur 03	VD	23,94		2.79	0	0
Mur 04	MSC	12.6		1.92	0	0
Mur 05	P.S	20		0.14	39	109,2
Mur 06	P.S	6.4		0.26	21	34,9
Dalle	Toit	29,26		1.69	0	0
Sol	Plancher	29,26	23	2.78	11	894,77
Porte 01	P.E	2.2		2.4	0	0
Porte 02	P.S	3		0.26	21	16,3
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						1055,17
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						211,03
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						0
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1266,2

Tableau A3-4 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du laboratoire produits laitiers.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	12.6		1.92	0	0
Mur 02	VD	23.9		2.79	0	0
Mur 03	MSC	16.8		1.92	0	0
Mur 04	P.S	19.8		0.26	16	82.3
Dalle	Toit	21,16		1.69	0	0
Sol	Plancher	21,16	19,1	2.78	11	647,07
Porte 01	P.S	3		0.26	16	12.4
Porte 02	P.E	2.2		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						647,07
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						129,41
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						0
La somme totale des déperditions Dtot (W)						776,48

Tableau A3-5 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du vend pain et vend pâtisseries.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	25,78		2,13	19	1043,31
Mur 02	MSC	12,6		2,13	19	509,92
Mur 03	MSC	27,2		2,13	19	1100,78
Mur 04	VD	8,5		2,79	19	450,58
Mur 05	MSC	10,5		1,92	15	-302,4
Mur 06	MSC	17,64		1,92	19	643,50
Mur 07	P.S	16		0,25	16	64
Mur 08	MSC	16,8		1,92	0	0
Mur 09	MSC+P	2,1		0,21	0	0
Mur 10	VD	9,24		2,79	0	0
Poteau	B.A	5,04		0,45	19	43,09
Dalle	Toit	78,12		1.69	0	0
Sol	Plancher	78,12	37,19	2.78	11	2388,90
Porte 01	P.E	2,64		2	15	-79,2
Porte 02	P.E	4,83		2	0	0
Porte 03	P.E	2,64		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						5862,48
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						1172,49
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						193,72
La somme totale des déperditions Dtot (W)						7228,69

Tableau A3-6 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du couloir 1, couloir 2, couloir 3 et Hall + escalier.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	10,5		1,92	0	0
Mur 02	P.S	19,2		0,25	6	28,8
Mur 03	MSC	65,52		2,13	19	2651,59
Mur 04	MSC	14,7		2,13	19	566,58
Mur 05	MSC	18,06		2,13	19	44,60
Mur 06	MSC	14,7		2,13	19	594,90
Mur 07	P.S	37,6		0,25	16	150,4
Mur 08	MSC	8,4		1,92	0	0
Mur 09	MSC	8,4		1,92	0	0
Mur 10	P.S	31,46		0,14	39	171,77
Mur 11	P.S	52,8		0,25	21	277,2
Mur 12	MSC	10,5		1,92	0	0
Poteau	B.A	10,08		0.45	19	86,18
Dalle	Toit	85,53		1.69	0	0
Sol	Plancher	85,53	83,94	2.78	11	2615,50
Porte 01	P.S	4,08		0,14	39	22,27
Porte 02	P.E	9,5		3,5	19	631,75
Porte 03	P.E	2,76		2	0	0
Porte 04	P.E	5,68		2	0	0
Porte 05	P.E	2,88		2	0	0
Porte 06	P.E	2,4		2	0	0
Porte 07	P.E	2,4		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						7841,54
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						1568,30
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						541,28
La somme totale des déperditions Dtot (W)						9951,12

Tableau A3-7 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes hommes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	**MSC**	**25,97**		**2.13**	**19**	**1051,00**
Mur 02	**MSC**	**22,34**		**2.13**	**19**	**904,09**
Mur 03	**VD**	**1,75**		**2.79**	**19**	**70,82**
Mur 04	**MSC**	**27,44**		**1.92**	**0**	**0**
Mur 05	**MSC**	**16,27**		**1.92**	**0**	**0**
Dalle	**Toit**	**19,96**		**1.69**	**0**	**0**
Sol	**Plancher**	**19,96**	**25,94**	**2.78**	**11**	**610,37**
Porte 01	**P.E**	**2,4**		**2**	**0**	**0**
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						**2636,28**
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						**527,25**
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						**449,89**
La somme totale des déperditions Dtot (W)						**3613,42**

Tableau A3-8 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes femmes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	30,24		1.92	0	0
Mur 02	MSC	21,05		2.13	19	851,89
Mur 03	VD	1,75		2.79	19	92,76
Mur 04	MSC	37,12		1.92	0	0
Mur 05	MSC	22,8		1.92	0	0
Dalle	Toit	25,21		1.69	0	0
Sol	Plancher	25,21	26,68	2.78	11	770,92
Porte 01	P.E	2,4		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						1715,57
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						343,11
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						611,50
La somme totale des déperditions Dtot (W)						2670,18

Tableau A3-9 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du hall toilettes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	7,95		2.13	19	321,73
Mur 02	MSC	19,94		1.92	0	0
Mur 03	MSC	2,8		1.92	0	0
Mur 04	MSC	6		1.92	0	0
Mur 05	MSC	19,94		1.92	0	0
Dalle	Toit	5,94		1.69	0	0
Sol	Plancher	5,94	11,1	2.78	11	181,64
Porte 01	P.E	2.4		2	0	0
Porte 01	P.E	2.4		2	0	0
Porte 01	P.E	2.4		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						503,37
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						100,67
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						124,41
La somme totale des déperditions Dtot (W)						728,45

Tableau A3-10 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes hommes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Mur 01	MSC	2,94		2.13	19	118,98
Poteau	B.A	4,2		0.24	19	19,15
Mur 03	VD	0,25		2.79	19	13,25
Mur 04	MSC	7,14		2.13	19	288,95
Mur 05	MSC	1,76		1.92	0	0
Mur 06	MSC	5,12		1.92	0	0
Dalle	Toit	2,78		1.69	0	0
Sol	Plancher	2,78	4,85	2.78	11	85,01
Porte 01	P.E	1,68		2	0	0
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						525,34
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						105,06
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						81,13
La somme totale des déperditions Dtot (W)						711,53

1er étage :

Tableau A3-11 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des vestiaires + toilettes hommes

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	21.01	-	2.79	19	1113.74
Porte	B.O	1.6	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	24.65	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	6.17	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	15.62	-	1.92	03	89.97
Mur 4	M.S.C	30.83	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	55.99	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	00	00
Sol	Plancher	88.91	40	1.69	19	2854.90
Dalle	Toiture	88.91	-	0.41	19	692.61
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1	-	2.79	19	53.01
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						5122.27
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						1024.45
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						1990.05
La somme totale des déperditions Dtot (W)						8136.77

Tableau A3-12 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes hommes

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	1.3	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	7.35	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	3.57	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	10.08	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	3.57	-	1.92	00	00
Sol	Plancher	2.04	6.5	1.69	00	00
Dalle	Toiture	2.04	-	0.41	19	15.89
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						15.89
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						3.18
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						33.22
La somme totale des déperditions Dtot (W)						52.29

Tableau A3-13 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la cuisine

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	2.3	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	13.44	-	2.13	19	543.92
Mur 2	M.S.C	30.24	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	10.92	-	1.92	03	62.90
Mur 4	M.S.C	2.52	-	1.92	03	14.51
Mur 5	M.S.C	4.41	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	21	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	03	0.83
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	03	0.83
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.45	19	5.39
Poteau	B.A	0.63	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.45	19	5.39
Sol	Plancher	26.25	22	1.69	00	00
Dalle	Toiture	26.25	-	0.41	19	204.49
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						838.26
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						167.65
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						427.33
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1433.24

Tableau A3-14 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la cantine du personnel.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	3.5	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	50.4	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	8.61	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	14.49	-	1.92	00	00
Porte	B.O	3	-	2	00	00
Vitrage	Double	9.24	-	2.79	00	00
Mur 4	M.S.C	30.03	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	31.5	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	2.52	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	8.82	-	1.92	00	00
Mur 8	M.S.C	3.57	-	1.92	00	00
Mur 9	M.S.C	16.38	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	00	00
Sol	Plancher	112.97	45.9	1.69	00	00
Dalle	Toiture	112.97	-	0.41	19	880.04
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						880.04
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						176.01
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1056.05

Tableau A3-15 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes hommes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	1.64	-	2.79	19	86.94
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	12.39	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	18.27	-	2.13	19	739.39
Mur 3	M.S.C	9.12	-	2.13	19	369.09
Mur 4	M.S.C	4.56	-	2.13	19	184.54
Mur 5	M.S.C	18.9	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.26	19	3.11
Poteau	B.A	0.63	-	0.26	19	3.11
Sol	Plancher	17.1	16.6	1.69	19	549.08
Dalle	Toiture	17.1	-	0.41	19	133.21
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						2068.47
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						413.69
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						278.37
La somme totale des déperditions Dtot (W)						2760.53

Tableau A3-16 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du hall toilettes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	12.6	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	1.89	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	12.6	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	5.46	-	2.13	19	220.97
Mur 5	M.S.C	1.87	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	1.87	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	1.87	-	1.92	00	00
Sol	Plancher	5.00	10.3	1.69	00	00
Dalle	Toiture	5.00	-	0.41	19	38.95
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						259.92
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						51.98
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						311.9

Tableau A3-17 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des toilettes femmes.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	1.71	-	2.79	19	90.65
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	15.96	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	25.2	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	9.5	-	2.13	19	384.46
Mur 4	M.S.C	4.75	-	2.13	19	192.23
Mur 5	M.S.C	1.87	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	2.1	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	19.53	-	1.92	00	00
Sol	Plancher	22.8	19.6	1.69	00	00
Dalle	Toiture	22.8	-	0.41	19	177.61
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						844.95
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						168.99
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						371.16
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1385.1

Tableau A3-18 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du bureau d'administration.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	13.02	-	2.79	19	690.19
Porte	B.O	1.8	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	10	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	10	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	1.98	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	9.24	-	1.92	00	00
Sol	Plancher	15.5	16.2	1.69	00	00
Dalle	Toiture	15.5	-	0.41	19	120.74
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						810.93
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						162.19
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						973.12

Tableau A3-19 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la trésorerie.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	6.72	-	2.79	19	356.23
Vitrage	Double	10.92	-	2.79	19	578.87
Porte	B.O	1.8	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	1.98	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	16.8	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	21	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	20.16	-	2.13	19	815.87
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Sol	Plancher	24.5	19.8	1.69	00	00
Dalle	Toiture	24.5	-	0.41	19	190.85
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						1973.73
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						394.75
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						2368.48

Tableau A3-20 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du bureau de l'intendant.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	1.3	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	1.43	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	6.09	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	5.46	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	8.82	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	5.46	-	1.92	00	00
Sol	Plancher	2.73	6.8	1.69	00	00
Dalle	Toiture	2.73	-	0.41	19	21.27
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						21.27
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						4.25
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						25.52

Tableau A3-21 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la salle de dégustation.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	6.6	-	2.79	00	00
Vitrage	Double	6.09	-	2.79	19	322.83
Porte	B.O	1.8	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	10.54	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	16.38	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	1.98	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	6	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	0.252	-	2.13	19	10.2
Mur 6	M.S.C + Poteau 0.50 m	4.20	-	0.24	19	19.15
Sol	Plancher	9.79	12.82	1.69	00	00
Dalle	Toiture	9.79	-	0.41	19	76.26
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						428.44
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						85.69
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						514.13

Tableau A3-22 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la salle de tonnage.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	0.42	-	2.79	19	22.26
Vitrage	Double	11.13	-	2.79	19	590.00
Porte	B.O	1.7	-	2	00	00
Porte	B.O	1.8	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	10	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	9.24	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	4.62	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	1.98	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	12.6	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Sol	Plancher	15.25	16.1	1.69	00	00
Dalle	Toiture	15.25	-	0.41	19	118.80
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						741.83
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						148.37
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						890.2

Tableau A3-23 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du bureau de décoration.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	1.8	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	14.7	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	14.07	-	2.13	19	569.41
Mur 3	M.S.C	14.07	-	2.13	19	569.41
Mur 4	M.S.C	10.92	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	1.98	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	0.63	-	0.45	19	5.39
Poteau	B.A	0.63	-	0.45	19	5.39
Sol	Plancher	12.25	14	1.69	00	00
Dalle	Toiture	12.25	-	0.41	19	95.43
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						1245.03
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						249.01
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						00
La somme totale des déperditions Dtot (W)						1494.04

Tableau A3-24 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois des vestiaires + toilettes femmes

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	3.45	-	2.79	19	182.88
Vitrage	Double	14.45	-	2.79	19	765.99
Porte	B.O	1.5	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	15.29	-	2.13	19	618.79
Mur 2	M.S.C	9.37	-	2.13	19	379.20
Mur 3	M.S.C	1.65	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	62.66	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	29.69	-	2.13	19	1201.55
Mur 6	M.S.C	33.6	-	2.13	19	1359.79
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Sol	Plancher	65.03	39.64	1.69	00	00
Sol	Plancher	29.30	35.08	1.69	19	1126.42
Dalle	Toiture	96.68	-	0.41	19	753.14
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51
Fenêtre	VD	1	-	2.79	19	53.01
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						6733.15
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						1346.63
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						2000.29

La somme totale des déperditions Dtot (W)	10080.07

Tableau A3-25 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la cafeteria du personnel.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	27.2	-	2.79	19	1441.87
Porte	B.O	2.1	-	2	00	00
Porte	B.O	2.04	-	2	00	00
Porte	B.O	2.56	-	2	00	00
Porte	B.O	2.1	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	21.13	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	2.31	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	5.46	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	5.04	-	1.92	03	29.03
Mur 5	M.S.C	2.24	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	15.96	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	2.82	-	1.92	00	00
Mur 8	M.S.C	3.99	-	1.92	00	00
Mur 9	M.S.C	2.31	-	1.92	00	00
Mur 10	M.S.C	23.1	-	2.13	19	934.86
Mur 11	M.S.C	9.70	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.45	19	10.77
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Sol	Plancher	72.25	34	1.69	00	00
Dalle	Toiture	72.25	-	2.78	19	3816.24
Fenêtre	VD	1.5	-	2.79	19	79.51

Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1**	**-**	**2.79**	**19**	**53.01**
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						**6683.33**
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						**1336.67**
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						**658.92**
La somme totale des déperditions Dtot (W)						**8678.92**

Tableau A3-26 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois du hall de réception + cage d'escalier.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Porte	B.O	1 .74	-	2	00	00
Porte	B.O	1.74	-	2	00	00
Porte	B.O	1.74	-	2	00	00
Porte	B.O	1.74	-	2	00	00
Porte	B.O	1.3	-	2	00	00
Porte	B.O	1.3	-	2	00	00
Porte	B.O	2	-	2	00	00
Porte	B.O	1 .74	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	10.79	-	1.92	00	00
Mur 2	M.S.C	0.42	-	1.92	00	00
Mur 3	M.S.C	17.85	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	0.63	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	13.02	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	6.76	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	6.76	-	1.92	00	00
Mur 8	M.S.C	50.4	-	1.92	00	00
Mur 9	M.S.C	7.43	-	1.92	00	00
Mur 10	M.S.C	3.15	-	1.92	00	00
Mur 11	M.S.C	14.28	-	1.92	00	00
Mur 12	M.S.C	31.5	-	1.92	00	00
Mur 13	M.S.C	29.4	-	1.92	00	00
Mur 14	M.S.C	4.45	-	1.92	00	00
Mur 15	M.S.C	43.26	-	2.13	16	387.00
Mur 16	M.S.C	78.04	-	2.13	16	698.14

Poteau	**B.A**	**2.1**	**-**	**0.26**	**00**	**00**
Poteau	**B.A**	**1.26**	**-**	**0.45**	**16**	**9.07**
Poteau	**B.A**	**0.63**	**-**	**0.45**	**16**	**4.54**
Poteau	**B.A**	**0.63**	**-**	**0.45**	**16**	**4.54**
Poteau	**B.A**	**1.26**	**-**	**0.45**	**16**	**9.07**
Poteau	**B.A**	**1.26**	**-**	**0.45**	**16**	**9.07**
Sol	**Plancher**	**13.51**	**17.86**	**2.78**	**16**	**600.92**
Sol	**Plancher**	**85.34**	**68.88**	**1.69**	**00**	**00**
Dalle	**Toiture**	**42.94**	**-**	**2.78**	**16**	**1909.97**
Dalle	**Toiture**	**55.91**	**-**	**0.41**	**16**	**366.77**
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						**3999.09**
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						**799.82**
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						**00**
La somme totale des déperditions Dtot (W)						**4798.91**

Tableau A3-27 : les déperditions thermiques à travers les différentes parois de la cantine et cafeteria.

Parois	Type	Surface (m^2)	Périmètre (m)	K ($W/m^2.°C$)	ΔT(°C)	Déperditions (W)
Vitrage	Double	47.17	-	2.79	19	2500.48
Vitrage	Double	39.9	-	2.79	19	2115.10
Vitrage	Double	35.14	-	2.79	19	1862.77
Vitrage	Double	14.57	-	2.79	19	772.35
Porte	B.O	2	-	2	00	00
Mur 1	M.S.C	24.27	-	2.13	19	982.21
Mur 2	M.S.C	5.88	-	2.13	19	237.96
Mur 3	M.S.C	26.17	-	1.92	00	00
Mur 4	M.S.C	33.6	-	1.92	00	00
Mur 5	M.S.C	2.2	-	1.92	00	00
Mur 6	M.S.C	2.52	-	1.92	00	00
Mur 7	M.S.C	30.95	-	1.92	00	00
Mur 8	M.S.C	33.6	-	1.92	00	00
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	1.26	-	0.44	00	00
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	00	00
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37
Poteau	B.A	2.1	-	0.26	19	10.37

Poteau	**B.A**	**2.1**	**-**	**0.26**	**19**	**10.37**
Sol	**Plancher**	**385.33**	**84.06**	**1.69**	**00**	**00**
Dalle	**Toiture**	**385.33**	**-**	**0.41**	**19**	**3001.72**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.5**	**-**	**2.79**	**19**	**79.51**
Fenêtre	**VD**	**1.24**	**-**	**2.79**	**19**	**65.73**
Fenêtre	**VD**	**1.24**	**-**	**2.79**	**19**	**65.73**
Fenêtre	**VD**	**2**	**-**	**2.79**	**19**	**106.02**
Fenêtre	**VD**	**0.87**	**-**	**2.79**	**19**	**46.12**
Fenêtre	**VD**	**0.87**	**-**	**2.79**	**19**	**46.12**
Fenêtre	**VD**	**0.95**	**-**	**2.79**	**19**	**50.36**
Fenêtre	**VD**	**0.95**	**-**	**2.79**	**19**	**50.36**
Fenêtre	**VD**	**6.14**	**-**	**2.79**	**19**	**325.48**
Fenêtre	**VD**	**6.14**	**-**	**2.79**	**19**	**325.48**
La somme des déperditions surfacique par transmission Dt (W)						**13183.15**
Les déperditions à travers les liaisons Dli (W)						**2636.63**
Les déperditions par renouvellement d'air Dr (W)						**2395.37**
La somme totale des déperditions Dtot (W)						**18215.15**

Les tableaux des calculs des apports calorifiques:

Rez de chaussée RDC :

Tableau A3.28 : apports à travers les différentes parois du laboratoire fruits

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Mur01	MSC	16.8	E	2 ,22	24	38	10.42	-	466,34
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									466,34
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									0
AIs (t) (W)									353,664
AINFs (t) (W)									0
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									820,004
All (t) (W)									128
AINFl (t) (W)									0
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									128

Tableau A3.29 : apports à travers les différentes parois du laboratoire viande

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)								0	
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)								0	
AIs (t) (W)								633,28	
AINFs (t) (W)								0	
ARENs (t) (W)								0	
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)								633,28	
All (t) (W)								128	
AINFl (t) (W)								0	
ARENl (t) (W)								0	
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)								128	

Tableau A3.30 : apports à travers les différentes parois du laboratoire poissons.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									0
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									0
AIs (t) (W)									1067,52
AINFs (t) (W)									0
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									1067,52
All (t) (W)									128
AINFl (t) (W)									0
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									128

Tableau A3.31 : apports à travers les différentes parois du laboratoire produits laitiers

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									0
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									0
AIs (t) (W)									824,32
AINFs (t) (W)									0
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									824,32
All (t) (W)									128
AINFl (t) (W)									0
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									128

Tableau A3.32 : apports à travers les différentes parois du vend pain et vend pâtisserie

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 01	MSC	25,78	S	2 ,22	24	38	15.74	-	107,12
Mur 02	MSC	12,6	O	2 ,22	24	38	13.12	-	440,39
Mur 03	MSC	27,2	O	2 ,22	24	38	13.12	-	950,68
Mur 04	MSC	10,5	N	1,88	24	38	-	22	521,13
Porte	P.E	2,64	N	2	24	38	-	22	139,39
Mur 05	VD	8,5	O	2,77	24	38	-	-	395,55
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									2554,26
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									1247,74
AIs (t) (W)									5733,48
AINFs (t) (W)									331,29
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									9799,33
All (t) (W)									896
AINFl (t) (W)									293,93
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									1189,93

Tableau A3.33 : apports à travers les différentes parois du couloir 1, couloir 2, couloir 3 et Hall + escalier

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 03	MSC	65,52	N	2,22	24	38	8.2	-	1431,27
Mur 04	MSC	14,7	E	2,22	24	38	10.42	-	408,05
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									1839,32
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									0
AIs (t) (W)									377,85
AINFs (t) (W)									923,55
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									3140,72
All (t) (W)									1024
AINFl (t) (W)									819,39
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									1843,39

Tableau A3.34 : apports à travers les différentes parois des toilettes hommes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 01	MSC	25,97	E	2,22	24	38	10.42	-	720,89
Mur 02	MSC	22,34	S	2,22	24	38	15.74	-	936,74
Mur 03	VD	1,75	S	2,77	24	38	-	-	81,43
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									1739,06
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									115,10
AIs (t) (W)									371,63
AINFs (t) (W)									113,68
ARENs (t) (W)									289,72
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2622,97
All (t) (W)									384
AINFl (t) (W)									100,85
ARENl (t) (W)									100,85
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									585,7

Tableau A3.35 : apports à travers les différentes parois des toilettes femmes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 02	MSC	21,05	S	2,22	24	38	15.74	-	882,65
Mur 03	VD	1,75	S	2,77	24	38	-	-	81,43
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									964,08
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									115,10
AIs (t) (W)									479,34
AINFs (t) (W)									113,68
ARENs (t) (W)									372,70
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2038,68
All (t) (W)									512
AINFl (t) (W)									100,85
ARENl (t) (W)									330,67
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									943,52

Tableau A3.36 : apports à travers les différentes parois du hall toilettes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 01	MSC	7,95	E	2,22	24	38	10.42	-	489,91
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									489,91
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									0
AIs (t) (W)									79,66
AINFs (t) (W)									0
ARENs (t) (W)									135,91
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									705,48
All (t) (W)									128
AINFl (t) (W)									0
ARENl (t) (W)									75,079
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									203,07

Tableau A3.37 : apports à travers les différentes parois des toilettes hommes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 01	MSC	2,94	S	2,22	24	38	15.74	-	123,27
Poteau	B.A	4,2	S	0,27	24	38	7.00	-	9,52
Mur 03	VD	0,25	S	2,77	24	38	-	-	11,62
Mur 04	MSC	7,14	O	2,22	24	38	13.12	-	249,55
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									393,96
Les apports dus au rayonnement solaire sur le baies vitrées AVE(t)									16,43
AIs (t) (W)									32,02
AINFs (t) (W)									16,24
ARENs (t) (W)									30,69
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									488,46
All (t) (W)									64
AINFl (t) (W)									14,40
ARENl (t) (W)									27,23
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									105,63

Tableau A3.38 : apports à travers les différentes parois de l'espace de vente

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 1	MSCTN40	32	E	2,22	24	38	10.42	-	888,28
Mur 2	VD	56	E	2.77	24	38	-	-	2606,01
Mur 3	MSCTN40	6.6	E	2,22	24	38	10.42	-	183,20
Mur 6	MSCTN40	158	S	2,22	24	38	15.74	-	6625,15
Mur 7	VD	137.16	S	2.77	24	38	-	-	6380,08
Mur 8	MSC	84	S	2,22	24	38	15.74	-	3522,23
Mur 9	MSC	71.7	O	2,22	24	38	13.12	-	2506,03
Mur 10	VD	18	O	2.77	24	38	-	-	837,64
Mur 13	MSC	216	N	2,22	24	38	8.2	-	4718,47
Poteau	B.A	55.7	S	0,27	24	38	7.00	-	105,27
Poteau	B.A	5	N	0,45	24	38	5.5	-	14,85
Dalle	Toit	1150	H	0,40	24	38	22.03	-	12160,56
Porte 01	VD	16.33	S	2.77	24	38	-	-	759,92
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									41307,69
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									21025,28
AIs (t) (W)									39688,30
AINFs (t) (W)									2048,43
ARENs (t) (W)									0
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									102933,2
AIl (t) (W)									23168
AINFl (t) (W)									1817,41
ARENl (t) (W)									0
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									24985,41

1er étage :

Tableau A3.39 : apports à travers les différentes parois des vestiaires + toilettes hommes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	21.01	O	2.77	24	38	-	-	977.72
Sol	Plancher	88.91	H	2.38	24	38	-	14	2962.48
Dalle	Toiture	88.91	H	0.40	24	38	22.03	-	940.17
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1	O	2.77	24	38	-	-	46.54
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									5206.11
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									1902.78
AIs (t) (W)									4768.38
AINFs (t) (W)									454.72
ARENs (t) (W)									134.4
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									16399.27
AIl (t) (W)									532
AINFl (t) (W)									330.86
ARENl (t) (W)									97.79
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									960.65

Tableau A3.40 : apports à travers les différentes parois des toilettes hommes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	$\Delta T_{Inc}(t)$ (°C)	A (W)
Dalle	Toiture	2.04	H	0.40	24	38	22.03	-	21.57
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									21.57
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									00
AIs (t) (W)									138.13
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									67.2
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									257.77
AIl (t) (W)									28
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									48.89
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									76.89

Tableau A3.41 : apports à travers les différentes parois de la cuisine

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	$\Delta T_{Inc}(t)$ (°C)	A (W)
Mur 1	M.S.C	13.44	O	2.22	24	38	13.12	-	469.75
Poteau	B.A	0.63	O	0.45	24	38	8.51	-	2.89
Poteau	B.A	0.63	O	0.45	24	38	8.51	-	2.89
Dalle	Toiture	26.25	H	0.40	24	38	22.03	-	277.56

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)	753.09
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)	00
AIs (t) (W)	5082.74
AINFs (t) (W)	00
ARENs (t) (W)	5779.2
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)	11615.03
AIl (t) (W)	2937.25
AINFl (t) (W)	00
ARENl (t) (W)	3218.05
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)	6155.3

Tableau A3.42 : apports à travers les différentes parois de la cantine du personnel.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	$\Delta T_{Inc}(t)$ (°C)	A (W)
Dalle	Toiture	112.97	H	0.40	24	38	22.03	-	1194.47
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									1194.47
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									00
AIs (t) (W)									7625.38
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									98.56
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									10496.53
AIl (t) (W)									700
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									54.88
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									754.88

Tableau A3.43 : apports à travers les différentes parois des toilettes hommes.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	1.64	S	2.77	24	38	-	-	76.32
Mur 2	M.S.C	18.27	O	2.22	24	38	13.12	-	638.57
Mur 3	M.S.C	9.12	S	2.22	24	38	15.74	-	382.41
Mur 4	M.S.C	4.56	S	2.22	24	38	15.74	-	191.21
Poteau	B.A	0.63	S	0.45	24	38	10.74	-	3.65
Poteau	B.A	0.63	O	0.45	24	38	8.51	-	2.89
Dalle	Toiture	17.1	H	0.40	24	38	22.03	-	180.82
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									1475.87
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									54.65
AIs (t) (W)									934.70
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									134.4
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2873.59
AIl (t) (W)									112
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									97.79
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									209.79

Tableau A3.44 : apports à travers les différentes parois du hall toilettes.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Mur 4	M.S.C	5.46	O	2.22	24	38	13.12	-	190.84
Dalle	Toiture	5.00	H	0.40	24	38	22.03	-	52.87
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									243.71
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									00
AIs (t) (W)									276.07
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									00
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									575.71
AIl (t) (W)									64
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									00
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									64

Tableau A3.45 : apports à travers les différentes parois des toilettes femmes.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	1.71	S	2.77	24	38	-	-	79.58
Mur 3	M.S.C	9.5	S	2.22	24	38	15.74	-	398.35
Mur 4	M.S.C	4.75	S	2.22	24	38	15.74	-	199.17
Dalle	Toiture	22.8	H	0.40	24	38	22.03	-	241.10
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									918.2
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									57.63
AIs (t) (W)									1229.3
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									134.4
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2675.56
AIl (t) (W)									140
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									97.79
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									237.79

Tableau A3.46 : apports à travers les différentes parois du bureau d'administration.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	13.02	S	2.77	24	38	-	-	605.90
Dalle	Toiture	15.5	H	0.40	24	38	22.03	-	163.90
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									769.8
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									293.25
AIs (t) (W)									797.62
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									80.64
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2890.39
AIl (t) (W)									144
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									58.67
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									202.67

Tableau A3.47 : apports à travers les différentes parois de la trésorerie.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	6.72	S	2.77	24	38	-	-	312.72
Vitrage	Double	10.92	S	2.77	24	38	-	-	508.17
Mur	M.S.C	20.16	E	2.22	24	38	10.42	-	559.62
Poteau	B.A	1.26	E	0.45	24	38	12.96	-	8.82
Poteau	B.A	2.1	S	0.27	24	38	7.00	-	4.76
Poteau	B.A	1.26	S	0.45	24	38	8.51	-	5.79
Dalle	Toiture	24.5	H	0.40	24	38	22.03	-	259.07

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)	1658.95
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)	355.48
AIs (t) (W)	1001.3
AINFs (t) (W)	00
ARENs (t) (W)	00
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)	4144.67
AIl (t) (W)	240
AINFl (t) (W)	00
ARENl (t) (W)	00
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)	240

Tableau A3.48 : apports à travers les différentes parois du bureau de l'intendant.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{Inc}(t) (°C)	A (W)
Dalle	Toiture	2.73	H	0.40	24	38	22.03	-	28.87
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									28.87
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									00
AIs (t) (W)									553.83
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									80.64
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									1050.19
AIl (t) (W)									48
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									58.67
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									106.67

Tableau A3.49 : apports à travers les différentes parois de la salle de dégustation.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	6.09	S	2.77	24	38	-	-	283.40
Mur 5	M.S.C	0.252	S	2.22	24	38	15.74	-	10.57
Mur 6	M.S.C + Poteau 0.50 m	4.20	S	0.25	24	38	7.00	-	8.82
Dalle	Toiture	9.79	H	0.40	24	38	22.03	-	103.52
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									406.31
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									95.65
AIs (t) (W)									427.36
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									98.56
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									1373.97
AIl (t) (W)									56
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									54.88
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									110.88

Tableau A3.50 : apports à travers les différentes parois de la salle de tonnage.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	0.42	S	2.77	24	38	-	-	19.54
Vitrage	Double	11.13	S	2.77	24	38	-	-	517.94
Poteau	B.A	1.26	S	0.45	24	38	10.74	-	7.31
Dalle	Toiture	15.25	H	0.40	24	38	22.03	-	161.26
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									706.05
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									247.89
AIs (t) (W)									374.87
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									00
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									1892.55
AIl (t) (W)									84
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									00
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									84

Tableau A3.51 : apports à travers les différentes parois du bureau de décoration.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{lnc}(t) (°C)	A (W)
Mur 2	M.S.C	14.07	E	2.22	24	38	10.42	-	390.57
Mur 3	M.S.C	14.07	N	2.22	24	38	8.2	-	307.36
Poteau	B.A	0.63	E	0.45	24	38	12.96	-	4.41
Poteau	B.A	0.63	N	0.45	24	38	5.5	-	1.87
Dalle	Toiture	12.25	H	0.40	24	38	22.03	-	129.54
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									833.75
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									00
AIs (t) (W)									709.08
AINFs (t) (W)									00
ARENs (t) (W)									80.64
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									2078.39
AIl (t) (W)									96
AINFl (t) (W)									00
ARENl (t) (W)									58.67
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									154.67

Tableau A3.52 : apports à travers les différentes parois des vestiaires + toilettes femmes

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	$\Delta T_{inc}(t)$ (°C)	A (W)
Vitrage	Double	3.45	O	2.77	24	38	-	-	160.55
Vitrage	Double	14.45	O	2.77	24	38	-	-	672.44
Mur 1	M.S.C	15.29	E	2.22	24	38	10.42	-	424.43
Mur 2	M.S.C	9.37	E	2.22	24	38	10.42	-	260.10
Mur 5	M.S.C	29.69	N	2.22	24	38	8.2	-	648.57
Mur 6	M.S.C	33.6	N	2.22	24	38	8.2	-	733.98
Poteau	B.A	1.26	N	0.45	24	38	5.5	-	3.74
Poteau	B.A	1.26	N	0.45	24	38	5.5	-	3.74
Poteau	B.A	1.26	O	0.45	24	38	8.51	-	5.79
Poteau	B.A	1.26	O	0.45	24	38	8.51	-	5.79
Poteau	B.A	1.26	E	0.45	24	38	12.96	-	8.82
Sol	Plancher	29.30	H	2.38	24	38	-	14	976.28
Dalle	Toiture	96.68	H	0.40	24	38	22.03	-	1022.33
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1	O	2.77	24	38	-	-	46.54
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									5182.5
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									1598.93
AIs (t) (W)									5202.39
AINFs (t) (W)									357.28
ARENs (t) (W)									134.4
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									16020.56
AIl (t) (W)									588

AINFl (t) (W)	259.96
ARENl (t) (W)	97.79
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)	945.75

Tableau A3.53 : apports à travers les différentes parois de la cafeteria du personnel.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	27.2	O	2.77	24	38	-	-	1256.78
Mur 10	M.S.C	23.1	S	2.22	24	38	15.74	-	968.61
Poteau	B.A	1.26	O	0.45	24	38	8.51	-	5.79
Dalle	Toiture	72.25	H	2.38	24	38	16.86	-	3478.99
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1	O	2.77	24	38	-	-	46.54

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)	6105.71
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)	2475.13
AIs (t) (W)	3903.41
AINFs (t) (W)	552.16
ARENs (t) (W)	98.56
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)	17792.29
AIl (t) (W)	448
AINFl (t) (W)	401.76
ARENl (t) (W)	71.71
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)	921.47

Tableau A3.54 : apports à travers les différentes parois du hall de réception + cage d'escalier.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ ($w/m^2.°C$)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	$\Delta T_{inc}(t)$ (°C)	A (W)
Mur 15	M.S.C	43.26	E	2.22	24	38	10.42	-	1200.85
Mur 16	M.S.C	78.04	N	2.22	24	38	8.2	-	1704.77
Poteau	B.A	1.26	E	0.45	24	38	12.96	-	8.82
Poteau	B.A	0.63	N	0.45	24	38	5.5	-	1.87
Poteau	B.A	0.63	E	0.45	24	38	12.96	-	4.41
Poteau	B.A	1.26	N	0.45	24	38	5.5	-	3.74
Poteau	B.A	1.26	N	0.45	24	38	5.5	-	3.74
Sol	Plancher	13.51	H	2.38	24	38	-	14	450.15
Dalle	Toiture	42.94	H	2.38	24	38	16.86	-	2067.65
Dalle	Toiture	55.91	H	0.40	24	38	22.03	-	591.21
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80

Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)	6107.01
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)	94.34
AIs (t) (W)	5596.88
AINFs (t) (W)	97.44
ARENs (t) (W)	00
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)	13193.18
AIl (t) (W)	1408
AINFl (t) (W)	70.90
ARENl (t) (W)	00
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)	1478.9

Tableau A3.55 : apports à travers les différentes parois de la cantine et cafeteria.

Parois	Type	S (m^2)	Orientation	$K_{été}$ (w/m^2.°C)	Tsbi (°C)	Tse(t) (°C)	ΔTe(t) (°C)	ΔT_{inc}(t) (°C)	A (W)
Vitrage	Double	47.17	E	2.77	24	38	-	-	2195.10
Vitrage	Double	39.9	E	2.77	24	38	-	-	1856.79
Vitrage	Double	35.14	O	2.77	24	38	-	-	1635.27
Vitrage	Double	14.57	O	2.77	24	38	-	-	678.03
Mur 1	M.S.C	24.27	S	2.22	24	38	15.74	-	1017.67
Mur 2	M.S.C	5.88	S	2.22	24	38	15.74	-	246.56
Poteau	B.A	2.1	E	0.27	24	38	12.31	-	8.37
Poteau	B.A	2.1	E	0.27	24	38	12.31	-	8.37
Poteau	B.A	2.1	E	0.27	24	38	12.31	-	8.37
Poteau	B.A	2.1	O	0.27	24	38	8.27	-	5.63
Poteau	B.A	2.1	O	0.27	24	38	8.27	-	5.63
Poteau	B.A	2.1	S	0.27	24	38	7.00	-	4.76
Poteau	B.A	2.1	S	0.27	24	38	7.00	-	4.76
Dalle	Toiture	385.33	H	0.40	24	38	22.03	-	4074.63
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.5	O	2.77	24	38	-	-	69.80
Fenêtre	VD	1.24	O	2.77	24	38	-	-	57.70
Fenêtre	VD	1.24	O	2.77	24	38	-	-	57.70
Fenêtre	VD	2	O	2.77	24	38	-	-	93.07
Fenêtre	VD	0.87	E	2.77	24	38	-	-	40.49

Fenêtre	VD	0.87	E	2.77	24	38	-	-	40.49
Fenêtre	VD	0.95	E	2.77	24	38	-	-	44.21
Fenêtre	VD	0.95	E	2.77	24	38	-	-	44.21
Fenêtre	VD	6.14	S	2.77	24	38	-	-	285.73
Fenêtre	VD	6.14	S	2.77	24	38	-	-	285.73
Les apports dus au gradient de température entre deux ambiances A (t) (W)									13187.87
Les apports dus au rayonnement solaire sur les baies vitrées AVE (t) (W)									5820.89
AIs (t) (W)									22734.13
AINFs (t) (W)									2007.26
ARENs (t) (W)									98.56
La somme des apports sensibles ΣAs (t) (W)									57181.64
AIl (t) (W)									2408
AINFl (t) (W)									1460.52
ARENl (t) (W)									54.88
La somme des apports latents ΣAl (t) (W)									3923.4

A3.56.Tableau coefficients en fct de la nature du logement et de la zone climatique :

Logement	Logement individuel					Zone en immeuble collectif				
	a	b	c	d	E	a	b	c	d	e
A	1.10	2.40	1.40	3.50	4.50	1.10	2.40	1.40	3.50	4.50
B	1.10	2.40	1.20	3.50	4.50	0.90	2.40	1.20	3.50	4.50
B'	1.10	2.40	1.40	3.50	4.50	0.90	2.40	1.20	3.50	4.50
C	1.10	2.40	1.40	3.50	4.50	085	2.40	1.20	3.50	4.50
D	2.40	3.40	1.40	3.50	4.50	2.40	3.40	1.40	3.50	4.50
D'	2.40	3.40	1.40	3.50	4.50	2.40	3.40	1.40	3.50	4.50

A3.57.Tableau des coefficients Kvn des vitrages :

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

A3.58.Tableau des coefficients K des portes :

	Porte donnant sur l'extérieur	Porte donnant sur un local non chauffé
Portes en bois		
➢ Portes opaques	3,5	2
➢ Portes avec proportion de vitrage <30%	4,0	2,4
➢ Portes avec proportion de vitrage comprise entre 30% et 60%	4,5	2,7
Porte en métal		
➢ Portes opaques	5,8	4,5
➢ Portes équipées de vitrage simple	5,8	4,5

A3.59.Tableau du rayonnement de base :

Rayonnement total de base It,b et diffus de base Id,b (en W/ m2)										
Latitude nord	Mois	ORIENTATION								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz
20°	Juillet	59	435	514	267	44	267	514	435	791
	Août	34	372	520	356	81	356	520	372	788
	Septembre	31	273	514	441	205	441	514	273	733
30°	Juillet	50	413	516	315	94	315	516	413	776
	Août	34	240	520	406	198	406	520	340	741
	Septembre	28	284	489	479	330	479	498	284	668
40°	Juillet	47	400	516	394	217	394	516	400	734
	Août	34	321	511	459	321	459	511	321	675
	Septembre	28	183	470	511	441	511	470	183	577

A3.60.Tableau des valeurs des coefficients d'échange superficiel :

1/h en *m2 .°C /W*	Paroi en contact avec : ➢ L'extérieur. ➢ Un passage ouvert. ➢ Un local ouvert			Paroi en contact avec : ➢ Un autre local, conditionné ou non conditionné ➢ Un comble. ➢ Un vide sanitaire		
	1/hi	1/he	1/hi +1/he	1/hi	1/he	1/hi+1/he
Latéral (Mur) $\alpha > 60^{\circ}$	0,10	0,04	0,14	0,10	0,11	0,21
Toiture $\alpha \leq 60^{\circ}$	0,16	0,04	0,20	0,16	0,17	0,33
Plancher	0,08	0,04	0,12	0,08	0,09	0,17

A3.61.Tableau des coefficients de simultanéité des gains internes:

Apport	Nature des apports	Coefficient de simultanéité CS				
		Locaux				
		Bureaux Réunions Accueil	Logement Hébergement	Vente Restauration	Artisanal Industriel	Enseignement
Occupant	Sensible Latent	0,80	0,50	0,80	0,90	1,00
Moteurs électriques	Sensible	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Appareils électriques	Sensible	0,60	0,50	0,85	0,85	0
Eclairage fluorescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage fluorescent encastré, éclairage incandescent non encastré	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Eclairage encastré dans un faux plafond avec plénum de reprise	Sensible	0,70	0,35	0,90	0,85	0,90
Appareil à gaz	Sensible Latent	0	0,50	0,85	0,85	0

A3.62.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

A3.63.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	13,39	4
	500 ≤ alt < 1000 m	12,49	3,5
	alt ≥ 1000 m	9,99	0,5
B	alt < 500 m	14,54	5
	500 ≤ alt < 1000 m	13,59	4
	alt ≥ 1000 m	12,09	5
B1	alt < 500 m	16,09	6
B2	alt > 500 m	Voir la zone B (fonction de l'altitude)	
C	alt < 1000 m	13,49	6,5
	alt ≥ 1000 m	11,24	3
D		13,09	9
E	alt < 1000 m	12,09	13
	alt ≥ 1000 m	9,85	9,5
E1	alt < 1000 m	13,49	6,5
	alt ≥ 1000 m	11,24	3
F		12,09	6

A3.64.Tableau des valeurs de C :

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

A3.65.Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.PH}$ 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

A3.66.Tableau des valeurs de $N_{PVI,réf}$:

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

A3.67.Tableau des valeurs de $\Delta TS_{ref.PH}$ 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 500 ≤ alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	7 6,5 3,5	4 3,5 0,5
B	alt < 500 m 500 ≤ alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	11 10 8	5 4 5
B1 **B2**	alt < 500 m alt ≥ 500 m	12 9	6 3
C	alt < 500 m alt ≥ 500 m	14 10	6 4
D	alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	12,5 9	6,5 3
E		17	9
E1	alt < 500 m alt ≥ 500 m	14 10	6 4
F		21	13

A3.68.Tableau des valeurs C_{ros} en fonction de la zone climatique:

Zones		C_{ros}	Zones		C_{ros}
A	alt < 500 m 500 ≤ alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	0,99 1,02 1,02	**C**	alt < 500 m alt ≥ 1000 m	1,05 1,07
B	alt < 500 m 500 ≤ alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	1,03 1,05 1,07	**D**	alt < 1000 m alt ≥ 1000 m	1,10 1,10
			E	Touts	1,15
			E1	alt < 500 m	1,05
B1 **B2**	Toutes	1,10		alt ≥ 500 m	1,07
			F	Toutes	1,19

A3.69.Tableau de différence équivalente de température pour les murs extérieurs :

Déférence équivalente de température *Δtes(t)* ou *Δtem(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

A3.70.Tableau de différence équivalente de température pour les toits :

Différence équivalente de température Δtes (t) ou Δtem (t) (en °C) – Toits ensoleillés ou à l'ombre																									
Condition	m_{surf} kg / m²	Temps Solaire Vrai																							
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
ensoleillé	≤ 50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7
	≤ 100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5	8,9	12,8	16,7	20	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	5	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1
	≥ 400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8
A l'ombre	≤ 100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8
	≥ 300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1

A3.71.Tableau de facteur de correction CΔte :

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

A3.72.Tableau de coefficient d'amortissement pour 12 heures de fonctionnement :

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

A3.73.Tableau de facteur solaire des vitrages doubles :

Type de vitrage	Epaisseur	Epaisseur (mm)			FS
	nominale (mm)	Glace int	Glace ext	lame d'air	
verre clair	11	3	3	5	0,90
glace claire	18	6	6	6	0,85
	20	6	6	8	0,85
	24	6	6	12	0,85
	24	6	8	10	0,82
	32	8	10	14	0,80
glace intérieure claire et glace absorbante extérieure :					
	18	6	6	6	0,59
grise	24	8	8	8	0,52
	32	8	10	14	0,48
	18	6	6	6	0,56
vert	24	8	8	8	0,51
	32	8	10	14	0,44
	18	6	6	6	0,58
bronze	24	8	8	8	0,52
	32	8	10	14	0,47
glace intérieure claire et glace réfléchissante extérieure :					
	18	6	6	6	0,64
	24	8	8	8	0,60
claire	32	8	10	14	0,60
	18	6	6	6	0,44
	24	8	8	8	0,37
bronze	32	8	10	14	0,34
	18	6	6	6	0,45
	24	8	8	8	0,38
gris	32	8	10	14	0,35
	18	6	6	6	0,43
	24	8	8	8	0,37
vert	32	8	10	14	0,35
glace claire extérieure et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,30
glace absorbante extérieure et glace réfléchissante intérieure	18	6	6	6	0,22
glace réfléchissante extérieure et intérieure	18	6	6	6	0,13

A3.74.Tableau des coefficients de simultanéité des gains internes :

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

A3.75.Tableau des valeurs du coefficient d'amortissement NAI (t) en pourcentage :

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

A3.76.Tableau des gains dus aux occupants :

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)											
		28		27		26		25		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.											
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	65	37	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52 52	79 94	58 58	73 88	63 64	69 83	67 70	65 77	71 74	60 72	83 85	49 62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	68	63	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	80	140	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	132	161	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	149	277	154	271	177	248

A3.77.Tableau des apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants :

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

A3.78.Tableau des apports calorifiques dus aux machines de bureaux :

Appareils	*Gains à admettre (en W)*		
	Sens	*Lat*	*Total*
Machine à écrire	90	-	90
Micro-ordinateur (écran compris)	450	-	450
Mini-ordinateur (les valeurs peuvent varier de 2200 à 6600 W)	4400	-	4400
PC portable	15	-	15
PC portable économique	25	-	25
PC portable grand format	35	-	35
Petit serveur	60	-	60
PC économique	100	-	100
PC multimédia	120	-	120
Station de travail	200	-	200
Imprimante Plus de			
5000 lignes/minute	1800	-	1800
300 à 600 lignes/minute	376	-	376
Imprimante à jet d'encre	52	-	52
Imprimante laser	15	-	15
Terminal écran	160	-	160
Machine comptable	105	-	105
Photocopieur 100 cop./h	100	-	100
200 cop./h	200	-	200
500 cop./h	900	-	900
1000 cop./h et plus	1800	-	1800
Machine à tirer des plans			
Vitesse de sortie 40 [m/h]	1000	-	1000
100 [m/h]	1400	-	1400
200 [m/h]	3712	-	3712
400 [m/h]	4640	-	4640
600 [m/h]	6500	-	6500
Rétroprojecteur	400	-	400
Plotter	70	-	70
Projecteur de diapositives	300	-	300
Lecteur de microfilm	520	-	520
Lecteur de microfiches	85	-	85
Fax	62	-	62

A3.79.Tableau des apports calorifiques dus à divers appareils :

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Présentoir (par m^3 de volume intérieur)	640	-	640
Caisse enregistreuse	48	-	48
Réfrigérant à eau	1750	-	1750
Sèche-cheveux central 5 casques	4483	1197	5680
10 casques	6273	1790	8063
Casque sèche-cheveux	690	120	810
Stérilisateur de pansements, taille : 406x620 mm	2870	2600	5470
508x 914 mm	6960	7170	14130
Stérilisateur d'instruments, taille :			
152x205x432mm	805	710	1515
228x254x508mm	1518	1174	2692
254x305x560mm	2420	1760	4180
254x305x914mm	3048	2810	5858
305x406x620mm	2728	2550	5278
Stérilisateur ustensiles, taille : 406 x 406 x 620 mm	3167	6096	9263
508 x 508 x 620 mm	3676	7649	11325
Moulin à café	500	140	640
Mixer	1000	277	1277
Fer à repasser	500	280	780
Aspirateur	200	-	200

A3.80.Tableau des gains dus à l'éclairage :

Désignation du local ou genre d'activité	Intensité lumineuse recommandée ou des tubes (lux)	Puissance dégagée des lampes (W/m^2)	
		lampes à incandescence	Lampes fluorescentes
Entrepôt, pièces d'habitation, théâtre	120	25	8
Bureaux, salle de cours	250	55	16
Salles de lecture, laboratoires, magasins	500	110	32
Montages fins, ateliers, supermarchés	750	170	50
Dessin industriel, grands bureaux, salles d'opération	1000	-	65
Locaux industriels montages très fins	1500	-	100

A3.81.Tableau des apports calorifiques dus aux appareils à gaz :

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
Percolateur Wn = 1000 W	400	105	505
Wn = 150 W	115	30	145
Chauffe-plats (par m^2 de surface)	2685	1420	4105
Friteuse Wn = 4175 W	1235	820	2055
Wn = 7035 W	2110	1405	3515
Grill Wn = 10840 W	4215	1065	5280
Four (par m^2 de surface) Wn = 4420 W	1325	1325	2650
Petit bec Bunsen (brûleur D 11 mm)	490	130	620
Gros bec Bunsen (brûleur D 38 mm)	980	270	1250

A3.82.Tableau du débit minimal d'air neuf (pièces de service) :

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

A3.83.Tableau du débit minimal d'air neuf (pièces autre que pièces de service) :

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

ANNEXE N°4 :

A4.1.Les tableaux des caractéristiques techniques des unités extérieures réversibles (catalogue Daikin VRV) :

SYSTEME EXTERIEUR					RXYQ5P9	RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYQ12P9	RXYQ14P9	RXYQ16P9	RXYQ18P9
Système	Module 1 d'unité extérieure				RXYQ5P9	RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYQ12P9	RXYQ14P9	RXYQ16P9	RXYQ18P9
Plage de puissance				CV	5	8	10	12	14	16	18
Puissance frigorifique	Nom.			kW	14,0 [1]	22,4 [1]	28,0 [1]	33,5 [1]	40,0 [1]	45,0 [1]	49,0 [1]
Puissance calorifique	Nom.			kW	16,0 [2]	25,0 [2]	31,5 [2]	37,5 [2]	45,0 [2]	50,0 [2]	56,5 [2]
Puissance absorbée - 50 Hz	Refroidissement	Nom.		kW	3,52	5,22	7,42	9,62	12,4	14,2	16,2
	Chauffage	Nom.		kW	4,00	5,56	7,70	9,44	11,30	12,90	15,30
EER					3,98	4,29	3,77	3,48	3,23	3,17	3,02
COP					4,00	4,50	4,09	3,97	3,98	3,88	3,69
ESEER					6,13 [3]	6,61 [3]	5,83 [3]	5,37 [3]	4,96 [3]	4,89 [3]	4,67 [3]
APF					5,0 [4]	5,4 [4]	5 [4]	4,6 [4]		4,4 [4]	4,7 [4]
Nombre maximum d'unités intérieures connectables					10	17	21	26	30	34	39
Indice de puissance intérieure	Min./Nom./Max.				62,5/125/162,5	100/200/260	125/250/325	150/300/390	175/350/455	200/400/520	225/450/585
Dimensions	Unité	H x L x P		mm	1 680 x 635 x 765	1 680 x 930 x 765			1 680x1 240x765		
Poids	Unité			kg	159	187	240		316		321
Type de ventilateur					Ventilateur à hélices						
Ventilation-Débit d'air	Refroidissement	Nom.		m³/min	95	171	185	196	233		239
	Chauffage	Nom.		m³/min	95	171	185	196	233		239
Ventilation-Pression statique externe	Max.			Pa	78						
Niveau de puissance sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	72	78			80		83
Niveau de pression sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	51	57	58		60		63
Compresseur	Type				Compresseur scroll hermétique						
Compresseur 2	Type				-		Compresseur scroll hermétique				
Compresseur 3	Type				-				Compresseur scroll hermétique		
Plage de fonctionnement	Refroidissement	Min.		°CBS	-5,0						
		Max.		°CBS	43,0						
	Chauffage	Min.-Max.		°CBH	20--15						
	Température de l'eau à l'entrée	Chauffage	Max.	°CBH	-						
Réfrigérant	Type				R-410A						
	Commande				Vanne de détente électronique						
Huile de réfrigérant	Type				Huile synthétique (éther)						
Raccords de tuyauterie	Liquide	DE		mm	9,52				12,7		15,9
	Gaz	DE		mm	15,9	19,1	22,2		28,6		
	Longueur totale de tuyauterie	Système	Effective	m	1 000						
	Dénivelé	UE - UI	Unité ext. en position la plus élevée/ Unité int. en position la plus élevée	m	50/40						
		UI - UI	Max.	m	15						
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension			Hz/V	3 N~/50/400						
Courant 50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)			A	16		25		40		

SYSTÈME EXTÉRIEUR					RXYQ20P9	RXYQ22P9	RXYQ24P9	RXYQ26P9	RXYQ28P9	RXYQ30P9	RXYQ32P9
Système	Module 1 d'unité extérieure				RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYQ12P9	RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYQ12P9	RXYQ14P9
Plage de puissance				CV	20	22	24	26	28	30	32
Puissance frigorifique	Nom.			kW	55,90 [1]	61,50 [1]	67,00 [1]	71,40 [1]	77,00 [1]	82,50 [1]	89,00 [1]
Puissance calorifique	Nom.			kW	62,50 [2]	69,00 [2]	75,00 [2]	81,50 [2]	88,00 [2]	94,00 [2]	102,00 [2]
Puissance absorbée - 50 Hz	Refroidissement	Nom.		kW	14,71	16,99	19,20	20,94	23,62	25,78	28,62
	Chauffage	Nom.		kW	14,95	17,08	18,89	20,69	22,98	24,67	26,63
EER					3,80	3,62	3,49	3,41	3,26	3,20	3,11
COP					4,18	4,04	3,97	3,94	3,83	3,81	3,83
ESEER					5,89 [3]	5,59 [3]	5,38 [3]	5,28 [3]	5,09 [3]	4,95 [3]	4,81 [3]
APF					4,9 [4]	4,8 [4]	4,6 [4]		4,5 [4]	4,4 [4]	
Nombre maximum d'unités intérieures connectables					43	47	52	56	60	64	
Indice de puissance intérieure	Min./Nom./Max.				250/500/650	275/550/715	300/600/780	325/650/845	350/700/910	375/750/975	400/800/1 040
Niveau de puissance sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	83			85			
Niveau de pression sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	62	63		64	65		
Raccords de tuyauterie	Liquide	DE		mm	15,9			19,1			
	Gaz	DE		mm	28,6		34,9				
	Longueur totale de tuyauterie	Système	Effective	m	1 000						
	Dénivelé	UE - UI	Unité ext. en position la plus élevée/Unité int. en position la plus élevée	m	50/40						
		UI - UI	Max.	m	15						
Courant - 50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)			A	50			63			80

SYSTÈME EXTÉRIEUR					RXYQ34P9	RXYQ36P9	RXYQ38P9	RXYQ40P9	RXYQ42P9	RXYQ44P9	RXYQ46P9
Système	Module 1 d'unité extérieure				RXYQ16P9	RXYQ18P9	RXYQ8P9	RXYQ10P9	RXYQ12P9	RXYQ8P9	RXYQ10P9
Plage de puissance				CV	34	36	38	40	42	44	46
Puissance frigorifique	Nom.			kW	94,00 [1]	98,00 [1]	105,00 [1]	111,00 [1]	116,00 [1]	120,00 [1]	126,00 [1]
Puissance calorifique	Nom.			kW	107,00 [2]	113,00 [2]	119,00 [2]	126,00 [2]	132,00 [2]	138,00 [2]	145,00 [2]
Puissance absorbée - 50 Hz	Refroidissement	Nom.		kW	30,42	32,45	30,61	33,23	35,37	36,92	39,75
	Chauffage	Nom.		kW	28,23	30,62	30,13	32,39	34,20	35,94	38,26
EER					3,09	3,02	3,43	3,34	3,28	3,25	3,17
COP					3,79	3,69	3,95	3,89	3,86	3,84	3,79
ESEER					4,78 [3]	4,67 [3]	5,31 [3]	5,18 [3]	5,07 [3]	5,03 [3]	4,93 [3]
APF					4,3 [4]	4,2 [4]	4,6 [4]	4,5 [4]		4,4 [4]	
Nombre maximum d'unités intérieures connectables					64						
Indice de puissance intérieure	Min./Nom./Max.				125/850/1 105	150/900/1 170	175/950/1 235	500/1 000/1 300	525/1 050/1 365	550/1 100/1 430	575/1 150/1 495
Niveau de puissance sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	85	86				87	
Niveau de pression sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	65	66				67	
Raccords de tuyauterie	Liquide	DE		mm	19,1						
	Gaz	DE		mm	34,9	41,3					
	Longueur totale de tuyauterie	Système	Effective	m	1 000						
	Dénivelé	UE - UI	Unité située en position la plus élevée ou la plus basse	m	50/40						
		UI - UI	Max.	m	15						
Courant-50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)			A	80			100			

SYSTÈME EXTÉRIEUR					RXYQ48P9	RXYQ50P9	RXYQ52P9	RXYQ54P9
Système	Module 1 d'unité extérieure				RXYQ12P9	RXYQ14P9	RXYQ16P9	RXYQ18P9
Plage de puissance				CV	48	50	52	54
Puissance frigorifique	Nom.			kW	132,00[1]	138,00[1]	143,00[1]	147,00[1]
Puissance calorifique	Nom.			kW	151,00[2]	158,00[2]	163,00[2]	170,00[2]
Puissance absorbée - 50 Hz	Refroidissement	Nom.		kW	42,04	44,81	46,58	48,68
	Chauffage	Nom.		kW	39,95	41,91	43,47	45,95
EER					3,14	3,08	3,07	3,02
COP					3,78	3,77	3,75	3,70
ESEER					4,84[3]	4,76[3]	4,74[3]	4,67[3]
APF					4,3[4]			4,2[4]
Nombre maximum d'unités intérieures connectables					64			
Indice de puissance intérieure	Min./Nom./Max.				600/1 200/1 560	625/1 250/1 625	650/1 300/1 690	675/1 350/1 755
Niveau de puissance sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	87			88
Niveau de pression sonore	Refroidissement	Nom.		dBA	67			68
Raccords de tuyauterie	Liquide	DE		mm	19,1			
	Gaz	DE		mm	41,3			
	Longueur totale de tuyauterie	Système	Effective	m	1 000			
	Dénivelé	UE - UI	Unité est en position la plus élevée/basse	m	50/40			
		UI - UI	Max.	m	15			
Courant 50 Hz	Ampérage maximum de fusible (MFA)			A	100	125		

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

UNITÉS INTÉRIEURES				*FXAQ15P	FXAQ20P	FXAQ25P	FXAQ32P	FXAQ40P	FXAQ50P	FXAQ63P
Puissance frigorifique	Nom.		kW	1,7	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1
Puissance calorifique	Nom.		kW	1,9	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0
Puissance absorbée - 50 Hz	Refroidissement	Nom.	kW		0,019	0,028	0,030	0,020	0,033	0,050
	Chauffage	Nom.	kW		0,029	0,034	0,035	0,020	0,039	0,060
Couleur de caisson				-	Blanc (3,0Y8,5/0,5)					
Dimensions	Unité	H x L x P	mm	290 x 795 x 238	290 x 795 x 238			290x1 050x238		
Poids	Unité		kg	-	11			14		
Ventilation-Débit d'air - 50 Hz	Refroidissement	Haut/Bas	m^3/min	7/4,5	7,5/4,5	8/5	8,5/5,5	12/9	15/12	19/14
Niveau de puissance sonore	Refroidissement	Haut/Bas	dBA	33/29	35 / 29	36 / 29	37 / 29	39 / 34	42 / 36	46 / 39
Réfrigérant	Type			R-410A	R-410A					
Raccords de tuyauterie	Liquide/DE/Gaz/DE/Évacuation		mm	-/-/-	6,35/12,7/VP13 (D.. 13/D.E. 18)					9,52/15,9/VP13 (D.. 13/D.E. 18)
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension		Hz/V	1~ / 50 / 220-240	1~ / 50 / 220-240					

A3.84.Le diagramme psychrométrique :

