REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Génie Climatique

Etude et Dimensionnement d'une Installation de Chauffage pour Immeuble Administratif

---

Présenté par

- **CHANANE Abderezzak**
- **ZEGHDAR Maamar**

Proposé et Dirigé par

- **Dr. TRIKI Zakaria**
- **CO-Pr : BENYEKHLEF Ahmed**

Promotion 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, nous voulons remercier ALLah, le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

En second lieu, nous voudrions remercier notre promoteur Mr ***Triki*** *et co-promoteur Mr* ***benyekhlef*** *pour nous avoir proposé ce sujet, leurs Précieux conseils tout au long de notre travail, leur aide et leur confiance et bien sur leur disponibilité pendant toute la période de réalisation de cette étude.*

Nous voulons remercier tout les profs de cette année, pour la gentillesse et la patience, et pour tous les conseils et programmes qu'ils a bien voulu m'envoyer.

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury pour leur intérêt pour notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir de leurs propositions.

Dédicaces

A mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chers frères et mes sœurs et mes amis pour leurs encouragements constants et leur soutien moral.

À toute ma famille pour son soutien tout au long de ma carrière universitaire.

Puisse ce travail être l'accomplissement de vos vœux, si bien, et échapper à votre soutien infaillible.

Merci d'être toujours là pour moi

Abderazzak

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

✍ *A ma mère à qui je dois tout et qui a tout l'honneur de m'avoir permis d'arriver à ce succès. Ce travail est le fruit de son amour, ses encouragements et sacrifices.*

✍ *A mon père pour leur réconfort moral.*

✍ *A toute ma famille et la famille zeghdar.*

✍ *A mes très chers amis sans exception.*

✍ *A tous mes amis de promotion de génie climatique.*

✍*A tous ceux qui m'ont aidé durant mes études universitaires.*

Maamar

Sommaire

- Résumé
- Liste des symboles
- liste des tableaux
- liste des figures

Introduction générale:.....2

Chapitre I : DESCPRITION ET REPRESENTATION DE PROJET

I-1 Introduction :.....4

I-2 Historique sur le chauffage :.....4

I-3 Bilan thermique :.....5

I-4 Confort thermique :.....6

I-4.1 Définition :.....6

I-4.2 Conditions du confort thermique.....6

I-5 Présentation du projet:.....6

I-6 But du projet:.....7

I-7 Situation géographique.....7

I-7.1 Conditions climatiques intérieures:.....7

I-7.2 Conditions climatiques extérieures:.....7

I-8 Plan architectural :.....8

I-9 Cahier de charge:.....10

I-9.1 Cahier de charge de SOUS SOL:.....10

I-9.2 Cahier de charge du RDC:.....10

I-9.3 Cahier de charge du premier étage :.....11

I-9.4 Cahier de charge du deuxième étage :.....11

Chapitre II : CALCULE THERMIQUE ET ETUDE DE LA CONDENSATION

II-1 INTRODUCTION:.....13

II-2 MODES DE TRANSMISSION DE CHALEUR :.....13

II-2.1 Conduction :.....13

II-2.2 Convection :.....13

II-2.2.1 La convection naturelle :.....14

II-2.2.2 La Convection forcée :.....14

II-2. 3 Rayonnement :.....14

II-3 Choix de différentes parois :.....15

II-4 Calcul du coefficient de transmission thermique(K):.....15

II-4.1 Tableau : mur externe double cloison:.....16

II-4.2 Tableau: mur simple: 16
II-4.3 Tableau: plancher (sol): 16
II-4.4 Tableau: Plancher étage (première et deuxième étage): 17
II-4.5 Tableau: plafond (terrasse): 17
II-4.6 Calcul de coefficient de transmission (k) de mure double vitrage : 17
II-4.7 Tableau : les fenêtres et les portes: 18
II-5 Vérification de la résistance thermique : 18
II-5.1 Application sur le projet : 18
II-6 Etude de la condensation : 19
II-6.1 La condensation superficielle : 19
II-6.1.1 Application au projet : 19
II-6.2 La condensation dans la masse : 19
II-7) Application au projet : 20
II-7.1 MDC (Ti=21) 20
II-7.1.1 Calcul la température des parois: 20
II-7.1.2 Détermination des pressions de saturation: 20
II-7.1.3 Détermination des pressions partielles : 20
II-7.1.4 Diagramme de GLASER 22
II-7.2) MDC (Ti=18) : 22
II-7.2.1 Calcul la température des parois: 22
II-7.2.2 Détermination des pressions de saturation: 22
II-7.2.3 Détermination des pressions partielles : 23
II-7.2.4 Diagramme de GLASER 24
II-7. 3 Terrasse (Ti=21) : 24
II-7.3.1 Calcul la température des parois: 24
II-7.3.2 Détermination des pressions de saturation: 24
II-7.3.3 Détermination des pressions partielles : 25
II-7.3.4 Diagramme de GLASER 26
II.7.4 Terrasse (Ti=18) 26
II.7.4.1 Calcul la température des parois: 26
II.7.4.2 Diagramme de GLASER 27

Chapitre III : CALCULE LE BILAAN THERMIQUE DU PROJET

III.1 Principe du bilan thermique : 29
III.2 Méthode de calcul du bilan thermique en période hivernale : 29
III.2.1 Présentation de DTR : 29

III.2.1.1 Objet de DTR : 29
III.2.1.2 Domaine d'application : 29
III.3 Expression générale des déperditions : 29
III.3.1 Déperditions totales d'un logement : 30
III.3.2 Déperditions totales d'un volume : 30
III.3.2.1 Déperditions par transmission : 30
III.3.2.1.1 Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois : 30
III.3.2.1.2 Déperditions à travers les ponts thermiques : 30
III.3.2.1.3 Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol : 31
III.3.2.1.4 Déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffé : 31
III.3.2.2 Déperditions par renouvellement d'air : 31
III.4 Application on projet : 32
III.4.1 Calcul des températures des locaux non chauffées : 32
III.4.2 Calcul la déperdition (exemple de calcul le bureau pour agent 1) : 33
III.4.3 Calcule la déperdition par renouvellement d'air (bureau pour agent 01) : 33
III.4.4 Vérification réglementaire : 34
III.5 Déperditions thermiques total de projet : 35

Chapitre IV : LE CHOIX DES EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE

IV.1 Les systèmes de chauffage : 38
IV.1.1 Chauffage individuel: 38
IV.1.2 Chauffage central: 38
IV.1.3) Chauffage collectif : 38
IV.2 Différents modes de chauffage : 38
IV.3 Choix des radiateurs: 39
IV.3.1 Les radiateurs : 39
IV.3.1.1 Calcule Puissance thermique d'un radiateur : 40
IV.3.1.2 Puissance thermique totales des autres locaux : 41
IV.4 CHOIX DE LA CHAUDIERE : 43
IV.4.1 Calcule de la puissance de chaudière à installer : 43
IV.5 Dimensionnent de la chemine: 44
IV.5.1 Chemine : 44
IV.5.2 dimensionnement de la chemine : 44
IV.5.3 application au projet : 45

IV.6 Chaufferie : 45
IV.6.1 Chaufferie : 45
IV.6.2 Ventilation de la chaufferie : 45
IV.7 Choix du vase d'expansion: 46
IV.7.1 Calcul du volume nominal minimal du vase d'expansion : 46

CHAPITRE V : SYSTEME DE REGULATION

V.1 Introduction : 49
V.2 Boucle régulation: 49
V.3 Appareils de régulation utiliser dans le système de chauffage: 49
V.3.1 Thermostat : 49
V.3.2 Sonde : 49
V.3.3Vanne 50
V.4 Choix du mode de régulation : 51
V.4.1 La régulation individuelle : 51
V.4.2 La régulation d'ensemble : 51
V.5 Application au projet: 51

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

VI.1 Introduction : 54
VI.1.1 Réseau à eau chaude : 54
VI.1.2 Avantages d'un réseau à eau chaude : 54
VI.2 Calcul du réseau de tuyauteries : 54
VI.3 Les pertes de charges linéaires et singulières : 54
VI.3.1 Les pertes de charges linéaires : 55
VI.3.2 Les pertes de charges singulières : 55
VI.4 Calcule et dimensionnement de notre réseau: 55
VI.4.1 Explication de la méthode de travail : 55
VI.4.2 application au projet : 55
VI.4.3 Condition de l'équilibrage : 64
VI-5 Choix de la pompe de circulation : 64
Conclusion générale : 67
- Bibliographie
- Annexes

Liste des tableaux

Tableaux	pages
Tableau (I-1) : Conditions climatiques intérieures	7
Tableau (I-2): Conditions climatiques extérieures.	7
Tableau (I-3) : Cahier de charge de SOUS SOL	10
Tableau (I-4) : Cahier de charge du RDC	10
Tableau (I-5): Cahier de charge du premier étage	11
Tableau (I-6) : cahier de charge du deuxième étage	11
Tableau (II -1) : coefficient de transmission thermique du mur externe double cloison	16
Tableau (II -2) : coefficient de transmission thermique du mur simple	16
Tableau (II -3) : Coefficient de transmission thermique du plancher (sol)	16
Tableau (II-4): Coefficient de transmission thermique du plancher étage	17
Tableau (II-5) : Coefficient de transmission thermique du plafond	17
Tableau (II-6) : Coefficient de transmission thermique des fenêtres et des portes	18
Tableau (II-7) : Vérification de la résistance thermique	18
Tableau (II-8) : Vérification la condensation superficielle	19
Tableau (II-9) : Pression saturation dans chaque couche	20
Tableau (II-10) : Perméabilité du matériau constituant la couche	21
Tableau (II-11) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.	21
Tableau (II-12) : Pression saturation dans chaque couche	22
Tableau (II-13) : Perméabilité du matériau constituant la couche.	23
Tableau (II-14) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.	23
Tableau (II-15) : Pression saturation dans chaque couche	24
Tableau (II-16) : Perméabilité du matériau constituant la couche	25
Tableau (II-17) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.	25
Tableau (II-18) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.	26
Tableau (III-1) : Températures des locaux non chauffées du sous-sol	32
Tableau (III-2) : Températures des locaux non chauffées du RDC	32
Tableau (III-3) : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01	32
Tableau (III-4) : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 02	33
Tableau (III-5) : Déperdition de bureau pour agent 1	33
Tableau (III-6) : Coefficients a, b, c, d, e	34
Tableau (III-7) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RDC	35
Tableau (III-8) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1	35
Tableau (III-9) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 2	36

Tableau (III-10) : Déperditions thermiques total	36
Tableau (IV-1) : Puissances des radiateurs (rez-de-chaussée)	41
Tableau (IV-2): Puissances des radiateurs (1^{er} Etage**)**	42
Tableau (IV-3): Puissances des radiateurs ($2^{éme}$ Etage**)**	42
Tableau (IV-4): Caractéristique de la chaudière	43
Tableau (IV-5): Caractéristique de la vase d'expansion	47
Tableau (VI-1): Diamètres nominaux des tuyauteries ainsi que la vitesse	56
Tableau (VI-2) : Pertes de charge pour le circuit **CH $A_{35}A'_{35}$CH'**	59
Tableau (VI-3) : Pertes de charge pour le circuit **CH $A_{48}A'_{48}$CH'**	60
Tableau (VI-4) : Pertes de charge pour le circuit **CH $B_{29}B'_{29}$CH'**	61
Tableau (VI-5) : Pertes de charge pour le circuit **CH $B_{40}B'_{40}$ CH**	62
Tableau (VI-6) : Pertes de charge pour le circuit **CH $C_{11}C'_{11}$ CH'**	63
Tableau (VI-7) : Pertes de charge pour le circuit **CH $C_{24}C'_{24}$ CH'**	63
Tableau (VI-8) : L'équilibrage du réseau	64
Tableau (VI-9) : Caractéristiques de la pompe de circulation	65

Liste des figures

Figures	pages
Figure (I -1): Plan architectural de sous sol	8
Figure (I -2) : Plan architectural de RDC	8
Figure (I -3): Plan architectural de (1^{er}étage)	9
Figure (I -4) : Plan architectural de (2^{er}étage)	9
Figure (II -1) : Mode de transfert de chaleur par conduction.	13
Figure (II -2) : Mode de transfert de chaleur par convection	14
Figure (II -3): Mode transfert de chaleur par convection forcée	14
Figure (II -4) : Mode de transfert de chaleur par rayonnement	15
Figure (II -5) : Diagramme de GLASER pour MDC ti=21(°C)	22
Figure (II-6) : Diagramme de GLASER pour MDC pour ti=18(°C)	24
Figure (II-7) : Diagramme de GLASER pour la Terrasse à ti=21(°C)	26
Figure (II-8) : Diagramme de GLASER pour la Terrasse à ti=18(°C)	27
Figure (IV-1): Radiateur	40
Figure (IV-2) : Chaudière du groupe CHAPEE	43
Figure (IV-3) : Cheminé	44
Figure (IV-4) : Vase d'expansion	47
Figure (V-1) : Thermostat	49
Figure (V-2) : Sonde de température	50
Figure (V-3) : Vanne à trois vois mélangeuse	50
Figure (V-4) : Vanne à trois vois	50
Figure (V-5) : Schéma de principe de l'installation de chauffage	51
Figure (IV-1): Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée	56
Figure (IV-2): Isométrie des corps de chauffe 1erétage	57
Figure (IV-3): Isométrie des corps de chauffe 2eme étage	58
Figure (VI –4) : Pompe de circulation	65

Liste des symboles

Symbole	Signification	Unité
λ	coefficient de conductivité thermique	w/m².C°
e	épaisseur de couche de matériau	m
S	surface d'échange	m²
T_{ai} ,T_{ae}	la température de l'air intérieur et extérieur	ºC
T_{rai}	la température de rosée de l'air intérieur	ºC
hc	coefficient de convection	Kcal/h.m².ºC
Q_{cv}	la quantité de chaleur transmise par convection	Kcal /h
C	coefficient du rayonnement du corps	Kcal/h.m².ºC
A	surface du corps rayonnant	m²
Q_c	La quantité de chaleur transmise par conduction	Kcal/h
Q_r	la quantité de chaleur rayonnée	Kcal/h
T_1-T_2	températures de surface de la paroi et du fluide respectivement.	K
Rth	résistance thermique de la paroi	w/m². ºC
T_i , T_e	la température intérieure et extérieure	ºC
K	coefficient de transfert de chaleur	w/m². ºC
φi	l'humidité intérieure	(%)
φe	l'humidité extérieure	(%)
Psi	la pression de saturation intérieure	kpa
Pse	la pression de saturation extérieure	kpa
Π	coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	Kg/m.s.pa
H	La caractéristique d'immeuble.	-
R	La caractéristique du local	-
ΔTn	la déférence de température normalisée du corps de chauffe, et ayant pour valeur générale 60	°C
λ	le coefficient de perte de charge linéaire	-
L	la longueur de la conduite parcourue	m
D	diamètre de la conduite parcourue	Mm
P	la masse volumique de fluide considérée à la température T	Kg/m^3
V	la vitesse parcourue par le fluide	m/s
Kvn	Coefficient de transmission surfacique du vitrage nu	W/m². °C
Tn	température de l'espace non chauffe	°C
h e	Coefficient extérieur d'échanges superficiels	W/m². °C
h i	Coefficient intérieur d'échanges superficiels	W/m². °C
D	Déperditions thermiques totales	W/°C
DT	Déperditions thermiques par transmission	W/°C
Ds	Déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur	W/°C
Dli	Déperditions à travers les liaisons	W/°C
Dsol	Déperditions à travers les parois en contact avec le sol	W/°C
Dlnc	Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés	W/°C
DR	Déperditions thermiques par renouvellement	W/°C
Dréf	Déperditions par transmission de référence	W/°C
S	Surface d'une paroi opaque	m²

V	Volume	m^3
P_v	pressions partielles	(kpa)
P_s	pressions saturation	(kpa)
Tau	Coefficient de réduction de température	-
de	déperditions du local non chauffe vers l'extérieur	(w. °C^{-1})
ac	apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé	(w. °C^{-1})
Qv	le débit volumique de ventilateur	(m^3/h)
Qs	le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur	(m^3/h)
Vh	volume habitable.	m
Q_{vref}	le débit extrait de référence	(m^3/h)
evi	coefficient d'exposition au vent effectue aux parois	-
Ppi	infiltration dues à l'air de la paroi	(m/h)
P0j	infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant	(m/h.m²)
Q_{vmin}	Le débit extrait minimal de référence	(m^3/h)
Q_{vmax}	Le débit extrait maximal de référence	(m^3/h)
R	Le Rapport de la surface	-
ΔTn	La déférence de température normalisée du corps de chauffe	(°C)
H	est le coefficient de déperditions thermique de la pièce	(W/K)
Td-Tr	La température d'aller-retour	(°C)
pn	puissance nominale	W
hB	représente la hauteur du bâtiment	m
PSV	pression de tarage soupape de sécurité	bar
$T_\wedge$	pression initiale	Bar
HST	Hauteur statique de l'installation du point le plus haut au raccordement du vase d'expansion	m
VN	volume nominale de vase expansion	Litre
P statique	la pression due à la colonne d'eau dans notre installation	bar
ΔP réseau	la perte de charge totale associée au tronçon le plus défavorable	bar

ملخص

دراسة تركيب نظام التدفئة المركزية باعتبار منطقة المدية باردة شتاءا، أصبح التسخين المركزي بالماء الساخن ضرورة، أجريت دراسة لنظام تسخين الماء الساخن لتدفأة مبنى للاستخدام الإداري. للقيام بذلك ، تم تبني الطريقة التيقد متها الوثيقة الفنية التنظيمية للحساب الحراري . مما أتاح تحقيق أهداف هذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية:

فقدان الحرارة ، الراحة الحرارية ، التدفئة المركزية ، التوازن الحراري ، الوثيقة الفنية التنظيمية .

Résumé

Une étude d'installation d'un système de chauffage central, considérant que la zone intertidale est froide en hiver, et le chauffage central avec eau chaude est devenu une nécessité. Une étude du système de chauffage à eau chaude a été menée pour chauffer un bâtiment à usage administratif. Pour ce faire, la méthode présentée par le document de réglementation technique pour le calcul thermique a été adoptée. Cela a permis d'atteindre les objectifs de cette étude.

Mots clés : Déperditions thermique, confort thermique, chauffage central, bilan thermique, document technique réglementaire.

Abstract

A study of installing a central heating system, considering that the intertidal area is cold in winter and central heating with hot water has become a necessity. A study of the hot water heating system was conducted to heat a building for administrative use. To do this, the method presented by the technical regulatory document for thermal calculation was adopted. This made it possible to achieve the objectives of this study.

Key words: Heat loss, thermal comfort, central heating, heat balance, regulatory technical document.

Introduction Générale

Introduction générale

Le chauffage dans un habitat peut être utilisé sous différentes sources et formes. Il permet ainsi d'équilibrer le rapport entre le confort intérieur souhaité et les déperditions occasionnées, et ainsi avoir un confort intérieur convenable. Parmi les différents types de chauffages, le chauffage central est le mieux adapté vu sa simplicité et son efficacité.

La politique algérienne pousse ses citoyens à adopter des systèmes de chauffage collectifs ou individuels récents pour tout bâtiment d'habitation, administration ou d'éducation. Les systèmes de chauffage à eau chaude à gaz naturel sont les plus favorisés dans notre pays compte tenu de l'abondance de ce combustible et de son bas prix. Ces systèmes peuvent satisfaire le confort thermique des occupants dans la saison hivernale, cela seulement si un bon dimensionnement est élaboré. C'est dans ce contexte que la présente étude a été menée.

Une étude de conception d'un système de chauffage central pour une immeuble administratif (R + 2) sera réalisée ce qui permettra sans doute d'acquérir de l'expérience pour réalisation d'installations de chauffage basée sur le document technique réglementaire (DTR C32). Le calcul de déperditions sera l'un des objectifs de ce travail. Ces dernières permettront le dimensionnement des radiateurs de chaque pièce et le dimensionnement de la chaudière à utiliser pour chauffer l'eau. Le dimensionnement d'autres composants tels que la pompe, le vase d'expansion et les accessoires de contrôle et de mesure serons étudiés.

L'objectif principal de cette étude est de dimensionner un système de chauffage central d'un immeuble administratif situé dans région de Médéa, exactement dans la zone B, Pour atteindre les objectifs tracés.

Chapitre I :

DESCPRITION ET REPRESENTATION DE PROJET

Chapitre I : DESCRIPTION ET REPRESENTATION DE PROJET

I-1 Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons un historique et définition et l'intérêt du chauffage et la définition du bilan thermique et le confort thermique. Après cela, nous devant passer au présentation et le but du projet, la situation géographique et les conditions climatique, puis en passe à la présentation des plan d'architecture et le cahier de charge.

I-2 Historique sur le chauffage :

L'histoire du chauffage démarre avec la domestication du feu. Les dernières études archéologiques datent l'invention du feu sur les rives du Jourdain 790 000 ans avant Jésus-Christ. En plus de la protection contre les animaux sauvages et la cuisson des aliments, la maîtrise du feu sert aussi à se chauffer. Deux techniques apparaissent pour faire du feu : la percussion d'un silex contre du minerai de fer éjecte des étincelles sur un initiateur, et la friction de deux morceaux de bois dont la sciure échauffe des brindilles sèches.

Antiquité et Moyen-Âge

L'hypocauste, inventé par les grecs et amélioré par les romains, est l'ancêtre du chauffage central. Alimenté au charbon de bois, cette installation produit de l'air chaud circulant sous un sol épais soutenu par des pilettes en briques. Son invention est attribuée à Caius Sergius Orata. Ce système est perfectionné par les Romains pour chauffer le caldarium des thermes. La majorité des « salles de bains » des riches villae et domus romaines étaient dotées d'hypocaustes.

chauffage_antique_hypocauste

Ces procédés furent abandonnés à l'époque gallo-romaine au bénéfice de la cheminée. Installée par des conduits en tuiles positionnés dans les murs, la cheminée émet une chaleur rayonnante. L'invention de la cheminée va permettre les premiers recensements de population : un foyer de cheminée correspond à dix personnes. Cette époque voit aussi l'apparition des poêles en céramique impulsant les chauffages à inertie.

Renaissance et époque moderne

La cheminée et les poêles demeurent les principaux systèmes de chauffage. Au XVIIIème siècle, les première machines à vapeur apparaissent, utilisant trois types de combustible : le charbon de bois, le charbon de tourbe et la coke-charbon de houille. En 1855, Franz San Galli Karlovich invente le radiateur en fonte pour chauffer l'eau.

Époque contemporaine

Les chaudières à vapeurs dont s'équipent les immeubles d'habitation dès le XIXème siècle remplacées rapidement par des systèmes de chauffage central à eau chaude. Si la

première installation d'un chauffage central en France remonte à 1877 (Château du Pecq), sa généralisation n'intervient que dans les années 30.

À partir des années 50, le chauffage central se démocratise, avec les chaudières au fioul puis au gaz. L'invention de radiateur permettant de réguler la température fait progresser le confort. Le chauffage électrique se développe dans les années 1960. Les chocs pétroliers des années 1970 augmentent le prix du fioul au profit de l'électricité.

Enfin, la prise de conscience environnementale dans les années 1990 stimule l'innovation et a création de modes de chauffage plus doux et renouvelables répondant aux préceptes du développement durable : panneaux photovoltaïques, énergie géothermique basée sur les sources de chaleur issue de la croûte terrestre, granulés à bois provenant du compactage des résidus de scierie, méthanisation, etc… Les procédés de réutilisation de l'énergie produite, par exemple par les data centers, pour chauffer des bâtiments constitue une piste d'avenir pour limiter le gaspillage de nos ressources. [2]

I-3 Bilan thermique :

Un bilan thermique permet de faire le point sur les faiblesses d'une habitation, sur le plan énergétique. L'objectif est in fine d'obtenir des préconisations afin de choisir les bons travaux de rénovation énergétique, ou tout du moins de bien les ordonnancer, en commençant par ceux qui sont prioritaires.

En pratique, le bilan se traduit par de multiples relevés de mesures, effectués dans l'ensemble de l'habitation. Sont notamment analyses :

- ✓ Le système de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire du logement ;
- ✓ La typologie des vitrages;
- ✓ Les types de sols;
- ✓ Les parois;
- ✓ La torture;
- ✓ Le système de ventilation;
- ✓ L'orientation du logement;
- ✓ Les matériaux utilisés pour la construction…

Le bilan thermique sert également à identifier les éventuelles déperditions de chaleur à travers l'identification des ponts thermiques de l'habitation et à analyser la consommation énergétique globale. Cet audit est aussi l'occasion de faire le point sur la conformité du logement avec la réglementation thermique en vigueur.

I-4 Confort thermique :

I-4.1 Définition :

Le confort thermique veut dire la sensation à la chaleur et à l'humidité dans un environnement donné et dans une saison donnée. En hiver, un bon confort doit garantir une sensation suffisante de chaleur. Tandis qu'en été, le confort doit limiter cette chaleur pour éviter les surchauffes. Le confort thermique donc, un état de satisfaction du corps humain contre l'environnement thermique.

I-4.2 Conditions du confort thermique:

Bien que l'homme puisse s'adapter à toutes sortes d'ambiances changeantes (acclimatation), Il existe des conditions particulières pour lesquelles il éprouve une sensation de bien-être: c'est la zone de confort dans laquelle le corps se trouve en équilibre thermique et ce quelles que soient les conditions atmosphériques. On ne peut donner de limites bien précises à cette zone, car de nombreux facteurs, autres que l'air, influencent les sensations : vêtements, constitution, santé, nourriture, âge, saison, type de travail, éclairage, bruit, odeurs, contact avec l'environnement, etc. Des paramètres psychologiques entrent également en jeu. Mais malgré ces éléments perturbateurs divers, il est possible de donner sous certaines conditions des valeurs moyennes caractérisant la zone de confort. En faisant abstraction de l'activité et sans considérer l'habillement, les paramètres les plus déterminants d'une ambiance sont au nombre de quatre:

- ✓ La température de l'air ainsi que son uniformité ;
- ✓ La température moyenne des parois, (y compris surfaces vitrées et corps de chauffe).
- ✓ L'humidité et les mouvements de l'air ambiant. Il existe bien d'autres facteurs caractérisant une ambiance donnée comme la pureté de l'air ; l'absence d'odeurs, l'état électrique de l'air etc.

I-5 Présentation du projet:

Le thème du projet consiste en l'étude et en la conception d'une installation de chauffage d'une administration (R+2). Cette dernière est constituée d'un le sous-sol, rez-de-chaussée, 1er étage, et le 2éme étage dont la façade principale est orientée vers le sud.

Le sous-sol et comporte : Local technique, Sas, Conservation foncière, Inspection des domaines, Dépôt, Garage des voitures, Groupe électrogène, Chaudière bâche a eau, d'escaliers. Le rez-de-chaussée comporte : Bureau conservation foncier, Secrétariat, Sanitaire (SF, SH), 4 Bureau pour agent, Section des dépôts, Section de la tenue du fichier, Espace de circulation, Fichier, Hall, Section des immatriculations, Salle d'attente, Guichet, d'escaliers.

Le premier étages est composé de : 4Bureau de chef d'inspection, Secrétariat, sanitaire (SF, SH), Bureau pour agent, Chef de Section de la comptabilité, Chef de Section de la gestion, Espace de circulation, Chef de Section de la reconnaissance, Chef de Section des expertises, Hall, Salle d'attente, Guichet, d'escaliers.

Le deuxième étages est composé de : 4 Chambre, 2 Cuisine, 2 sanitaire (SF, SH), 2 Séjour, 2 Hall, 2 Salle de bain.

I-6 But du projet:

Le présent projet à pour but d'étudier le chauffage de administration (R+2).

Pour cela on fait définir les déperditions thermique à compenser en hiver, à travers chaque local de notre maison pour obtention le confort thermique et de stabiliser a une valeur fixe.

Cette étude doit être en fonction des conditions climatiques de la région tout en respectant les bases d'aménagement défini dans les plans d'architectures.

I-7 Situation géographique :

Notre projet se trouve à Médéa, situe dans la zone climatique B : dont les conditions sont :

I-7.1 Conditions climatiques intérieures:

Désignation	PERIODE HIVERNAL	
	Ti°(C°)	Φi (%)
Bureau, chambre, salle, séjours	21	50
Cuisine, circulation, salle d'attente, hall, cage d'escalier	18	50

Tableau (I-1) : Conditions climatiques intérieures

I-7.2 Conditions climatiques extérieures:

Données par le service d'expérimental de Médéa:

				PERIODE HIVERNAL	
zone	Altitude (m)	Latitude (N°)	Longitude (E°)	T° de base (C°)	L'humidité relative (φ %)
B	900	36.24	2.77	1	80

Tableau (I-2): Conditions climatiques extérieures.

I-8 Plan architectural :

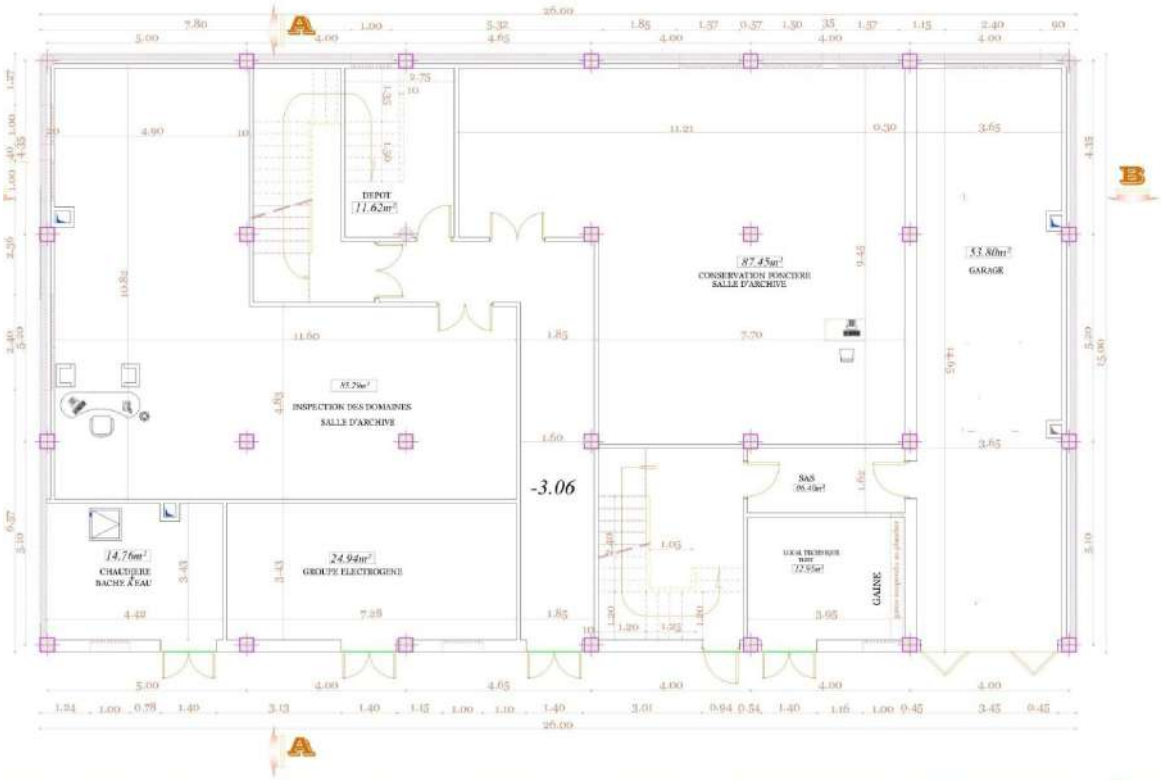


Figure (I -1) : Plan architectural de sous sol

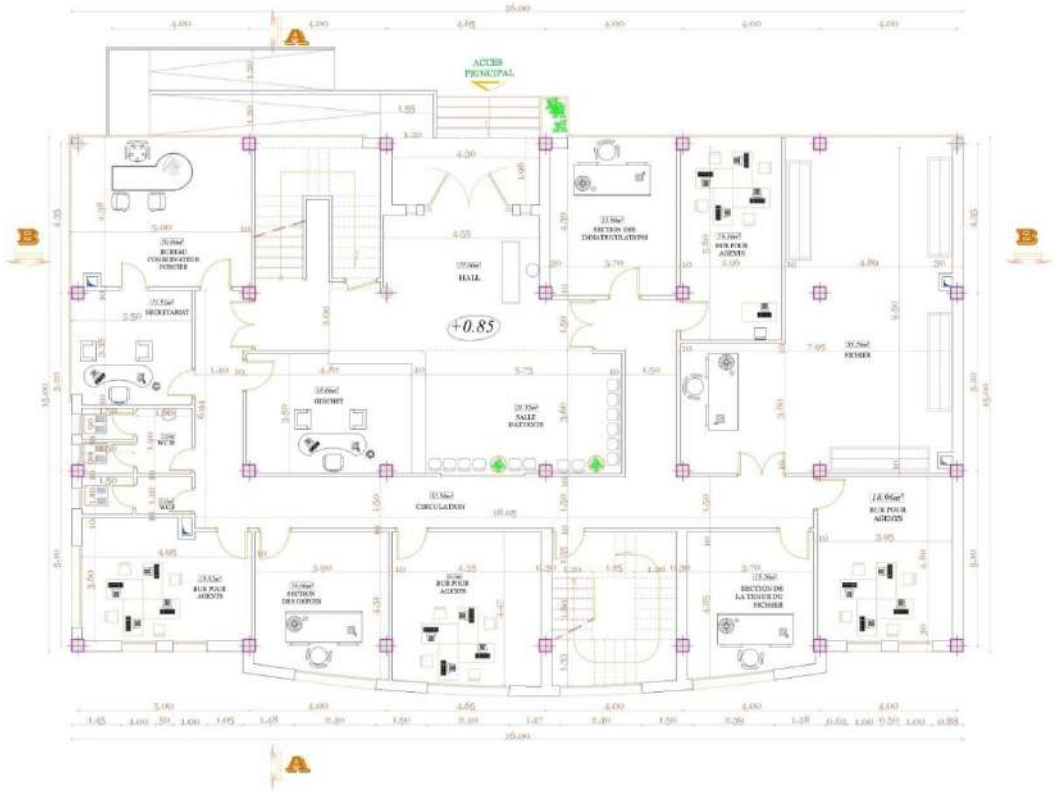


Figure (I -2) : Plan architectural de RDC

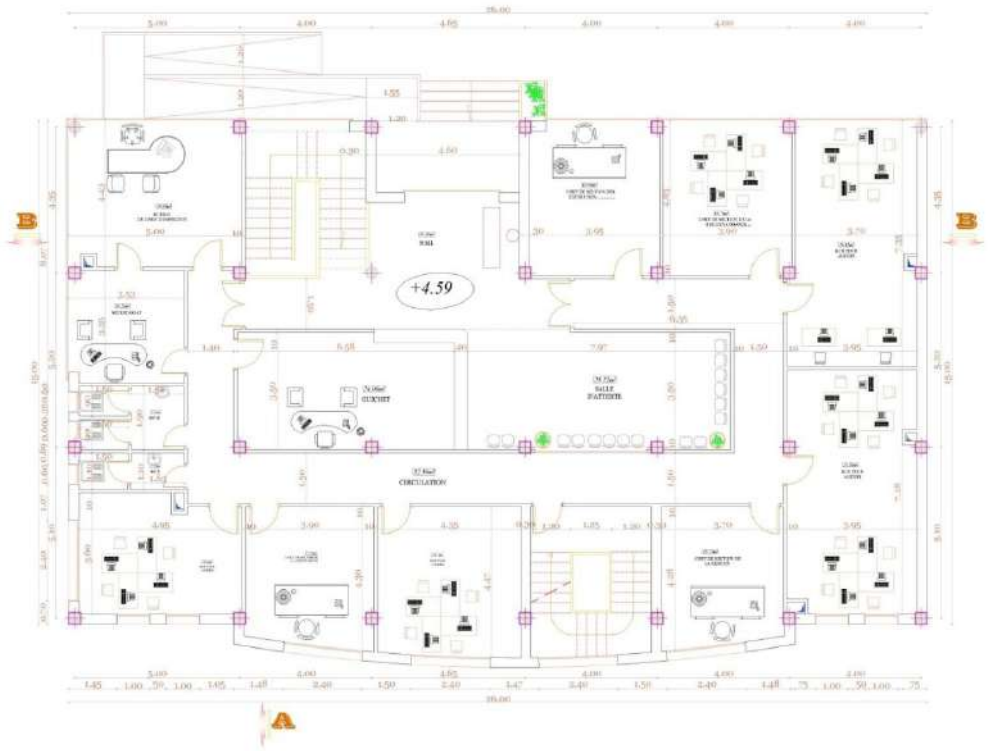


Figure (I –3): Plan architectural (1^{er} étage)



Figure (I -4): Plan architectural $2^{éme}$ étage

I-9 Cahier de charge:

D'après le plan architectural détaillé, nous avons proposé le cahier de charge récapitulé dans le tableau suivant:

I-9.1 Cahier de charge de SOUS SOL:

Destination de locaux	Repère	Nombre D'occupants	Hauteur (m)	Surface (m^2)	Températures (hiver)	Φi (%)
Chaudière Bâche à eau	CBE	03	3.91	14,76	21	50
Groupe électrogène	GE	05	3.91	24,94	21	50
Local technique	LT	02	3.91	12,95	21	50
Sas	SAS	01	3.91	06,40	21	50
Garage de voiture	GV	11	3.91	53,80	21	50
Conservation foncière	CF	19	3.91	87,45	21	50
Dépôt	DP	02	3.91	11,62	21	50
Inspection des domaines	ID	18	3.91	85,29	21	50

Tableau (I-3) : Cahier de charge de SOUS SOL

I-9.2 Cahier de charge du RDC:

Destination de locaux	Repère	Nombre D'occupants	Hauteur (m)	Surface (m^2)	Températures (hiver)	Φi (%)
Bureau pour agent 1	BA1	03	3.74	15.82	21	50
Section des dépôts	SD	03	3.74	16.00	21	50
Bureau pour agent 2	BA2	04	3.74	19.14	21	50
Section de la tenue	ST	03	3.74	15.20	21	50
Bureau pour agent 3	BA3	05	3.74	22.80	21	50
Fichier	FC	12	3.74	55.29	21	50
Bureau pour agent 4	BA4	03	3.74	16.34	21	50
Section des immatriculations	SI	03	3.74	15.90	21	50
Hall 1	HL1	06	3.74	27.00	18	50
Bureau conservation fancier	BCF	04	3.74	20.00	21	50
Secretariat	SR	02	3.74	11.53	21	50
Sanitaire	WCH	01	3.74	2.85	18	50
Sanitaire	WCF	01	3.74	2.85	18	50
Guichet	GC	04	3.74	18.66	21	50
Salle d'attente	SA	04	3.74	20.55	18	50
Espace de circulation 1	EC1	11	3.74	52.50	18	50

Tableau (I-4) : Cahier de charge du RDC

I-9.3 Cahier de charge du premier étage :

Destination de locaux	Repère	Nombre D'occupants	Hauteur (m)	Surface (m^2)	Températures (hiver)	Φi (%)
Bur pour agent 5	BA5	03	3.74	15.82	21	50
Chef de Section de la comptabilité	CSC	03	3.74	16.00	21	50
Bur pour agent 6	BA6	04	3.74	19.14	21	50
Chef de Section de la gestion	CSG	03	3.74	15.20	21	50
Bur pour agent 7	BA7	06	3.74	28.00	21	50
Bur pour agent 8	BA8	05	3.74	26.61	21	50
Chef de Section de la reconnaissance	CSR	03	3.74	16.70	21	50
Chef de Section des expertises	CSE	03	3.74	16.90	21	50
Hall 2	HL2	02	3.74	11.00	18	50
Bureau de chef d'inspéction	BCI	04	3.74	20.00	21	50
Secretariat	SR	02	3.74	11.53	21	50
Sanitaire	WCH	01	3.74	2.85	18	50
Sanitaire	WCF	01	3.74	2.85	18	50
Guichet	GC	05	3.74	24.00	21	50
Salle d'attente	SA	06	3.74	28.22	18	50
circulation 2	EC2	11	3.74	52.50	18	50

Tableau (I-5): cahier de charge 1^{er} étage

I-9.4 Cahier de charge du deuxième étage:

Destination de locaux	Repère	Nombre D'occupants	Hauteur (m)	Surface (m^2)	Températures (hiver)	Φi (%)
Séjour 1	SJ1	04	3.06	22.00	21	50
Séjours 2	SJ2	04	3.06	22.00	21	50
Salle de bain 1	SDB21	01	3.06	6.66	18	50
Sanitaire 1	WC1	01	3.06	2.00	18	50
Cuisine 1	CS1	03	3.06	16.00	18	50
Chambre 1	CH1	02	3.06	12.35	21	50
Chambre 2	CH2	03	3.06	17.64	21	50
Chambre 3	CH3	03	3.06	17.78	21	50
Chambre 4	CH4	03	3.06	14.33	21	50
Cuisine 2	CS2	04	3.06	18.52	18	50
Salle de bain 2	SDB2	01	3.06	8.66	18	50
Sanitaire 2	WC2	01	3.06	2.00	18	50
Hall3	HL3	04	3.06	21.25	18	50
Espace de circulation 3	EC3	05	3.06	24.63	18	50
Hall4	HL4	04	3.06	21.25	18	50

Tableau (I-6) : Cahier de charge $2^{éme}$ étage

Chapitre II :

CALCULE THERMIQUE ET ETUDE DE LA CONDENSATION

II-1 Introduction:

Une étude thermique est une analyse du niveau de la performance énergétique de votre projet de construction. Concrètement, le but est de déterminer les potentielles consommations d'énergie du futur bâtiment, selon les matériaux et équipements choisis. L'étude thermique est donc effectuée à partir des plans de votre construction, car ils permettent d'avoir une idée précise de la configuration des parois, des surfaces et des apports solaires. Les consommations théoriques, sont calculées selon le document technique réglementaire.

II-2 Modes De Transmission De Chaleur :

II-2.1 Conduction:

Le transfert de chaleur par conduction est un mode de transfert thermique incité par une différence de température entre deux zones du même milieu ou entre deux milieux en contact direct avec un corps. La chaleur se propage dans l'air ou un liquide par contact direct entre les molécules de façons aléatoire conduisant à des chocs à l'échelle microscopique. Dans un solide ou fluide immobilisé, la vibration des atomes autour de leur position d'équilibre dans le solide se transmet de proche en proche.

$$\boldsymbol{Q_c = \frac{\lambda}{e}.s.(t_1 - t_2)} \text{.....(II-1)}$$

Avec:

Qc : La quantité de chaleur transmise par conduction exprimée en (Kcal/h).

λ: Coefficient de conductivité thermique (Kcal/h.m².°C).

e : épaisseur de la paroi (m) .

s : représente la surface de la paroi (m²).

t1, t2: les températures respectives de la face intérieure de la paroi (°C).

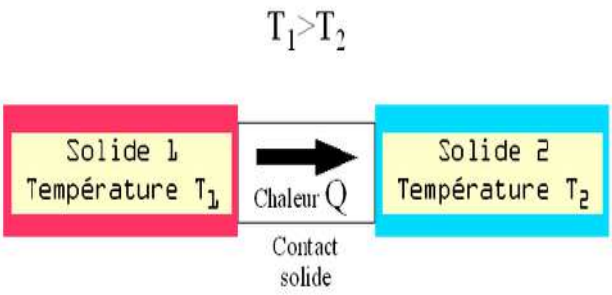


Figure (II -1): Mode de transfert de chaleur par conduction.

II-2.2 Convection :

Le transfert de la chaleur par convection est le mécanisme le plus important du transfert de chaleur entre un solide et un fluide au mouvement (air ou eau).Deux types de convection existent :

II-2.2.1 Convection naturelle :

La convection naturelle est l'échange de chaleur par convection par contact d'un corps avec les particules du fluide chauffé qui devient de plus en plus légers. Les échanges thermiques entre les corps de chauffe (cas du chauffage central) alimentés par de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau et l'air ambiant d'un local se font par convection.

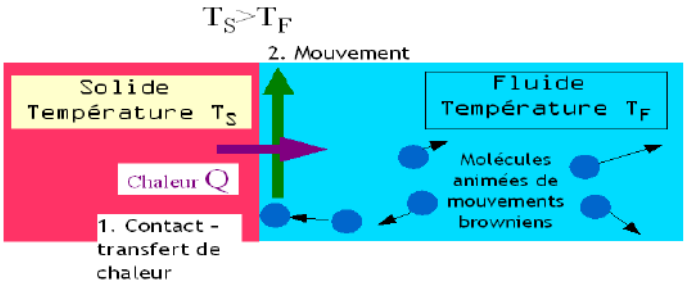


Figure (II -2) : Mode de transfert de chaleur par convection

II-2.2.2 Convection forcée:

Dans ce cas le déplacement du fluide est forcé, provoquer par une circulation artificielle

entrainée par un moyen de soufflage de l'air, pompe ou turbine…etc.

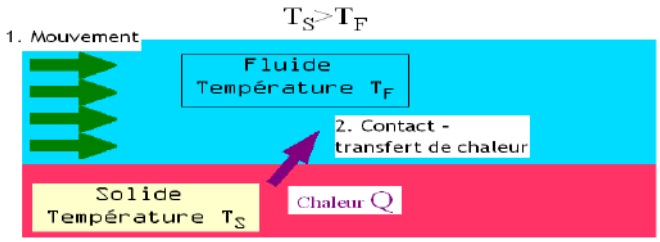


Figure (II -3): Mode transfert de chaleur par convection forcée

L'énergie étant transmise par déplacement du fluide de ce dernier :

$Q_{cv} = hc\ S\ (t_1 - t_2)$ ……..(II-2)

Qcv : la quantité de chaleur transmise par convection exprimée en (Kcal/h).

hc : Coefficient de transfert de chaleur par convection (Kcal/h.m².°C).

S : surface d'échange (m²).

t_1 : température du fluide (°C).

t_2: température du corps solide (°C).

II-2. 3 Rayonnement :

Le transfert thermique par rayonnement est un mécanisme par lequel la chaleur se transmet d'un corps de haute température vers un autre à basse température lorsque ces corps sont séparés par un milieu transparent tel que l'air ou le vide. Le mécanisme de ce transfert se fait par le rayonnement électromagnétique. Quelque soit la température du corps qui émet le

rayonnement, on prend en compte le rayonnement entre un solide et le milieu environnant et dans ce cas nous avons la relation :

$$\boldsymbol{Q_r = C.A.\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right]}$$ **……..…….(II-3)**

Avec :

Qr : la quantité de chaleur rayonnée exprimée en (Kcal/h)

C : coefficient du rayonnement du corps (Kcal/h.m².C°).

A : surface du corps rayonnant (m²).

T_1, T_2 : températures absolues respectives de surfaces chaudes froides (°K)

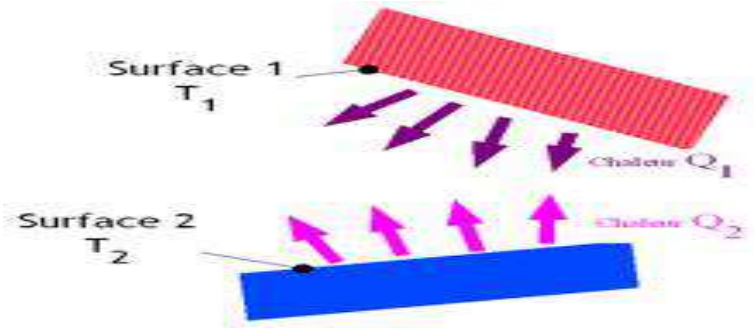


Figure (II -4) : Mode de transfert de chaleur par rayonnement

II-3 Choix de différentes parois :

On doit vérifier certain nombre de critères et principalement :

- ✓ Limiter au maximum l'échange de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.
- ✓ Assurer un certain par rayonnement entre les occupants et les différentes parois extérieures.
- ✓ Eviter la condensation superficielle et dans la masse pour les parois extérieures que peut provoquer un endommagement.

II-4 Calcul du coefficient de transmission thermique (K):

La relation utilisée pour calculer le coefficient K est:

$$\boldsymbol{K=1/\sum(Rth)=1/[(1/hi)+\sum(e/\lambda)+(1/he)]}$$ **……(II-4)**

K (w /m².c°) : coefficient de transmission surfacique.

Rth(m².c°/w: résistances thermiques de la paroi;

1/hi et 1/he (w/m².c°) : résistances thermiques superficielles interne et externe .

e (m) :l'épaisseur de la couche de matériau.

λ(w/m².c°) : la conductivité thermique du matériau. Voila les différents coefficients de transmission thermique de mur (double cloison et simple) et plancher et terrasse. [8].

	Mur double cloison	e[m]	λ[w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K[w/m^2K]
/	Air intérieur			0.11	**1.4**
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
3	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	
4	Lame d'air	0.1	0.588	0.17	
5	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
/	Air extérieure			0.06	

Tableau (II -1) : coefficient de transmission thermique du mur externe double cloison

II-4.2 Tableau: mur simple:

	Mur simple	e[m]	λ[w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K [w/m^2K]
	Air intérieur			0.11	**2.27**
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
3	Brique creuse	0.1	0.58	0.172	
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.01	
2	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	
	Air extérieure			0.11	

Tableau (II -2) : Coefficient de transmission thermique du mur simple

II-4.3 Tableau: plancher (sol):

	Plancher sol	e [m]	λ [w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K[w/m^2K]
1	Biton armé +5cm de liège	0.125	0.13	0.96	**0.83**
2	Lit de sable (terre sèche)	0.02	0.58	0.034	
3	Mortier de ciment	0.02	0.87	0.023	
4	carrelage	0.02	1.05	0.019	
	Air de local			0.17	

Tableau (II -3) : Coefficient de transmission thermique du plancher (sol)

II-4.4 Tableau: Plancher étage (première et deuxième étage):

	Plancher sol	e[m]	λ [w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K [w/m^2K]
	Local de dessus			0.09	**1.92**
1	Carrelage	0.02	1.05	0.019	
2	Mortier en ciment	0.02	0.87	0.023	
3	Lit de sable (terre sèche)	0.02	0.58	0.034	
4	Dalle (béton plein)	0.08	1.75	0.046	
5	Hourdis	0.15	1	0.15	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.0107	
7	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	
	Local de dessous			0.09	

Tableau (II-4): Coefficient de transmission thermique du plancher étage

II-4.5 Tableau: plafond (terrasse):

	Plafond terrasse	e [m]	λ[w/m.k]	Rth [m^2K/w]	K [w/m^2K]
	Air extérieur			0.05	**0.68**
1	gravillon	0.03	0.93	0.032	
2	Carte bitumé	0.01	0.17	0.058	
3	Laine de verre (isolant ou polystyrène)	0.04	0.041	0.97	
4	Dalle	0.08	1.75	0.046	
5	hourdit	0.15	1	0.15	
6	Enduit ciment	0.015	1.4	0.0107	
7	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057	
	Local de dessous		0.09		

Tableau (II-5) : Coefficient de transmission thermique du plafond

II-4.6 Calcul de coefficient de transmission (k) de mure double vitrage :

1/K=1/K_{Vn}+r_v+r_{rid}+r_{occ} (w/m².°C)……..…….....(II-5)

AN :K_{Vn}=3 (double fenètre)

r_v=0.025 m²

r_{rid}=0.030 m

r_{occ} = 0.016+e_{occ}/λ_{OCC} = 0.185

1/K=1/3+0.025+0.030+ 0.185 = 0.57

K=1.74 (w/m².°C)

II-4.7 Tableau : les fenêtres et les portes :

Désignation		K [w/m²K]
Porte	En bois	3.50
	En métal	5.80
	30% vitrage	4.00
	30-60% vitrage	4.70
	En métal ou verre	5.80
Fenêtre	En verre glissante	4.50
	En verre	5.00

Tableau (II-6) : Coefficient de transmission thermique des fenêtres et des portes

II-5 Vérification de la résistance thermique :

La résistance thermique minimale est un facteur très important et qu'on doit prendre en considération pour les calculs thermique concernant la protection du bâtiment considéré, afin d'éviter ou de vérifier :

- ✓ 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 à la perméabilité de l'air.

La résistance thermique doit vérifier la condition suivant :

R > [(Tai-Tae)] / [(Tai-Trai)].1/hi…….(II-6)

R (en m² .C°/W) représente la résistance de la paroi considérée.

Tai ,Tae représente respectivement la température de l'air intérieur et extérieur .

Trai (en C°) représente la température de rosée de l'air intérieur.

hi (en W/m² .C°) représente le coefficient d'échange superficiel intérieur.

II-5.1 Application sur le projet : Mur double croise (MDC) :

Tai = 21 ; Tae = 1 ; Trai = 10

[(Tai-Tae)] / [(Tai-Trai)].1/hi = [(21-1)] / [(21 -10)]. 0.11 = 0.2

R = 1/K = 1/1.41 =0.709 ; 0.709 > 0.2 donc il y vérifié

	Tai	Tae	Trai	R=1/k	(Tai-Tae/Tai-Trai).1/hi	R > (Tai-Tae / Tai-Trai).1/hi
MDC	21	1	10	0.709	0.2	vérifié
	18	1	7.5	0.709	0.178	vérifié
MSC	21	1	10	0.441	0.2	vérifié
	18	1	7.5	0.441	0.178	vérifié
MDV	21	1	10	0.574	0.2	vérifié
	18	1	7.5	0.574	0.178	vérifié
Terrasse	21	1	10	1.471	0.163	vérifié
	18	1	7.5	1.471	0.145	vérifié

Tableau (II-7) : Vérification de la résistance thermique

II-6 Etude de la condensation :

II-6.1 La condensation superficielle :

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

$Tpi = Ti - \frac{1}{hi}(Ti - Te)\ k$ (°C)……(II-7)

Ti : la température intérieure du local (°C).

Te : la température extérieur (°C).

hi : le coefficient d'échange superficiel de la surface intérieure($m^2 . °C /w$).

K : Le coefficient de transmission surfacique de la paroi ($w /m^2 k$).

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

II-6.1.1 Application au projet :

Contact avec l'extérieur (MDC) :

On a Ti=21 °C Te= 1 °C

Ti=21 °C , φ= 50% ⇒ Après le diagramme psychrométrique Tr=10°C

Tpi =21-0,11(21-1)1,41 ⇒ =Tpi =17.89 °C

Tpi = 17.89 °C >Trai=10°C

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

	Ti	Te	Trai	K	Tpi	Tpi> Tr
MDC	21	1	10	1.41	17.89	vérifié
	18	1	7.5	1.41	15.36	vérifié
MDV	21	1	10	1.74	17.17	vérifié
	18	1	7.5	1.74	14.74	vérifié
Terrasse	21	1	10	0.68	19.77	vérifié
	18	1	7.5	0.68	16.95	Vérifié
Poteaux	21	1	10	0.21	20.53	Vérifié
	18	1	7.5	O.21	17.60	Vérifié

Tableau (II-8) : Vérification la condensation superficielle

II-6.2 Condensation dans la masse :

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

L'humidité qui apparaît parfois dans la surface à l'intérieure même de la paroi de la construction est souvent l'origine de désordre grave, il peut s'agir de condensation

superficielle qui provoque par exemple : le décollement du papier peint, la détérioration du peinture, la formation des moisissures, il peut s'agir également de condensation dans la masse même des matériaux qui leur fait perdre leur caractéristiques d'isolation thermique.

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

II-7 Application au projet :

II-7.1 MDC (Ti=21) :

II-7.1.1 Calcul la température des parois:

$Tj = Tj-1 - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right)(Ti-Te)$ (°C)

T1=17.89– 1,41(0.014)(**21** − 1)⇒ T1= 17.49 °C

T2=17.49– 1,41(0.01)(**21** − 1)⇒ T2= 17.20 °C

T3= 17.20– 1,41(0.172)(**21** − 1)⇒ T3= 12.34 °C

T4= 12.34– 1,41(0.17)(**21** − **1**)⇒ T4= 7.54 °C

T5= 7.54– 1,41(0.172)(**21** − 1)⇒ T5= 2.68 °C

T6= 2.68– 1,41(0.01)(**21** − 1)⇒ T6= 2.39 °C

Te = 1

II-7.1.2 Détermination des pressions de saturation:

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

(Norme NF EN ISO 13788)

$P_{saturation}$= 610,5 exp($\frac{17,269T-4717,03}{T-35,85}$) pour T ≥ 273,15 K ……(II-8)

$P_{saturation}$= 610,5 exp($\frac{21,875T-5975,16}{T-7,65}$) pour T < 273,15 K ……(II-9)

T(°C)	21	17.89	17.49	17.20	12.34	7.54	2.68	2.39	1
$P_{saturation}$	2,48	2.04	1.99	1.96	1.43	1.03	0.74	0.72	0.65

Tableau (II-9) : Pression saturation dans chaque couche

II-7.1.3 Détermination des pressions partielles :

$\Phi = \frac{Pv}{Ps} \Rightarrow Pv = \varphi . Ps$ (kpa)……...(II-10)

Pvi = φ. Psi φ= 50% Pvi= 0,5.2,48 ⇒ Pvi =1,24 kpa.

Pve = φ. Pseφ= 80% Pve= 0,80.0,65 ⇒ Pve = 0,52 kpa.

Π = 2.10 -7 ($\boldsymbol{T0.81/P0}$) ($\boldsymbol{kg/m.s.Pa}$)

Référence	Mur extérieur	e($\boldsymbol{m}$)	Π ($\frac{g}{kpa.m.h}$)	$\boldsymbol{e/\pi}$ ($\frac{kpa.m^2.h}{g}$)
1	Enduit plâtre	0.005	0.073	0.068
2	Enduit ciment	0.015	0.072	0.20
3	Brique creuse	0.1	0.055	1.81
4	âme d'air	0.1	0.036	2.70
5	Brique creuse	0.1	0.016	6.24
6	Enduit ciment	0.015	0.014	1.02
				$\sum \frac{e}{\pi}$ =12.04

Tableau (II-10) : Perméabilité du matériau constituant la couche

La résistance de chaque couche

Pvn=Pve+ $\left(\frac{e_n}{\pi_n}\right).\left(\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}}\right)$ **(kpa)……...(II-11)**

$\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}} = \frac{1.24-0.52}{12.04} = 0.059$

Pv1= Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}\right)$ 0.059 = 0.52+ (0.068)0.059 = 0.524 kpa

Pv2= Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}\right)$ 0.059 = 0.52+ $(0.2+0.068)$ 0.059 = 0.535 kpa

Pv3=Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}\right)$ 0.059 = 0.52+ $(0.068+0.2+1.81)$ 0.059 = 0.642 kpa

Pv4=Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}\right)$ 0.059 = 0.52+ $(0.068+0.2+1.81+2.70)$ 0.059 =0.801 kpa

Pv5=Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}\right)$ 0.059

= 0.52+ $(0.068+0.2+1.81+2.70+6.24)$ 0.059 = 1.170 kpa

Pv6=Pve+ $\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}\right)$ 0.059

= 0.52+ $(0.068+0.2+1.81+2.70+6.24+1.02)$ 0.059 = 1.230 kpa

e (m)	0.005	0.015	0.1	0.1	0.1	0.015
$P_{saturation}$ (kpa)	1.99	1.96	1.43	1.03	0.74	0.72
$P_{partielle}$ (kpa)	1.23	1.17	0.80	0.64	0.53	0.52

Tableau (II-11). Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.

II-7.1.4 Diagramme de GLASER

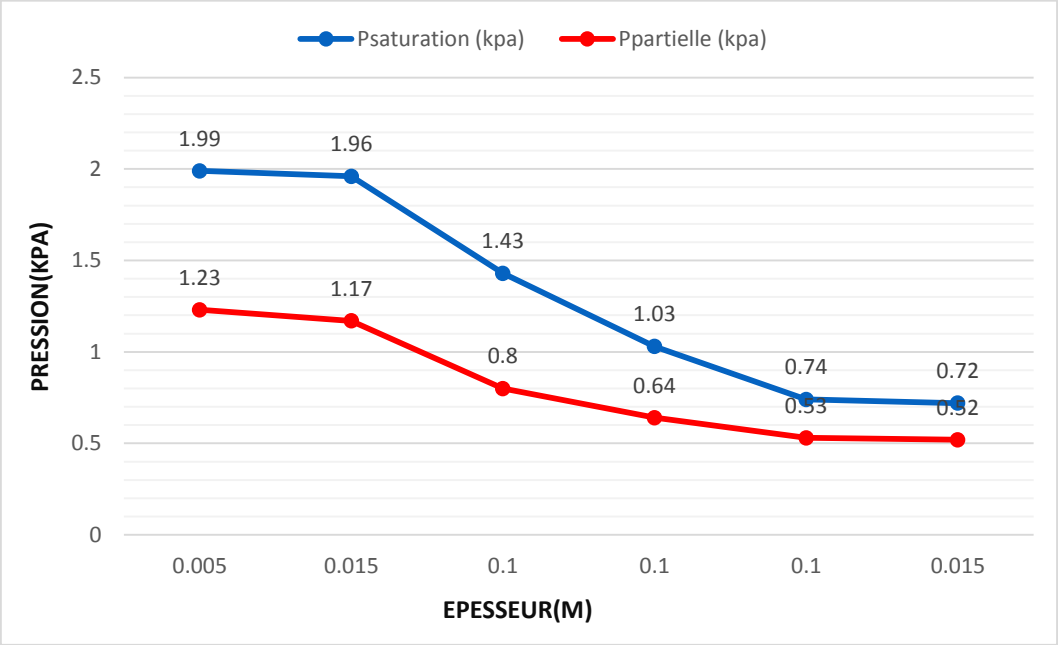


Figure (II-5) : Diagramme de GLASER pour MDC ti=21(°C)

II-7.2 MDC (Ti=18) :

II-7.2.1 Calcul la température des parois:

$Tj = Tj-1 - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right)(Ti-Te)$ (°C)

T1=15.36–1.41(0.014)(**18 − 1**)⇒ T1= 15.02 °C

T2=15.02– 1.41(0.01)(**18 − 1**)⇒ T2= 14.78 °C

T3= 14.78–1.41 (0.172)(**18 − 1**)⇒ T3= 10.65 °C

T4= 10.65–1.41(0.17)(**18 − 1**)⇒ T4= 6.57 °C

T5= 6.57–1.41 (0.172)(**18 − 1**)⇒ T5= 2.44 °C

T6= 2.44–1.41(0.01)(**18 − 1**)⇒ T6= 2.20 °C

Te= 1

II-7.2.2 Détermination des pressions de saturation:

Psaturation= 610,5 $\exp\left(\frac{\mathbf{17{,}269T-4717{,}03}}{\boldsymbol{T-35{,}85}}\right)$ pour T ≥ 273,15 K

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

T(°C)	18	15.36	15.02	14.78	10.65	6.57	2.44	2.20	1
$P_{saturation}$	2.06	1.74	1.70	1.68	1.28	0.97	0.72	0.71	0.65

Tableau (II-12) : Pression saturation dans chaque couche

II-7.2.3 Détermination des pressions partielles :

$\Phi = \frac{Pv}{Ps} \Rightarrow Pv = \varphi \cdot Ps$ (kpa)

Pvi=φ. Psi φ= 50% Pvi= 0,5.2,06 ⇒ Pvi=1,03 kpa.

Pve=φ. Pseφ= 80% Pve= 0,80.0,65 ⇒ Pve=0,52 kpa.

Référence	Mur extérieur	e(m)	$\Pi(\frac{g}{kpa.m.h})$	e/π $(\frac{kpa.m^2.h}{g})$
1	Enduit plâtre	0.005	0.064	0.077
2	Enduit ciment	0.015	0.063	0.235
3	Brique creuse	0.1	0.048	2.044
4	âme d'air	0.1	0.033	3.03
5	Brique creuse	0.1	0.014	6.743
6	Enduit ciment	0.015	0.013	1.100
				$\sum \frac{e}{\pi}$ =13.22

Tableau (II-13) : Perméabilité du matériau constituant la couche.

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

$\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}} = \frac{1.03-0.52}{13.22} = 0.038$

$P_{v1}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}\right)0.038 = 0.522$ kpa

$P_{v2}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}\right)0.038 = 0.531$ kpa

$P_{v3}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}\right)0.038 = 0.609$ kpa

$P_{v4}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}\right)0.038 = 0.724$ kpa

$P_{v5}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}\right)0.038 = 0.980$ kpa

$P_{v6}=P_{ve}+\left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}\right)0.038 = 1.022$ kpa

e (m)	0.005	0.015	0.1	0.1	0.1	0.015
$P_{saturation}$ (kpa)	1.70	1.68	1.28	0.97	0.72	0.71
$P_{partielle}$ (kpa)	1.02	0.98	0.72	0.60	0.53	0.52

Tableau (II-14) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.

II-7.2.4 Diagramme de GLASER

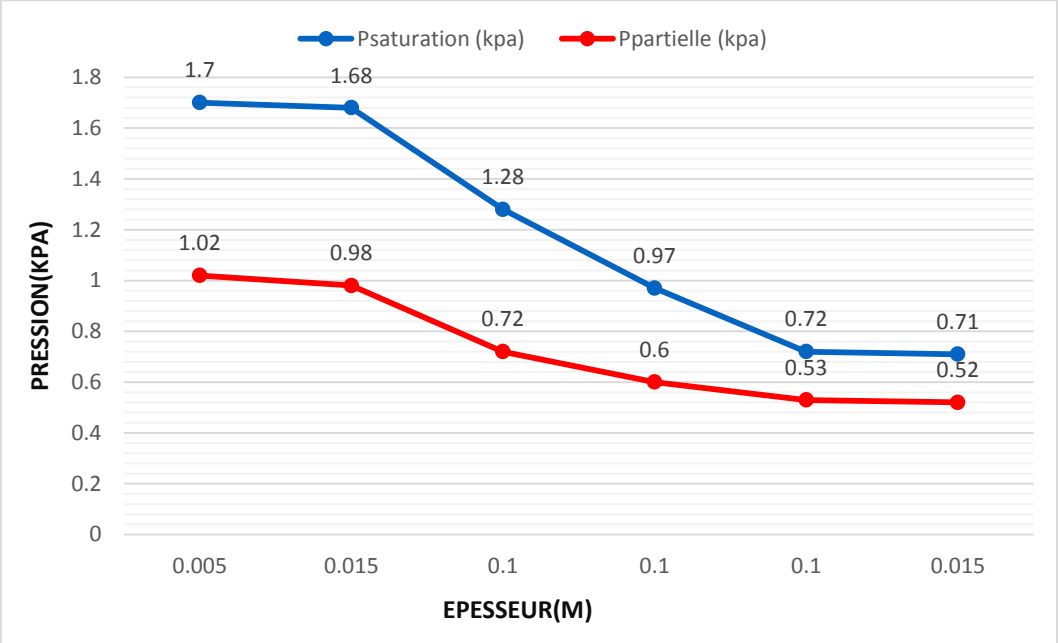


Figure (II-6) : Diagramme de GLASER pour MDC pour ti=18(°C)

II-7. 3 Terrasse (Ti=21) :

II-7. 3.1 Calcul la température des parois:

$Tj = Tj-1 - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right)(Ti-Te)$ (°C)

$T1 = 19.77 - 0.68(0.032)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T1= 19.33 °C

$T2 = 19.33 - 0.68(0.058)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T2= 18.54 °C

$T3 = 18.54 - 0.68(0.97)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T3= 5.34 °C

$T4 = 5.34 - 0.68(0.046)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T4= 4.72 °C

$T5 = 4.72 - 0.68(0.15)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T5= 2.68 °C

$T6 = 2.68 - 0.68(0.0107)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T6= 2.53 °C

$T7 = 2.53 - 0.68(0.057)(\mathbf{21-1}) \Rightarrow$ T7= 1.76 °C

II-7. 3.2 Détermination des pressions de saturation:

$Psaturation = 610{,}5 \exp\left(\frac{\mathbf{17{,}269T-4717{,}03}}{\boldsymbol{T-35{,}85}}\right)$ pour $T \geq 273{,}15$ K

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

T(°C)	21	19.77	19.33	18.54	5.34	4.72	2.68	2.53	1.76	1
$P_{saturation}$	2,48	2.30	2.24	2.13	0.89	0.84	0.73	0.73	0.69	0.65

Tableau (II-15) : Pression saturation dans chaque couche

Les pressions partielles au niveau des interfaces

II-7.3.3 Détermination des pressions partielles :

$\Phi = \frac{Pv}{Ps} \Rightarrow Pv = \varphi \cdot Ps$ (kpa)

Pvi=φ. Psi φ= 50% Pvi= 0,5.2,48 ⇒ Pvi=1,24 kpa.

Pve=φ. Pseφ= 80% Pve= 0,80.0,65 ⇒ Pve=0,52 kpa.

Référance	Terrasse	e(m)	$\Pi(\frac{g}{kpa.m.h})$	e/π $(\frac{kpa.m^2.h}{g})$
1	Gravillon	0.03	0.079	0.379
2	Carte bitumée	0.01	0.076	0.131
3	polystyrène	0.04	0.027	1.481
4	Béton	0.08	0.025	3.200
5	Hourdis	0.15	0.016	5.220
6	Enduit ciment	0.015	0.004	3.75
7	Plâtre	0.02	0.002	10.00
				$\sum \frac{e}{\pi}$ =24.16

Tableau (II-16) : Perméabilité du matériau constituant la couche

La résistance de chaque couche

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

$\frac{P_{vi}-P_{ve}}{\sum\frac{e_n}{\pi_n}}=\frac{1.24-0.52}{24.16}$= 0.029

$Pv1= Pve + \left(\frac{e_1}{\pi_1}\right) 0.029$= 0.530kpa

$Pv2= Pve + \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}\right) 0.029$= 0.534kpa

$Pv3=Pve+ \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}\right)0.029$ = 0.577kpa

$Pv4=Pve+ \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}\right) 0.029$= 0.670kpa

$Pv5=Pve+ \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}\right) 0.029$= 0.830kpa

$Pv6=Pve+ \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}\right) 0.029$= 0.930kpa

$Pv7=Pve+ \left(\frac{e_1}{\pi_1}+\frac{e_2}{\pi_2}+\frac{e_3}{\pi_3}+\frac{e_4}{\pi_4}+\frac{e_5}{\pi_5}+\frac{e_6}{\pi_6}+\frac{e_7}{\pi_7}\right) 0.029$= 1.220kpa

e (m)	0.03	0.01	0.04	0.08	0.15	0.015	0.02
$P_{saturation}$ (kpa)	2.24	2.13	0.89	0.84	0.73	0.73	0.69
$P_{partielle}$ (kpa)	1.22	0.93	0.83	0.67	0.57	0.53	0.53

Tableau (II-17) :.comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.

II-7.3.4 Diagramme de GLASER

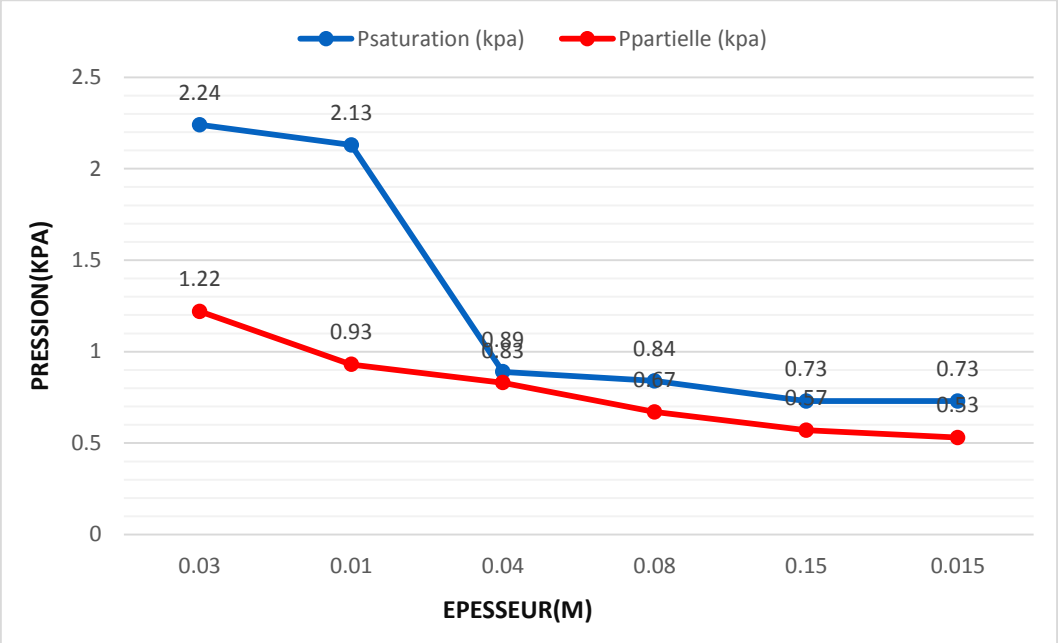


Figure (II-7) : Diagramme de GLASER pour la Terrasse à ti=21(°C)

II.7.4 Terrasse (Ti=18)

II.7.4.1 Calcul la température des parois:

$$Tj = Tj-1 - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right)(Ti-Te) \qquad (°C)$$

$T1=16.95-0.68(0.032)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T1= 16.58 °C

$T2=16.58-0.68(0.058)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T2= 15.9 °C

$T3=15.9-0.68(0.97)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T3= 4.68 °C

$T4=4.68-0.68(0.046)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T4= 4.15 °C

$T5=4.15-0.68(0.15)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T5= 2.42 °C

$T6=2.42-0.68(0.0107)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T6= 2.29 °C

$T7=2.29-0.68(0.057)(\mathbf{18-1})\Rightarrow$ T7= 1.63 °C

e (m)	0.03	0.01	0.04	0.08	0.15	0.015	0.02
$P_{saturation}$ (kpa)	1.87	1.80	0.85	0.82	0.72	0.70	0.68
$P_{partielle}$ (kpa)	1.01	0.87	0.81	0.67	0.56	0.53	0.53

Tableau (II-18) : Comparaison entre Pression de saturation et pression partielle.

II.7.4.2 Diagramme de GLASER

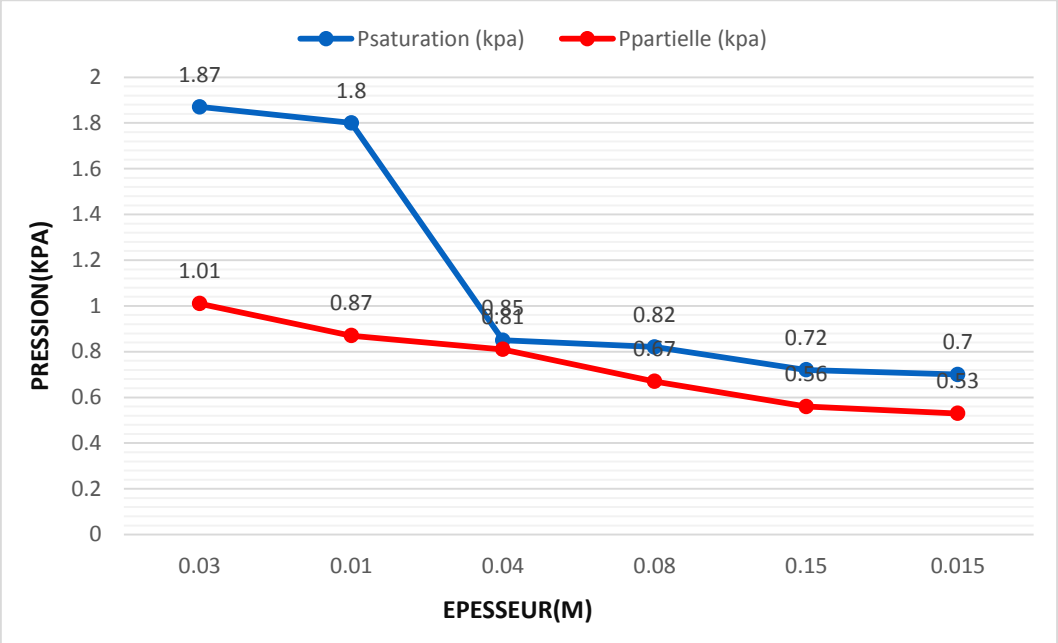


Figure (II-8) : Diagramme de GLASER pour la Terrasse à ti=18(°C)

Chapitre III :

CALCULE BILAN THERMIQUE DU PROJET

III.1 Principe du bilan thermique :

Les déperditions représentent les pertes thermiques et donc la puissance thermique qu'il est nécessaire de mettre en œuvre pour assurer le chauffage d'une pièce, d'une maison, d'un bâtiment. Les déperditions surfaciques (à travers les parois plus les ponts thermiques) ajoutées aux déperditions par renouvellement d'air (pour réchauffer l'air neuf) donnent les déperditions totales nécessaires pour le chauffage. Elles sont calculées en Watts et donnent une puissance à couvrir à minima par le système de chauffage. Elles tiennent compte de l'écart de température intérieure et température extérieure.

La détermination d'une installation consiste à calculer le bilan thermique de cette installation, c'est-à-dire la puissance calorifique à mettre en œuvre pour maintenir sa température stable.

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

On établit un calcul qui nous permet de déterminer la puissance calorifique à mettre en œuvre pour maintenir la température stable pour cela on a choisi le document technique réglementaire (D.T.R) qui nous permettra d'effectuer les calculs suivants les normes et avec une grande précision.**[1]**

III.2.1 Présentation de DTR :

III.2.1.1 Objet de DTR :

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

Pour l'été :

- ✓ Détermination des apports calorifiques des bâtiments.
- ✓ Vérification de la conformité à la DTR des bâtiments.

Pour l'hiver :

- ✓ Détermination des déperditions calorifiques des bâtiments.
- ✓ Vérification de la conformité à la DTR des bâtiments.

III.2.1.2 Domaine d'application :

Les méthodes de détermination des déperditions et des apports calorifiques du présent règlement s'appliquent à tout type de local.

La vérification réglementaire pour le chauffage et la climatisation concerne les locaux àusage d'habitation, de bureaux et d'hébergement.

Toutefois, pour les locaux à usage spécifique, les pièces du marché doivent préciser les données etle seuil à respecter afin d'assurer l'économie requise. [1]

III.3) Expression générale des déperditions :

III. 3.1 Déperditions totales d'un logement :

Déperditions totales D pour un logement, contenant plusieurs volumes thermiques, sont données par :

D = Di [w]

Ou Di représente les déperditions totales du volume i.

III.3.2 Déperditions totales d'un volume :

Déperditions totales Di pour un volume i (figure 2.1) sont données par :

Di = DT + DR [w]……..(III .1)

Ou :

- ✓ DT (w) représente les déperditions par transmission du volume i.
- ✓ DR (w) représente les déperditions par renouvellement d'air du volume i.

III. 3.2.1 Déperditions par transmission :

Pour le calcul de ces déperditions nous avons la formule suivante :

$D_T=D_S+D_{li}+D_{sol}+D_{lnc}$…….(III .2)

Sachons que :

D_T : Déperditions par transmission. (w)

D_S : Déperditions surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur. (w)

D_{li} : Déperditions à travers les liaisons. (w)

D_{sol} : Déperditions à travers les parois en contact avec le sol. (w)

D_{lnc} : Déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés. (w)

III. 3.2.1.1)Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois :

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

$D_S=K \times A \times (T_i - T_e)$ …….(III .3)

A: surface de l'élément de construction (m^2).

K: coefficient global de transmission de la chaleur (W/m^2 °C).

T_e : température extérieure (°C).

T_i : température intérieure (°C).

III. 3.2.1.2 Déperditions à travers les ponts thermiques :

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

Dli = Ki × A × ΔT = Ki × A× (Ti-Te)……..(III .4)

Pour simplifier les calculs on prend :

Dli = 0.2 × Ds

III. 3.2.1.3 Déperditions par transmission à travers les parois en contact avec le sol :

Dans ce type de déperdition on distingue trois types, les plancher bas enterrés, les murs enterrent et les planchers hauts enterrent. Pour ce qui concerne l'immeuble étudié, on trouve deux parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterré de parois.

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

Dsol = Ks ×A ×ΔT……..(III.5)

III. 3.2.1.4 Déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffé :

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

D_{lnc} = Tau × [Σ(K × A × ΔT) + Σ(Kl × L × ΔT)] (w)…….……(III .6)

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

$$Tau = \frac{\text{ti-tn}}{\text{ti-te}} = \frac{\text{de}}{\text{de-ac}} \quad \text{……..……(III .7)}$$

Avec : ti: température intérieure. (°C)

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

te : température extérieure. (°C)

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

de: déperditions du local non chauffe vers l'extérieur. (w. $°C^{-1}$)

Calcul des températures non chauffées :

$t_n=t_i – [(t_i – t_e)(\frac{de}{de+ac})]$

III.3.2.2 Déperditions par renouvellement d'air :

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

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

Les déperditions par renouvellement d'air de l'immeuble ont pour expression

Dr=0.34 (Qv+Qs ……...(III.8)

Q_v= MAX [(0.6×V_h), Q_{vref}]……..(III .9)

$$Q_{vref} = \frac{(5Qvmin - Qvmax)}{6} \quad \text{……(III .10)}$$

Qs =Ppi × evi …….....(III.11)

Ppi=Poj × Aj ……...(III.12)

0.34 : la chaleur volumique d'air.

Qv : le débit volumique de ventilateur.

Qs : le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur.

Vh : volume habitable.

Q_{vref} : le débit extrait de référence.

evi : coefficient d'exposition au vent effectue aux parois.

Ppi : infiltration dues à l'air de la paroi. (m/h)

P0j : infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant. (m/h.m²), **Q_{vmin}** : Annexe Tableau A.5.

Q_{vmax} : Annexe Tableau A.6.

Aj : surface de l'ouvrant. (m²)

III.4 Application on projet :

III.4.1 Calcul des températures des locaux non chauffées :

Tau est donné par la formule suivante : $T_{au} = \frac{t_{i-t_n}}{t_{i-t_e}} = \frac{d_e}{d_{e-a_c}}$ (chapitre 6.DTR 3-2).

- Cas de sous sol :

R > 0.2 $\Rightarrow T_{au}=0.8$ (Tableau 6.5.DTR 3-2).

$(t_{i-t_n}) = T_{au}(t_{i-}t_e) \Rightarrow t_n = t_i - T_{au}(t_{i-}t_e) \Rightarrow t_n = 21 - 0.8(21-1) \Rightarrow t_n = 5$ °C

Sous-sol	
Local	T (°C)
Parking	5

Tableau (III-1) : Températures des locaux non chauffées du sous-sol

- Cas des vide sanitaires : T_{au} =0.45 $\Rightarrow$ t_n = 12 °C

RCD	
Local	T (°C)
WC (H)	12
WC (F)	12

Tableau (III-2) : Températures des locaux non chauffées du RDC

Etage 01	
Local	T (°C)
WC (H)	12
WC (F)	12

Tableau (III-3) : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 01

- Cas des vide sanitaires : T_{au} =0.65⇒t_n = 8 °C

Etage 02	
Local	T (°C)
WC	8
SDB	8

Tableau (III-4) : Températures des locaux non chauffées de l'Etage 02

III.4.2 Calcul la déperdition (exemple de calcul le bureau pour agent 1) :

$D_{tot}=D_t+D_r$

D_t= Ds+Dli+Dsol

la déperdition de bureau pour agent 1 :

Parois	Orient°	Type des murs	Long (m)	Haut (largeur) (m)	Surface (m²)	Coefficient k (w /m².C°)	Température (C°)	Différence de température (C°)	Dép DS (W)
Mur 1	NO	MDC	3.60	3.74	10.10	1.4	1	20	282.91
Mur 2	NE+	MS	3.2	3.74	11.96	2.27	12	9	244.34
	NO	MS	0.31	3.74	1.15	2.27	18	3	7.83
		MS	1.65	3.74	4.49	2.27	18	3	30.57
Mur 3	SE	MS	3.15	3.74	11.78	2.27	21	0	0
Mur 4	SO	MDC	4.95	3.74	15.71	1.4	1	20	439.96
Dalle	--	--	4.95	3.60	15.82	1.92	5	16	485.99
Plaf	--	--	4.95	3.60	15.82	1.92	21	0	0
Porte	NE	BOIS	0.8	2.1	1.68	3.5	18	3	17.64
Fenêtre	SO	VERRE	2.4	1.4	3.36	4.5	1	20	302.4
		VERRE	1	1.4	2.8	4.5	1	20	252
DS(w) : Somme de la déperdition surfacique à travers les parois									1577.65
Dli(w) :0.2 DS : Déperdition à travers les liaisons									315.53
Dsol (w) : Déperdition à travers les parois en contact avec le sol									485.99
DT(w) : Déperditions par transmission									2379.17
DR(w) : Déperditions par renouvellement l'air									1618.13
D (w) : Déperditions totales pour un logement									3997.3

Tableau(III-5) : la déperdition de bureau pour agent 1

D_s=K×S × (Ti-Te)

D_{li}=D_s×0.2

D_{sol}=K×S × (T_i- T_e)

Dr=0.34 (Q_v+Q_s).

III.4.3 Calcule la déperdition par renouvellement d'air (bureau pour agent 01) :

Dr = 0.34× (Qv+Qs) ×ΔT

Drv = 0.34×Qv ×ΔT

Drs = 0.34×Qs ×ΔT

Qv = Max [(0.6×Vh) ; Qréf]

Qréf = 227.5

Vh = 15.82×3.74 = 59.16 ⇒0.6×Vh = 59.16 × 0.6 = 35.50

Drv=0.34×227.5×(21-1) ⇒Drv= 1547 w

Drs=0.34×Qs×ΔT

Qs=$\sum(\boldsymbol{P_{0j}} . \boldsymbol{A_j})\boldsymbol{e_{vj}}$

Drs= 0.34×$\boldsymbol{e_{vj}}$ [$\sum(\boldsymbol{P_{0j}} . \boldsymbol{A_j})\mathbf{\Delta T}$]

Drs=0.34×0.4 [(1.68×6)×(21-18)+ (6.16×4) (21-1)] ⇒Drs = 71.130 w

Dr = Drv+Drs⇒ Dr=1547+71.13 ⇒ Dr=1618.13 w

III.4.4 Vérification réglementaire :

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

$D_T \leq 1.05\ D_{réf}$……...(III.13)

D_T : Les déperditions par transmission de l'immeuble (W)

$D_{réf}$: Les déperditions de référence(W)

Dréf = a ×S1+ b × S2+ c × S3 + d × S4 + e × S5……...(III.14)

S (en m^2) : représentent les surfaces des parois à travers lesquelles il y a des déperditions.

Elles concernent respectivement :

- S1: la toiture.
- S2: le plancher bas y compris les planchers bas donnant sur des locaux non chauffés.
- S3: les murs.
- S4: les portes.
- S5: les fenêtres

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

Zone	Immeuble collectif				
	A	B	C	d	E
B'	0.9	2.40	1.20	3.50	4.5

Tableau (III-6) : Coefficients a, b, c, d, e

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

Dréf = [0.9 × 106.63×(21-1) + 0.9 × 103.19 × (18-1)] +[2.4 × 329.28 ×(21-5)]
+[1.20×547.41×(21-1)+ 1.20×84.47×(18-1)]+ [3.50×5.72 ×(18-1)]+ [4.5 × 57.4 ×(21-1)+ 4.5 × 21.02 × (18-1)] ; Dréf = 37807 w

$1.05 \times D_{réf}$ = 39697.85 w ; 38187.13w < 39697.85 w

$D_T < 1.05 \times D_{réf}$ donc la condition est vérifiée.

III.5 Déperditions thermiques total de projet : RDC :

Bureaux	DS	Di	Dli	Dsol	DT	DR	D tot (W)
BA1	1577.65	-	315.53	485.99	2379.17	1618.13	3997.3
SD	765.17	-	153.03	491.52	1409.72	1587.66	2997.22
BA2	851.45	-	170.29	587.98	1609.72	1587.66	3197.38
ST	806.94	-	161.38	466.94	1435.26	1587.66	3022.92
BA3	1052.75	-	210.55	582.45	1845.75	1581.57	3427.32
FC	1869.07	-	373.81	1817.69	4060.57	1554.19	5614.76
BA4	421.94	-	84.38	536.49	1042.81	1551.11	2593.92
SI	810.93	-	162.18	488.44	1461.55	1551.11	3012.66
HL1	688.56	-	137.71	829.44	1655.71	1412.29	3068
BCF	1374.17	-	274.83	672.76	2321.76	1555.22	3876.98
SR	776.09	-	155.21	354.20	1285.5	1555.22	2840.72
WC	-	119.08	-	-	-	-	119.08
GC	367	-	73.4	573.23	1013.63	1551.11	2564.74
SA	-91.05	-	-18.21	614.4	505.13	1314.95	1820.08
EC1	-872.24	-	-174.44	1612.8	566.11	1293.88	1859.99

Tableau (III-7) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois du RDC

Etage 1:

Bureaux	DS	Di	Dli	Dsol	DT	DR	D tot
BA5	2185.13	-	437.02	0	2622.15	1618.13	4240.28
CSC	765.17	-	153.03	0	918.20	1587.66	2505.86
BA6	1586.42	-	317.28	0	1903.70	1587.66	3491.36
CSG	806.94	-	161.38	0	968.32	1587.66	2555.98
BA7	2366.48	-	473.29	0	2839.77	1581.57	4421.34
BA8	1531.12	-	306.22	0	1837.34	1551.11	3424.45
CSR	760.1	-	152.02	0	912.12	1551.11	2472.23
CSE	1026.7	-	205.34	0	1232.04	1551.11	2783.15
HL2	139.31	-	27.86	0	167.17	1314.95	1482.12
BCI	1696.15	-	339.23	0	2035.38	1555.22	3590.2
SR	998.06	-	155.21	199.61	1352.88	1555.22	2908.1
WC	-	135.26	-	-	-	-	135.26
GC	594.91	-	118.98	35.48	749.37	1551.11	2300.48
SA	-54.97	-	-10.99	-41.32	-107.28	1314.95	1207.67
EC2	-688.36	-	-137.67	-66.52	-892.55	1292.85	400.3

Tableau (III-8) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 1

Etage2 :

Bureaux	DS	Di	Dli	Dsol	DT	DR	D tot
SJ1	1994.92	-	398.98	32.37	2426.27	1348.76	3775.03
SJ2	1546.75	-	309.35	32.37	1888.47	1348.76	3237.23
WC1	-	214.47	-	-	-	-	214.47
CS1	1105.92	-	221.10	-92.16	1234.86	1142.95	2377.81
CH1	877.22	-	175.44	4.26	1056.92	1348.76	2405.68
CH2	823.14	-	164.62	33.69	1021.45	1348.76	2370.21
CH3	801.82	-	160.36	216.54	1178.72	1348.76	2527.48
CH4	937.63	-	187.52	116.90	1242.05	1348.76	2590.81
CS2	739.96	-	147.99	-106.67	781.28	1142.95	1924.23
WC2	-	195.55	-	-	-	-	195.55
HL3	349.09	-	69.81	-75.6	343.30	1105.78	1449.08
EC3	827.59	-	165.51	-39.42	953.68	1122.24	2075.92
HL4	305.74	-	61.14	-70.56	296.32	1105.78	1402.1

Tableau(III-9) : Déperditions thermiques à travers les différentes parois de l'Etage 2

Déperditions thermiques total:

Niveaux	D_t (W)
RDC	43894.15
ETAGE 01	37789.52
ETAGE 02	26135.58
$\sum \boldsymbol{D_{tot}}$ (w)	**107819.25**

Tableau (III-10) : Déperditions thermiques total

Chapitre IV :

LE CHOIX DES EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE

IV.1 Systèmes de chauffage:

IV.1.1 Chauffage individuel :

Le chauffage individuel est un chauffage d'une pièce par un ou plusieurs appareils de chauffage qui sont installés. Ces appareils de chauffe transformeront l'énergie pour chauffer une pièce. Il permet non seulement de choisir son énergie pour se chauffer (électricité, gaz, fioul,) mais aussi de maitriser sa consommation selon ses envies, à l'aide de systèmes de régulation sophistiqués.

IV.1.2 Chauffage central :

Le chauffage central désigne le mode de chauffage par lequel un ensemble de pièces est chauffé au même temps ; cela, à partir d'un seul générateur de chaleur appelé chaudière. La chaleur acheminée au moyen d'un fluide caloporteur (eau chaude) dans des tuyaux vers les corps de chauffe situés dans les différents locaux. [3]

Avantages du chauffage central :

• Cout d'investissement faible,

• Pollution atmosphérique réduite.

IV.1.3 Chauffage collectif :

Le chauffage collectif est un système écologique produisant de la chaleur de manière centralisée. Cette dernière est ensuite distribuée dans un rayon déterminé en vue de garantir l'approvisionnement en chauffage et en eau chaude sanitaire à tout type d'utilisation. [3]

Avantages chauffage collectif :

• Des économies liées au stockage et à l'achat du combustible nécessaire au chauffage,

• Des économies en surface habitable.

IV.2 Différents modes de chauffage :

- ✓ Le chauffage électrique s'appuie sur ce qu'on appelle en physique l'effet joule. Les avantages du chauffage électrique: Une installation très simple et peu onéreuse, Sain, propre et écologique, Un tarif réglementé et modulable, Entretien facile , Un large choix de radiateurs, une installation sûre, Facile à réguler.
- ✓ Le chauffage GPL est une très bonne solution pour un logement bien isolé non relié au réseau gaz. Il est cependant nécessaire d'installer une citerne GPL, c'est-à-dire prévoir un espace pour stocker le gaz propane butane.
- ✓ L'hydrodistribution en pieuvre est un standard en construction neuve utilisé pour la distribution de l'eau sanitaire et aussi de chauffage. Ce système possède de nombreux avantages notamment la fiabilité étant donné que le tube en PER utilisé pour

l'hydrodistribution en pieuvre résiste à la corrosion, au tartre et à la détérioration.sa facilité d'adaptation suivant le besoin. elle est facile à installer et modifier.et fait gagner un temps considérable sur le chantier.

- ✓ Le chauffage au bois peut se faire avec un poêle ou une cheminée. C'est un mode de chauffage très écologique au pouvoir calorifique important. Sans prix varie peu et, avec un récupérateur de chaleur, il offre un bon rendement.
- ✓ L'énergie géothermique Contrairement à d'autres sources d'énergie, la géothermie utilise uniquement des éléments naturels qui sont notamment la chaleur de la Terre et l'eau. Ainsi, aucune réaction chimique ou physique n'est nécessaire. Constamment, ces sources naturelles sont renouvelées, et c'est donc une énergie renouvelable car elle est complètement inépuisable. Il est également important de préciser que cette énergie qu'est la géothermie n'a aucun impact sur l'environnement.
- ✓ Le plancher chauffant Ce système est relativement esthétique, il est totalement invisible et l'absence de radiateurs permet de libérer de l'espace. Il est totalement silencieux contrairement à certains systèmes de chauffage ou radiateurs. Autre point positif, le plancher chauffant nécessite très peu d'entretien une fois installé. De plus, cet équipement a l'avantage d'être adapté à toutes les formes d'énergies : gaz, fioul, géothermique, électrique ou solaire. le chauffage au sol est financièrement très intéressant à l'utilisation puisqu'il permet une économie d'énergie d'environ 15% comparé à un chauffage traditionnel. [4]

IV.3 Choix des radiateurs:

IV.3.1 Les radiateurs :

Un radiateur est une surface chauffante qui transfère une partie importante de sa chaleur par rayonnement thermique et le reste par convection.

La convection est le processus par lequel la chaleur est transférée lorsque l'air froid circule sur la surface chaude d'un matériau solide. La chaleur radiante est l'énergie thermique transférée d'un objet à un autre sans que ces objets soient en contact direct.

Le transfert de chaleur d'un radiateur est généralement réparti également entre le rayonnement thermique et la convection, bien que cela puisse varier en fonction de la conception du radiateur. Les radiateurs peuvent être équipés de panneaux de convection derrière ou entre les panneaux à rayonnement thermique, leur permettant de transférer une plus grande quantité de chaleur par convection.

Ainsi, la capacité de chauffage totale est augmentée. Le rayonnement thermique d'un radiateur ne réchauffe pas immédiatement l'air dans une pièce, mais est plutôt absorbé par les objets, les murs et les personnes dans la pièce. Au fur et à mesure que les objets chauffent, ils chauffent l'air qui les entoure par convection. La capacité de chauffage d'un radiateur donné dépend généralement de la différence de température entre le fluide traversant le radiateur et la température de l'air de la pièce.

Une plus grande différence de température entraînera une plus grande production de chaleur. La capacité de chauffage nominale d'un radiateur est spécifiée pour un ensemble de conditions standard en termes de températures de départ, de retour et de la pièce. La puissance calorifique réelle d'un radiateur donné pour un ensemble donné de conditions non standard peut être calculée à l'aide de tables de conversion ou d'exposants de radiateur. Il existe plusieurs types de radiateurs : radiateur en fonte, radiateur à ailettes en alliage, radiateur à accumulation, panneau rayonnant, radiateur décoratif, radiateur soufflant, à gaz, etc…



Figure (IV-1): radiateur

IV.3.1.1 Calcule Puissance thermique d'un radiateur :

La puissance thermique d'un radiateur s'obtient par la formule suivant :

P = h.s. ΔTn…….(IV-1)

H : est le coefficient de déperditions thermique de la pièce (W/K).

S : est la surface d'échange du radiateur (m2).

ΔTn : est la déférence de température normalisée du corps de chauffe, et ayant pour valeur générale 60 (°C)

ΔTn = [(Td-Tr)/2]-Ti……(IV-2)

Pour notre projet on va prendre : Td=80 °C ; Tr=60 °C.

A.N :

ΔTn = [(80+60)/2]-21

ΔTn = 49 °C Dans le cas ou ΔT diffère de cette ΔT diffère de cette on va utiliser la formule suivante pour déterminer la valeur de la nôtre Corps de chauffe :

Pcorps de chauffe = dep / (ΔTn/50)$^{1.3}$……..……(IV-3)

Exemple de calcul : Soit local(01) de surface 21.9m², ayant pour valeur des déperditions 3876.98W avec ΔT = 49 °C On doit faire une correction :

Pcorps de chauffe = dep/(ΔTn/50)$^{1.3}$ D'où la puissance de notre radiateur sera P = 3996.88w Pour notre cas on choisi un radiateur d'après [10] les catalogues CHAPPEE ANTHEA acier tubulaire De puissance nominale pn = 4014 W

IV.3.1.2 Puissance thermique totales des autres locaux :

Pour les autres locaux les résultats sont résumés dans les tableaux suivants :

- **RDC :**

Local	T(°c)	T(°c)	Déperdition (w)	Puissance Radiateur(w)	N° de l'élément	modale	Puissance Nominale (w)
BA1	21	49	3997.3	4120.92	28 28	4T 4T	2358 2358
SD	21	49	2997.22	3089.91	20 20	4T 4T	1684 1684
BA2	21	49	3197.38	3296.26	20 20	4T 4T	1684 1684
ST	21	49	3022.92	3116.41	20 20	4T 4T	1684 1684
BA3	21	49	3427.32	3533.31	22 22	4T 4T	1852 1852
FC	21	49	5614.76	5788.41	26 26 26	3T 3T 3T	2007 2007 2007
BA4	21	49	2593.92	2674.14	32	4T	2694
SI	21	49	3012.66	3105.83	20 20	4T 4T	1684 1684
HL1	18	52	3068	2921.90	26 26	2T 2T	1485 1485
BCF	21	49	3876.98	3996.88	26 26	3T 3T	2007 2007
SR	21	49	2840.72	2928.57	26 26	2T 2T	1485 1485
GC	21	49	2564.74	2644.06	32	4T	2694
SA	18	52	1820.08	1733.40	22	4T	1852
EC1	18	52	1859.99	1771.41	22	4T	1852

Tableau(IV-1) : Puissances des radiateurs (rez-de-chaussée)

- **1erEtage :**

Local	T(°c)	T(°c)	Déperdition (w)	Puissance Radiateur(w)	N° de L'élément	modale	Puissance Nominale (w)
BA5	21	49	4240.28	4371.42	28 28	4T 4T	2358 2358
CSC	21	49	2505.86	2583.36	32	4T	2694
BA6	21	49	3491.36	3599.34	22 22	4T 4T	1852 1852
CSG	21	49	2555.98	2635.03	32	4T	2694
BA7	21	49	4421.34	4558.08	28 28	4T 4T	2358 2358
BA8	21	49	3424.45	3530.36	22 22	4T 4T	1852 1852
CSR	21	49	2472.23	2548.69	32	4T	2694
CSE	21	49	2783.15	2869.22	26 26	2T 2T	1485 1485
HL2	18	52	1482.12	1411.54	26	2T	1485
BCI	21	49	3590.2	3701.23	22 22	4T 4T	1852 1852
SR	21	49	2908.1	2998.04	18 18	4T 4T	1516 1516
GC	21	49	2300.48	2371.62	32	4T	2694
SA	18	52	1207.67	1150.16	18	3T	1154
EC2	18	52	400.3	381.23	10	2T	475

Tableau(IV-2): Puissances des radiateurs (1erEtage**)**

2^{éme}Etage :

local	T(°c)	T(°c)	Déperdition (w)	Puissance Radiateur(w)	N° de l'élément	modale	Puissance Nominale (w)
SJ1	21	49	3775.03	3891.78	26 26	3T 3T	2007 2007
SJ2	21	49	3237.23	3337.35	20 20	4T 4T	1684 1684
CS1	18	52	2377.81	2264.58	32	4T	2694
CH1	21	49	2405.68	2480.08	32	4T	2694
CH2	21	49	2370.21	2443.51	32	4T	2694
CH3	21	49	2527.48	2605.64	32	4T	2694
CH4	21	49	2590.81	2670.93	32	4T	2694
CS1	18	52	1924.23	1832.6	22	4T	1852
HL3	18	52	1449.08	1380.07	18	3T	1390
EC3	18	52	2075.92	1977.06	26	3T	2007
HL4	18	52	1402.1	1335.33	16	4T	1347

Tableau (IV-3): Puissances des radiateurs (2^{éme}Etage**)**

IV.4 Choix de la chaudière :

IV.4.1 Calcule de la puissance de chaudière à installer :

La puissance de la chaudière à installer dans un logement est donnée par la formule suivante :

P chaudière = 1,1.Pcorps de chauffe …….…….....(IV-4)

A.N : P chaudière = 1,1×114843 = 126327.3 W

P chaudière =126327.3W = 126.32 KW

Pour notre cas on a choisi une chaudière qui alimentant les circuits d'après [11] le catalogue CHAPEE notre choix c'est porté la chaudière de type C.

Modèle	ARIZONA PROGRESS C
Puissance calorifique nominale (kw)	150
Type générateur	chauffage
Contenance en eau(l)	285
Température de fumée (°c)	175
Raccordement départ / retour (mm)	65
Poids (kg)	599

Tableau (IV-4): Caractéristiques de la chaudière

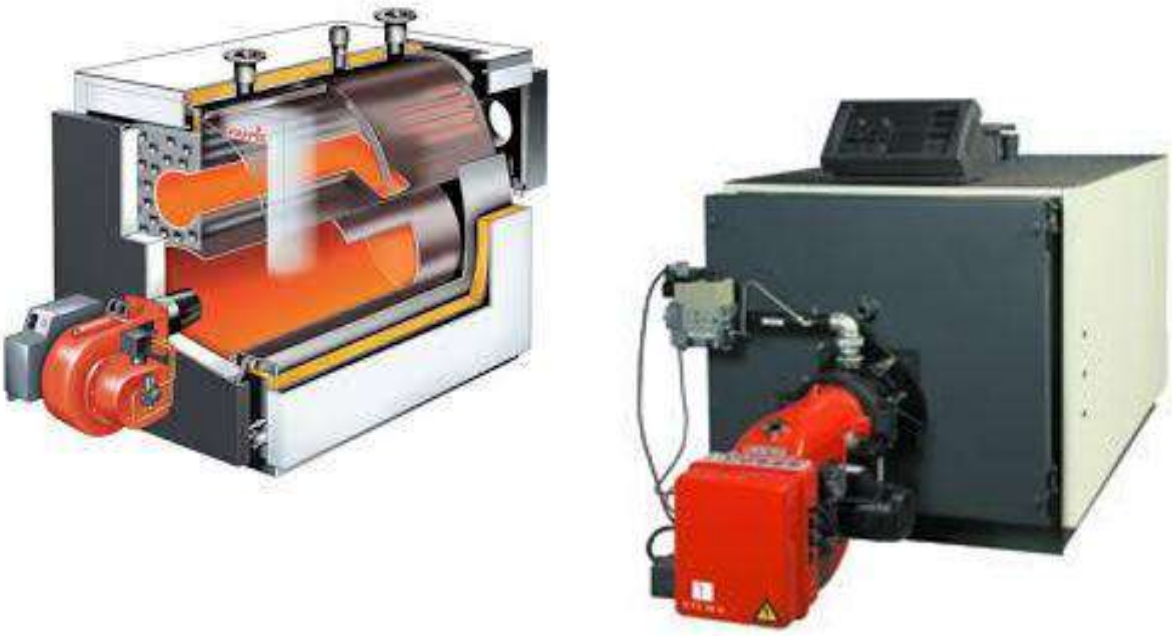


Figure (IV-2) : Chaudière du groupe CHAPEE

.5 Dimensionnent de la chemine:

IV.5.1 Chemine :

La cheminée est le conduit (conduit de fumée), construit en dur, qui véhicule et confine les fumées, la vapeur d'eau, les autres gaz de combustion, éventuellement toxiques, d'un quelconque foyer, ouvert ou fermé, brûlant, afin de les évacuer ou, plus rarement, de les traiter. Le terme « cheminée » désigne également, par métonymie, l'âtre, le foyer. Vu de l'extérieur, la cheminée désigne couramment la « souche », l'extrémité du conduit à fumée dépassant du toit du bâtiment.

Ce terme désigne aussi, surtout dans l'industrie, un édifice séparé du reste des constructions, un corps de construction complètement autonome. Les navires, les locomobiles et les locomotives à vapeur ont en ce sens des cheminées, même si ce sont de simples tuyaux cylindriques : la combustion est faite à l'extérieur du moteur avec du combustible dans une chambre ou un foyer de combustion. Pour les véhicules à moteur à combustion interne, c'est plutôt un pot d'échappement ou une tuyère.

D'un point de vue intérieur, la cheminée n'est autre que l'âtre, la cheminée ornementale d'appartement, c'est-à-dire l'espace aménagé autour du foyer ouvert comportant sur son dessus une hotte et dont le fond porte une plaque de cheminée, appelée aussi « taque » ou « contre cœur » et destinée à capter la chaleur. Cet espace autrefois important se distingue en ce sens des fours, des fourneaux ou des poêles.



Figure (IV-3) : Cheminé

IV.5.2 Dimensionnement de la chemine :

Le tirage de la cheminée sera calculé par la relation suivante :

Hchemine = h.(ρe - ρi)…….……...(IV-5)

H : représente la hauteur de la cheminée (m)

Il est donne par la formule suivent :

h = hB+1…….……....(IV-6)

hB : représente la hauteur du bâtiment (m)

ρe : représente la masse volumique de l'air extérieur (kg/m3)

ρi : représente la masse volumique des gaz combustion (kg/m3)

Schemine = Pchaudiére / [$(10^6 . (\frac{h}{10})^{0.5}$]…….(IV-7)

Pchaudiére : représente la puissance de la chaudière (W)

IV.5.3 application au projet :

On a la hauteur de notre administration est à 15.28 m ce qui nous donne $hcheminé$=15.28 m.

On prend ρe=1.293 kg/m3 ; et ρi= 0.927 kg/m^3.

A.N :

h=15.28 (1.293- 0.927) = 5.592 m. .

Pour le calcul de la section de la cheminé, on emploi l'équation de HERODY :

On P chaudière = 126.32 KW

Donc : S = 0.16 $m2$.

IV.6 Chaufferie :

IV.6.1 chaufferie :

Une chaufferie est une installation de production d'énergie sous forme de chaleur, destinée à chauffer un ou plusieurs bâtiments. Elle peut être pour un chauffage central.

Une chaufferie peut comporter plusieurs chaudières avec des combustibles différents. On parle alors de chaufferie mixte (exemple bois-gaz).

Lorsqu'une chaufferie permet de chauffer plusieurs bâtiments, on doit implanter un réseau de chaleur.

IV.6.2 Ventilation de la chaufferie :

La ventilation a pour objectif d'évacuer les pertes de chaleur des équipements de combustion afin de maintenir une température acceptable au sein du local contenant ces appareils. En outre, la ventilation assure la qualité de l'air en amenant l'air frais et en évacuant l'air vicié.

On prévoira une ventilation naturelle pour la chaufferie par deux ouvertures :

- ✓ Une ouverture basse pour la pénétration de l'air.
- ✓ Une ouverture haute pour l'évacuation de l'air vicié.

Les sections des deux ouvertures basse et haute sont données par les relations suivantes :

Souvertures haute = Schemine/2 …….....(IV-8)

Souvertures basse = Schemine + Souverture haute …….....(IV-9)

A.N: S ouverture haute =0.16/2=0.08m2

S ouvertures basse = 0.16+ 0.08 = 0.24 m2

IV.7 Choix du vase d'expansion:

La vase d'expansion est un élément important de toute installation de chauffage. Il est intégré directement dans la chaudière ou installé à proximité. Son rôle principal est d'absorber les variations de volume de l'eau générées par les changements de température. Son second rôle est de garder une pression constante dans le circuit de chauffage afin d'éviter qu'il ne se détériore.

IV.7.1 Calcul du volume nominal minimal du vase d'expansion :

Le volume de vase d'expansion Vn se calcule d'après la relation suivante :(selon EN 12828)

Vn = (Ve+ Vv) /((0.9.PSV+1) – ($T_{\wedge}$+1)) /(0.9PSV+1) …….....(IV-10)

V net = (Ve+ Vv)

PSV : Pression de tarage soupape de sécurité (pression de service de la chaudière donnée par le fournisseur

$T_{\wedge}$: Pression initiale, obligatoirement supérieure à la pression minimale Tpo de +0.3bar, soit

$T_{\wedge}$ = HST /10+0.3+ pD

Avec :

HST : hauteur statique de l'installation du point le plus haut au raccordement du vase d'expansion

Tpo : Pression minimale .elle est définie par la HST (hauteur statique)et la pD (pression d'évaporation ,cas d'installation solaire par exemple)

Application nématique sur le projet :

Prenons une installation de chauffage centrale avec un chaudière de 150 kW avec un réseau de radiateur fonctionnant à une régime de retirance d'eau 60/80 °C entre le vase expansion en chaudière et le dernier radiateur ,la hauteur est de 14.28 mètres

1. Calcule du volume d'eau de installation « VA » : 150 kW × 9 litres / kW = 1350 litres.
2. Calcule du coefficient « e » avec température maxi de 80 °C : 0.0287.
3. Calcule de la capacité du vase et du volume de vase VN.

PSV: pression de tarage soupape moins 10% soit 4 bar – 0.4 bar = 3.6 bar.

Pa : pressions initiale =14.28mètres (soit 1bar) +0.3 bar= 1.3 bar.

Volume à absorber ou volume d'expansion = 1350 × 0.0287=38.8 litres +le volume de réserve = 0.5% de VA = 6.75 litres

Soit un V net de 45.55litres

Capacité de vase d'expansion = 45.55 /((3.6 +1)-(1.3+1)) /(3.6+1)

= 21.23 /((4.6-2.3))/4.6 = 91.1 litres

On choisira donc vase de volume nominale VN = 100 litres avec une périssions supérieur à 4 bar

D'après [12] le catalogue de RESERVOIRS on sélectionne une vase d'expansion de type :

Modèle	RESERV-100L-6B-VT-M
Réf. Article	66292
Capacité en litre	100
Hauteur en (mm)	810
Diamètre de raccordement	460
Pression de service en bar	6
Température	-10 à + 100
Diamètre	3/4"

Tableau (IV-5): Caractéristiques de la vase d'expansion



Figure (IV-4) : Vase d'expansion

Chapitre V :

Système de régulation

V.1 Introduction :

Le système de régulation peut prendre en compte les besoins d'une pièce en particulier grâce à des robinets thermostatiques installés sur les radiateurs. Il est là pour maintenir la température ambiante à une valeur choisie en prenant en compte les apports gratuits de chaleur. La réalisation d'une régulation se fait donc :

En mesurant la valeur réelle de la grandeur physique à régler.

En la comparant avec le point de consigne.

En agissant sur la grandeur de réglage (température ou début d'un fluide), pour réduire l'écran constante. [5]

V.2 Boucle régulation:

- ✓ Une boucle de régulation comprend :
- ✓ Un organe de diction de la grandeur à règle.
- ✓ Un régulateur compare la valeur instantanée de la grandeur à règle avec la valeur de consigne de cette grandeur. Un cas d'écran de réglage constant élabore certaines bases de calcul une certaine grandeur de réglage.
- ✓ Un organe de réglage : qui peut être une vanne ou un registrer ses dernières sont pilotés par un actionneur tel que servomoteur que reçoit la grandeur de régulateur.

V.3 Appareils de régulation utilisée dans le système de chauffage:

V.3.1 Thermostat : est un dispositif permettant de maintenir un système (appareil, machine, moteur, etc.) à une température relativement stable.



Figure (V-1) : Thermostat

V.3.2 Sonde : c'est un organe de détection de température dans la régulation électronique.



Figure (V-2) : Sonde de température

V.3.3 Vanne : est une dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation) la vanne à trois voies est la plus utilisé dans l'installation de chauffage et on a deux types de vanne à trois vois :

Vanne à trois vois mélangeuse : elle a deux entrées et une sortie.

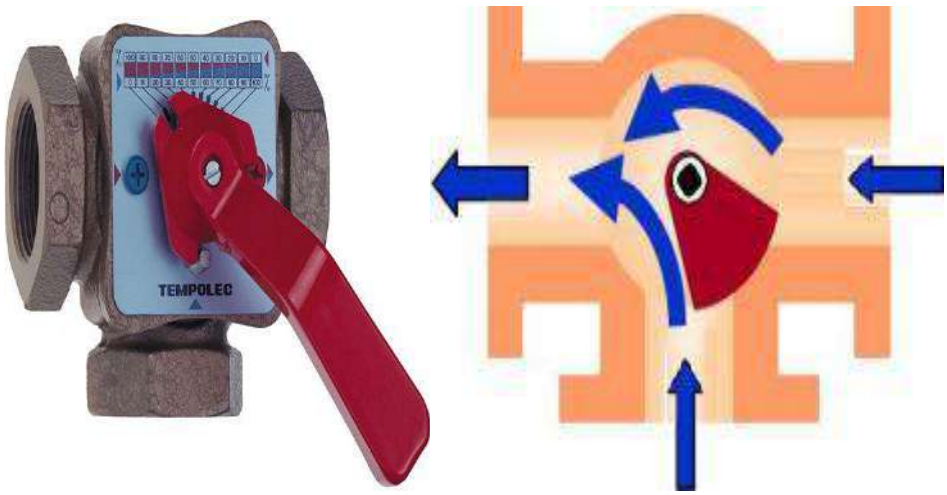


Figure (V-3) : Vanne à trois voit mélangeuse

- vanne à trois vois diviseuse ou réparation : elle a une entrées et deux sortie



Figure (V-4) : Vanne à trios voies

V.4 Choix du mode de régulation :

Parmi les modes de régulation, il existe :

V.4.1 Régulation individuelle :

Par action direct sur le corps de chauffe. Elle peut être

Manuelle :

En faisant varier les débits d'eau entrants dans l'appareil manuellement à l'aide d'un robinet d'arrêt .ici, l'homme joue le rôle de détecteur et de régulateur.

Automatique :

Où l'appareil est muni d'un robinet thermostatique lacé à son entrée qui fait varier l'alimentation en eau chaude en fonction de la température de consigne voulue. L'avantage de ce système est de contrôle chaque appareil séparément.

V.4.2 Régulation d'ensemble :

Ce type de régulation existe généralement dans la chaufferie .C'est un mode de régulation agissent sur l'ensemble de la chaleur totale fournie et cela en fonction des paramètres climatiques extérieures qui agissent sur l'ensemble à chauffer. D'après [6].

V.5 Application au projet:

On prévoie deux sondes, l'une à l'extérieur et l'autre placée sur le circuit de l'eau chaude (l'aller).Ce mode de régulation consiste à maintenir la température de départ de l'eau et la température ambiante constante. Les deux sondes transmettent leurs indications au régulateur R qui les compare à celle de consigne, et donne au brûleur ou à la pompe pour ajuster selon les bosons de débit d'eau chaude, et ou servomoteur qui agit sur la vanne à trois voies pour faire le mélange.

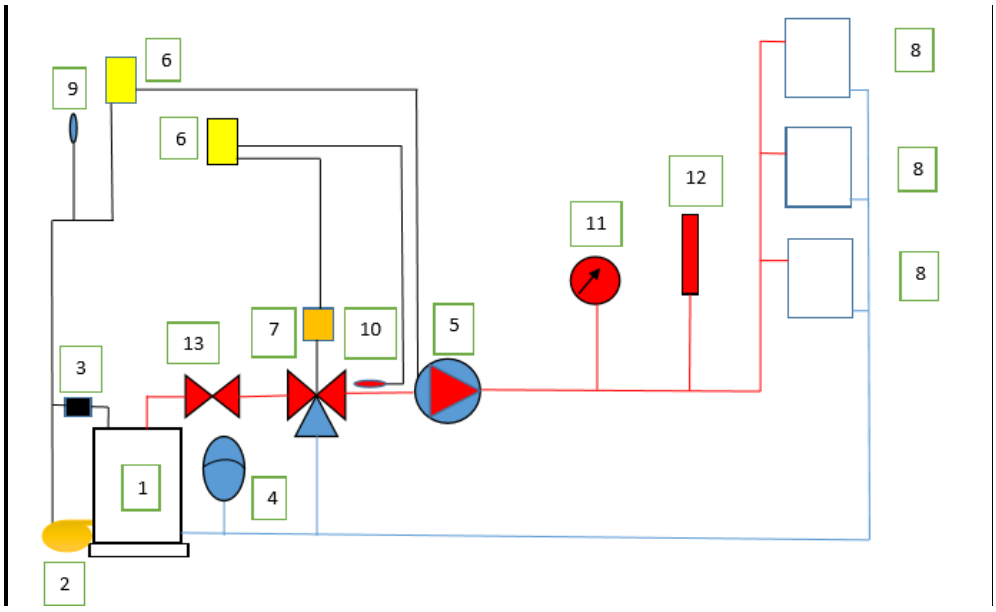


Figure (V-5) : Schéma de principe de l'installation de chauffage

1. Chaudière
2. Brûleur
3. Thermostat
4. Vase d'expansion
5. Pompe de circulation
6. Régulateur
7. Vane à trois voies
8. Les corps de chauffe
9. Sonde de température extérieure
10. Sonde de température intérieure
11. Manomètre
12. Thermostat
13. Vane d'arrêt

Chapitre VI :

CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

VI.1 Introduction :

Un réseau de chaleur ou de distribution fonctionnant à l'aide d'un fluide caloporteur chauffé dans une ou plusieurs chaudières, le fluide chaud (eau) est utilisé pour chauffer des ambiances (locaux). La chaleur est souvent produite dans un foyer par l'utilisation de combustibles liquides (fuel), solide (charbon) ou même en utilisant de l'énergie dite renouvelable (solaire dite solaire, éolienne, géothermique. Etc.). D'prés **[7]**

VI.1.1 Réseau à eau chaude :

Ce type de réseau correspond généralement à une grande installation de chauffage à eau chaude, qui peut être fermé ou ouvert selon son activité (chauffage domestique ou chauffage à des fins industrielles). Le transport de chaleur se fait par de l'eau dont la température est la même que celle d'un chauffage central. Dans ce type de réseau, tout est réglé de manière centralisée en fonction de la température extérieure.

VI.1.2 Avantages d'un réseau à eau chaude :

Les avantages des réseaux de chaleur à eau chaude sont les suivants :

- ✓ Grande sécurité de fonctionnement ;
- ✓ Possibilité d'une régulation centrale au niveau des moyens de production ;
- ✓ Pert calorifique faible.

VI.2 Calcul du réseau de tuyauteries :

Une fois le type de chauffage choisi, il est nécessaire de tracer le schéma de principe de toute l'installation avec l'emplacement de la chaudière, des corps de chauffe, des tuyauteries et des accessoires divers. On numérotera systématiquement les différents circuits de la chaudière aux corps de chauffe et l'on indiquera pour chacun l'eux la puissance et la longueur. Il est nécessaire aussi de calculer les pertes de charges liées à cette installation comportes les pertes de charge linéaires et singulières. D'prés **[7]**

VI.3 Pertes de charges linéaires et singulières :

VI.3.1 Pertes de charges linéaires :

La perte de charge linéaire est due aux frottements entre les parois de la conduite. La valeur de la perte de charge linéaire est donnée par la formule suivante en :

$\Delta PL = \lambda . L/D . \rho/2 \, v^2$ ……..(VI-1)

λ : représente le coefficient de perte de charge linéaire.

L : représente la longueur de la conduite parcourue (m).

D : représente diamètre de la conduite parcourue (m).

P : représente la masse volumique de fluide considérée à la température T (Kg/m^3).

v : représente la vitesse parcourue par le fluide (m/s).

Les régimes d'écoulement s'expriment par un nombre adimensionnel appelé nombre de Reynolds exprimé par le signe (Re).

VI.3.2 Pertes de charges singulières :

Les pertes de charges singulières sont dues aux accidents de parcours tel que les vannes, les coudes, étranglements, rétrécissements, élargissement ect… La valeur des pertes de charges singulières est donnée par la formule suivant :

$\Delta Ps = \sum \xi . \rho/2\ v^2$……..…….....(VI-2)

Pour les valeurs des singularités l'annexe. Donc les pertes de charges totales étant la somme des pertes de charge linéaire et singulières :

$\Delta PT = \Delta PL + \Delta Ps$……..…….(VI-3)

Les pertes de charges exprimées en (Pa)

VI.4 Calcule et dimensionnement de notre réseau:

VI.4.1 Explication de la méthode de travail :

Pour calculer les pertes de charges linéaires on a utilisé la méthode de **H.Reitschellet W.Raiss (Traité de chauffage des bâtiments)**, le principe de cette méthode est basé sur le dimensionnement à perte de charge linéaire constante, dans le but de déterminer le diamètre de déférents tronçons ainsi que la vitesse de l'eau (m/s) de façon à avoir une perte de charge linéaire constant dans tout le réseau

$\Delta P/L$ = cet……..(VI-4)

Le choix de cette perte de charge peut être effectue à partir de la documentaire du réseau à eau chaude, généralement la valeur de cette perte est prise **R = 10 Pa/m** pour une différence de température entre aller et retour égale à **20°C**.

VI.4.2 application au projet :

Dans les tables de **H.Reitschellet W.Raiss**, les pertes de charges répartie R par unité de longueur sont donnée en mm CE/m (mm de colonne d'eau par m de longueur) donc on doit les convertis en pascal/m

Ainsi que les puissances sont en Kcal/h, on doit les convertis en Watt.

On a 1 bar = 10 Mce et 1 bar = 105Pa.

Donc 1mm CE = 10 Pa alors 10 mm CE/m de longueur = 100Pa/m de longueur.

On a 1 Calo = 4.185 joule/set 1 joule = 1 Watt.

Donc 1Kcal/h = 1.1625 Watt.

Les diamètres nominaux utilisés pour le calcul sont donnée par le tableau suivant (une partie de la table de **H.Reitschell et W.Raiss** avec unités convertis) d'prés [9]:

Diamètre nominal (mm)	15/21	20/27	26/34	33/42	50/60
R (Pa/m)	La quantité de chaleur (W) pour 20°C de différence de température + la vitesse de l'eau (m/s)				
10	4917.37 0.32	11020.50 0.38	20925 0.44	44058.70 0.5	117412.50 0.70

Tableau (VI-1): Diamètres nominaux des tuyauteries ainsi que la vitesse

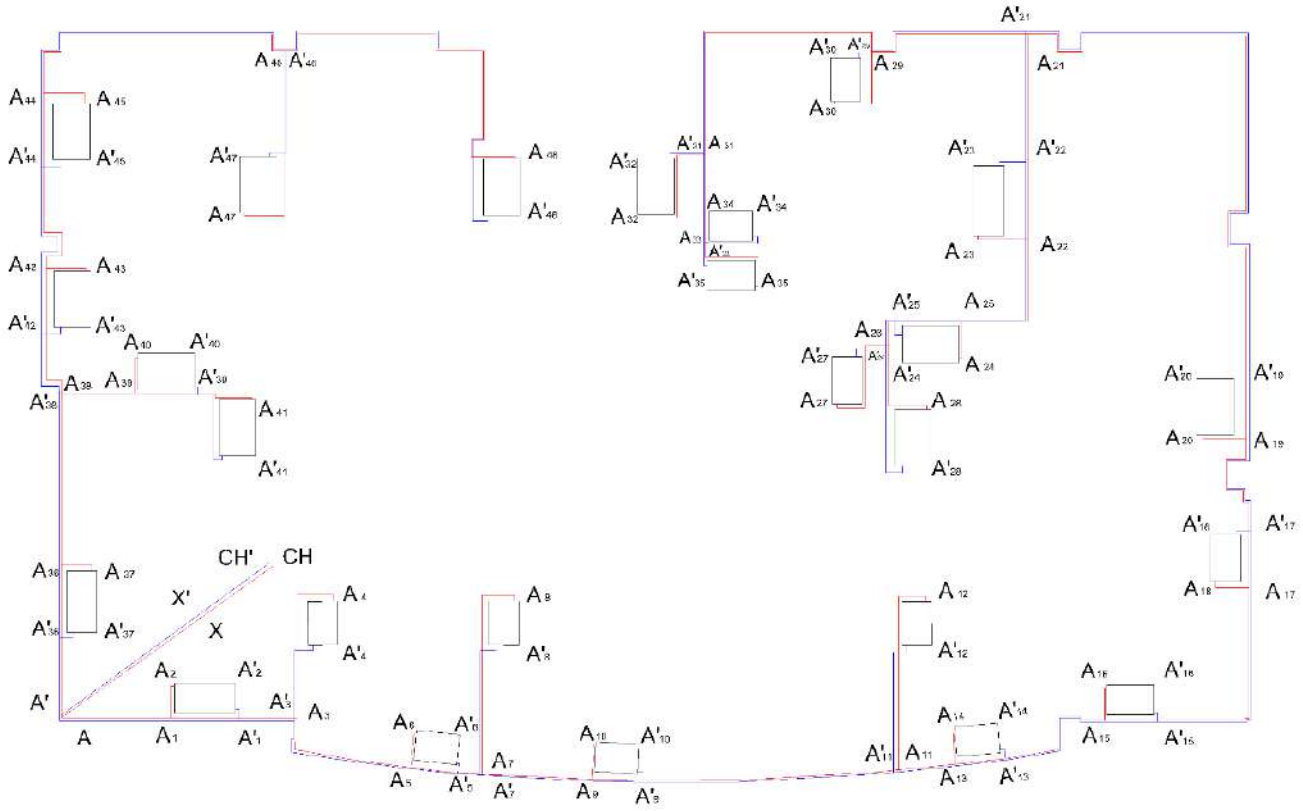


Figure (IV-1): Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée

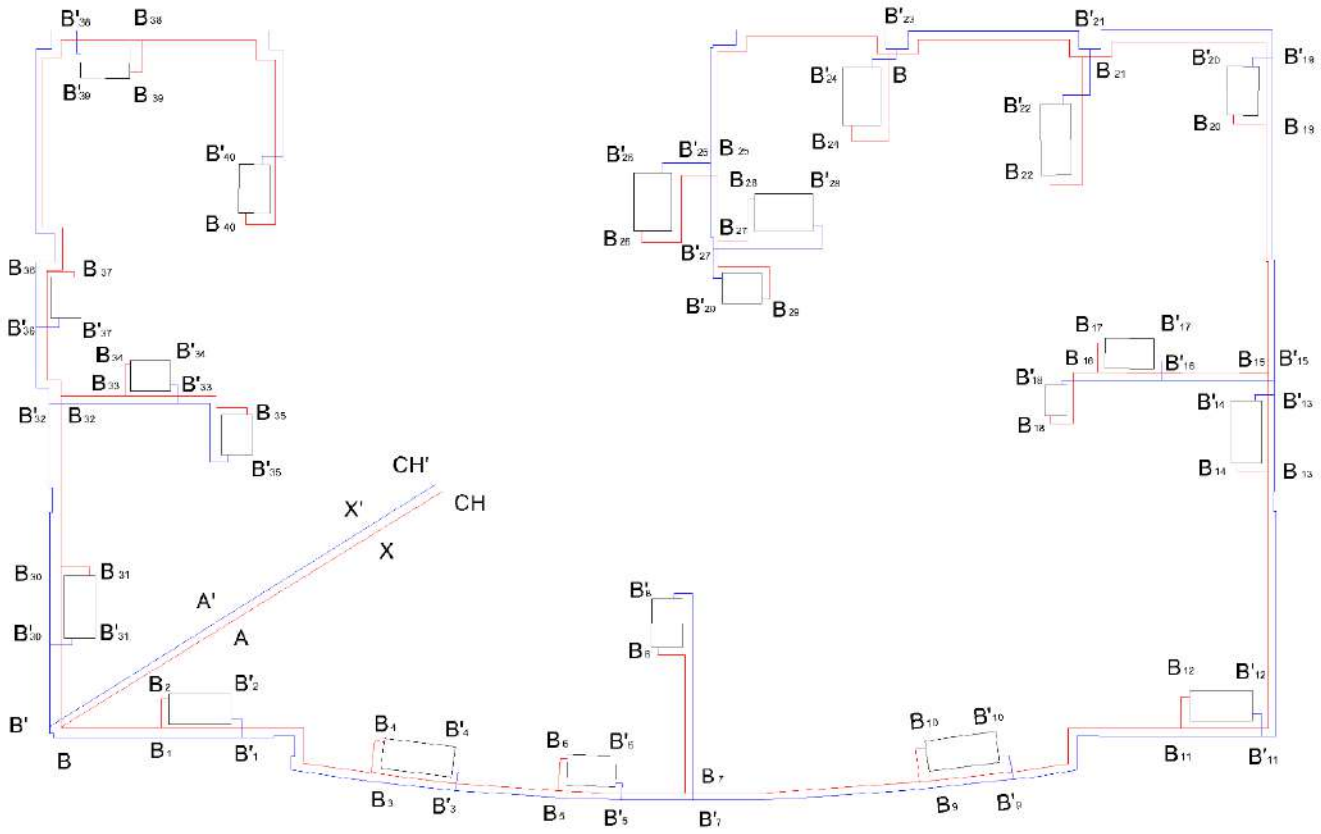


Figure (IV-2): Isométrie des corps de chauffe 1erétage

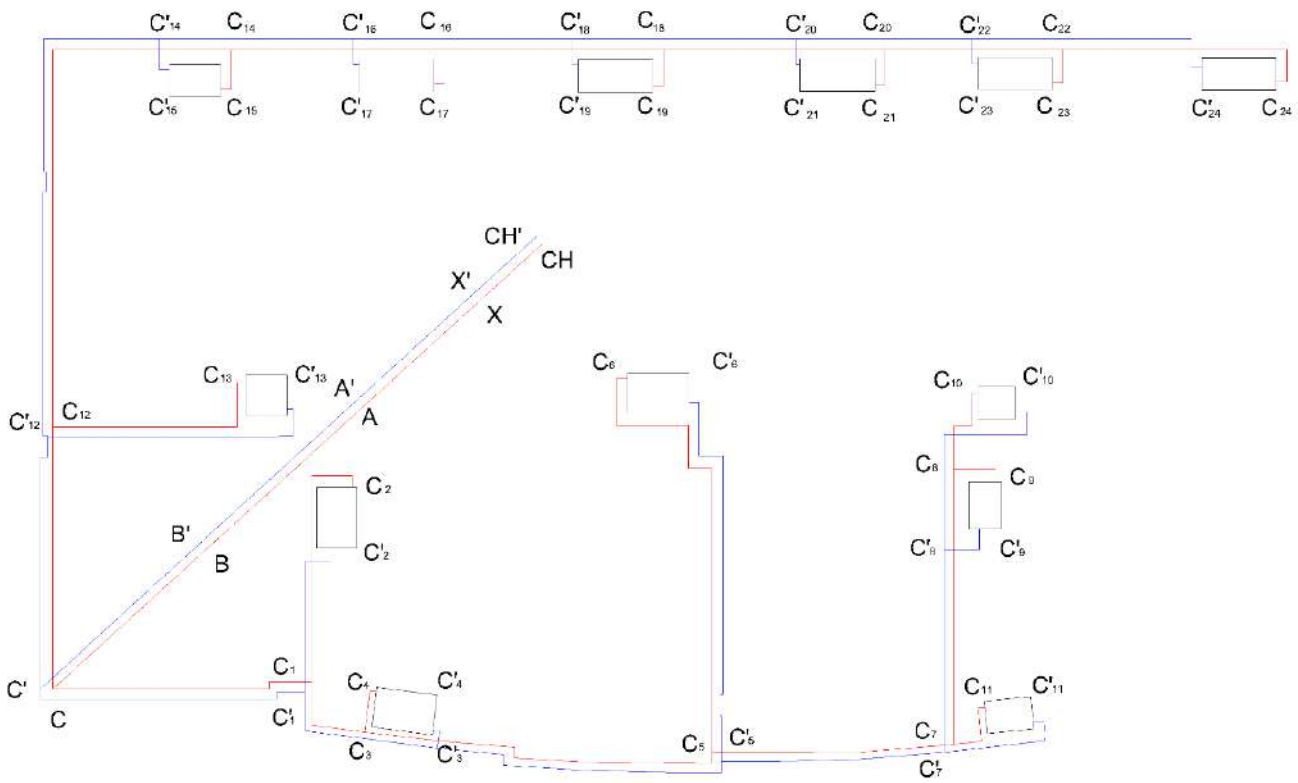


Figure (IV-3): Isométrie des corps de chauffe 2eme étage

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

On prend la masse volumique de l'eau à 80 °C (température moyenne de l'eau chaude 80°C-60°C) $\rho = 971.81$ Kg/m3

On cherche le circuit le plus défavorisé

Calcul les pertes de charge pour le réseau de l'RDC :

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
A33A35A'35A'33	2.65	1852	15/21	0.12	18	19	47.70	132.94	180.64
A33A34A'34A'33	2.11	1684	15/21	0.11	17	19	35.87	111.70	147.57
A31A33A'33A'31	3.76	3536	15/21	0.23	60	5.5	225.60	141.37	366.97
A31A32A'32A'31	3.59	1485	15/21	0.10	13	19	46.67	92.32	138.99
A29A31A'31A'29	13.05	5021	20/27	0.17	25	9	326.25	126.38	452.63
A29A30A'30A'29	2.35	1684	15/21	0.11	17	19	39.95	111.70	151.65
A21A29A'29A'21	7.35	6705	20/27	0.23	40	11	294.00	282.74	576.74
A26A28A'28A'26	5.33	2007	15/21	0.13	22	19	117.26	156.02	273.28
A26A27A'27A'26	3.26	1852	15/21	0.12	18	19	58.68	132.94	191.62
A25A26A'26A'25	2.85	3859	15/21	0.25	70	7.5	199.50	227.76	427.26
A24A25A'25A'24	1.32	2007	15/21	0.13	22	19	29.04	156.02	185.06
A22A25A'25A'22	9.29	5866	20/27	0.20	32	9	297.28	174.92	472.20
A22A23A'23A'22	1.78	2694	15/21	0.18	40	19	71.20	299.12	370.32
A21A22A'22A'21	7.11	8560	20/27	0.30	69	7	490.59	306.12	796.71
A19A21A'21A'19	28.12	15265	26/34	0.32	60	25	1687.20	1243.91	2931.11
A19A20A'20A'19	1.60	2007	15/21	0.13	22	19	35.20	156.02	191.22
A17A19A'19A'17	8.39	17272	26/34	0.36	75	17	629.25	1070.54	1699.79
A17A18A'18A'17	1.18	1852	15/21	0.12	18	19	21.24	132.94	154.18
A15A17A'17A'15	11.88	19124	26/34	0.40	88	13	1045.44	1010.68	2056.12
A15A16A'16A'15	1.00	1852	15/21	0.12	18	19	18	132.94	150.94
A13A15A'15A'13	8.05	20976	33/42	0.24	25	13	201.25	363.84	565.09
A13A14A'14A'13	1.11	1684	15/21	0.11	17	19	18.87	111.70	130.57
A11A13A'13A'11	3.61	22660	33/42	0.26	27.50	7	99.27	229.93	329.20
A11A12A'12A'11	7.40	1684	15/21	0.11	17	19	125.80	111.70	237.50
A9A11A'11A'9	11.81	24344	33/42	0.28	30	7	354.30	266.66	620.96
A9A10A'10A'9	1.11	1684	15/21	0.11	17	19	18.87	111.70	130.57
A7A9A'9A'7	5.78	26028	33/42	0.30	36	7	208.08	306.12	514.20
A7A8A'8A'7	7.73	1684	15/21	0.11	17	19	131.41	111.70	243.11
A5A7A'7A'5	2.01	27712	33/42	0.31	38	7	76.38	326.86	403.24
A5A6A'6A'5	1.03	1684	15/21	0.11	17	19	17.51	111.70	129.21
A3A5A'5A'3	7.47	29396	33/42	0.33	45	13	336.15	687.89	1024.04
A3A4A'4A'3	5.54	1684	15/21	0.11	17	19	94.18	111.70	205.88
A1A3A'3A'1	3.84	31080	33/42	0.35	50	7	192	416.66	608.66
A1A2A'2A'1	1.09	2358	15/21	0.15	37	19	40.33	207.72	248.05
AA1A'1A'	6.14	33438	33/42	0.38	56	7	343.84	491.15	834.99
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH A35A'35CH'= 26051.48									

Tableau (VI-2) : Pertes de charge pour le circuit CH A35A'35CH'

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
A46A48A'48A'46	17.72	1485	15/21	0.10	13	33	230.36	92.32	322.68
A46A47A'47A'46	7.01	2007	15/21	0.13	22	19	154.22	156.02	310.24
A44A46A'46A'44	15.12	3492	15/21	0.23	60	15.5	907.20	398.41	1305.61
A44A45A'45A'44	1.66	2007	15/21	0.13	22	19	36.52	156.02	192.54
A42A44A'44A'42	8.67	5499	20/27	0.19	30	15	260.10	263.11	523.21
A42A43A'43A'42	1.44	1485	15/21	0.10	13	19	18.72	92.32	111.04
A38A42A'42A'38	4.64	6984	20/27	0.24	40	11	185.60	307.86	493.46
A39A41A'41A'39	4.55	2694	15/21	0.18	40	21	182	330.60	512.60
A39A40A'40A'39	1.06	1485	15/21	0.10	13	19	13.78	92.32	106.10
A38A39A'39A'38	4.51	4179	15/21	0.27	80	5.5	360.80	194.82	555.62
A36A38A'38A'36	8.79	11163	26/34	0.23	31	7	272.49	179.93	452.42
A36A37A'37A'36	1.17	2385	15/21	0.15	37	19	43.29	207.72	251.01
AA36A'36A'	4.92	13548	26/34	0.28	43	7	211.56	266.66	478.22
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH A48A'48CH' = 13525.96									

Tableau (VI-3) : Pertes de charge pour le circuit CH A48A'48CH'

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

Calcul des pertes de charge pour le réseau de 1ere étage :

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
B29B27B'27B'29	3.20	1154	15/21	0.08	8.5	19	27.20	59.08	86.28
B28B27B'27B'28	4.57	1485	15/21	0.10	13	19	59.41	92.32	151.73
B27B25B'25B'27	3.18	2639	15/21	0.17	36	5.5	114.48	77.23	191.71
B26B25B'25B'26	4.40	1485	15/21	0.10	13	19	57.20	92.32	149.52
B25B23B'23B'25	13.74	4124	15/21	0.27	80	15.5	1099.20	549.04	1648.24
B24B23B'23B'24	3.77	1485	15/21	0.10	13	19	49.01	92.32	141.33
B23B21B'21B'23	9.37	5609	20/27	0.19	30	15	281.10	263.11	544.21
B22B21B'21B'22	5.52	2694	15/21	0.18	40	19	220.80	299.12	519.92
B21B19B'19B'21	10.51	8303	20/27	0.29	68	11	714.68	449.51	1164.19
B20B19B'19B'20	1.44	1852	15/21	0.12	18	19	25.92	132.94	158.86
B19B15B'15B'19	11.93	10155	20/27	0.35	88	11	1049.84	654.75	1704.59
B18B16B'16B'18	4.38	475	15/21	0.03	3	19	13.14	8.30	21.44
B17B16B'16B'17	1.32	1852	15/21	0.12	18	19	23.76	132.94	156.70
B16B15B'15B'16	5.84	2327	15/21	0.15	37	5.5	216.08	60.13	276.21
B15B13B'13B'15	3.69	12482	26/34	0.26	39	7	143.91	229.93	373.84
B14B13B'13B'14	1.35	2358	15/21	0.15	37	19	49.95	207.72	257.67
B13B11B'11B'13	14.51	14840	26/34	0.31	55	9	798.05	420.25	1218.30
B12B11B'11B'12	1.50	2358	15/21	0.15	37	19	55.50	207.72	263.22
B11B9B'9B'11	11.99	17198	26/34	0.36	70	11	839.30	692.70	1532.00
B10B9B'9B'10	1.62	2694	15/21	0.18	40	19	64.80	299.12	363.92
B9B7B'7B'9	11.48	19892	26/34	0.42	95	7	1090.60	599.99	1690.59
B8B7B'7B'8	8.33	1852	15/21	0.12	18	19	149.94	132.94	282.88
B7B5B'5B'7	4.09	21744	33/42	0.25	25	7	102.25	212.58	314.83
B6B5B'5B'6	1.29	1852	15/21	0.12	18	19	23.22	132.94	156.16
B5B3B'3B'5	7.30	23596	33/42	0.27	29	7	211.70	247.95	459.65
B4B3B'3B'4	1.36	2694	15/21	0.18	40	19	54.40	299.12	353.52
B3B1B'1B'3	10.41	26290	33/42	0.30	37	13	385.17	568.50	953.67
B2B1B'1B'2	1.35	2358	15/21	0.15	37	19	49.95	207.72	257.67
B1BB'B'1	6.26	28648	33/42	0.33	44	7	275.44	370.40	645.84
A B B'A'	11.4	40436	33/42	0.46	78	4	889.20	411.26	1300.46
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH B29B'29CH' = 25250.36									

Tableau (VI-4) : Pertes de charge pour le circuit CH B29B'29CH'

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
B40B38B'38B'40	14.87	1852	15/21	0.12	18	25	267.66	132.94	400.60
B39B38B'38B'39	1.47	1852	15/21	0.12	18	19	26.46	132.94	159.40
B38B36B'36B'38	15.30	3704	15/21	0.24	62	19.5	948.60	545.76	1494.36
B37B36B'36B'37	1.36	1516	15/21	0.10	13	19	17.68	92.32	110.00
B36B32B'32B'36	4.70	5220	20/27	0.18	38	11	178.60	173.17	351.77
B35B33B'33B'35	5.23	2694	15/21	0.18	40	21	209.20	330.60	539.80
B34B33B'33B'34	1.28	1516	15/21	0.10	13	19	16.64	92.32	108.96
B33B32B'32B'33	3.95	4210	15/21	0.27	80	5.5	316	194.82	510.82
B32B30B'30B'32	8.64	9430	20/27	0.33	81	15	699.84	793.72	1493.56
B31B30B'30B'31	1.38	2358	15/21	0.15	37	19	51.06	207.72	258.78
B30BB'B'30	5.00	11788	26/34	0.25	35	7	175	212.58	387.58
A B B'A'	11.4	40436	33/44	0.46	78	4	889.20	411.26	1300.46
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH B40B'40 CH = 15027.3									

Tableau (VI-5) : Pertes de charge pour le circuit **CH $B_{40}B'_{40}$ CH**

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

Calcul des pertes de charge pour le réseau de 2eme étage :

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
C22C24C'24C'22	10.31	2694	15/21	0.18	40	19	412.40	299.12	711.52
C22C23C'23C'22	1.45	2694	15/21	0.18	40	19	58	299.12	357.12
C20C22C'22C'20	6.97	5388	20/27	0.19	30	7	209.10	122.78	331.88
C20C21C'21C'20	1.47	2694	15/21	0.18	40	19	58.80	299.12	357.92
C18C20C'20C'18	8.75	8082	20/27	0.28	60	7	525	266.66	791.66
C18C19C'19C'18	1.55	2694	15/21	0.18	40	19	62	299.12	361.12
C16C18C'18C'16	8.61	10776	20/27	0.37	100	7	861	465.64	1326.64
C16C17C'17C'16	1.48	2694	15/21	0.18	40	19	59.20	299.12	358.32
C14C16C'16C'14	9.41	13470	26/34	0.28	45	7	423.45	266.66	690.11
C14C15C'15C'14	1.78	1852	15/21	0.12	18	19	32.04	132.94	164.98
C12C14C'14C'12	21.26	15322	26/34	0.32	58	18	1233.08	895.62	2128.70
C12C13C'13C'12	10.13	1390	15/21	0.09	11	19	111.43	74.78	186.21
CC12C'12C'	10.26	16712	26/34	0.35	70	11	718.20	654.75	1372.95
C B C' B'	6	27475	33/42	0.31	39	5	234	233.47	467.47
A B B'A'	11.4	40436	33/42	0.46	78	4	889.20	411.26	1300.46
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH C24C'24CH' = 18818.26									

Tableau (VI-6) : Pertes de charge pour le circuit CH C24C'24CH'

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	ΔP	∑ ξ	ΔPl (Pa)	ΔPs (Pa)	ΔPtot (Pa)
C7C11C'11C'7	3.93	1684	15/21	0.11	17	19	66.81	111.70	178.51
C8C10C'10C'8	6.55	1374	15/21	0.09	11	21	72.05	82.65	154.70
C8C9C'9C'8	2.17	1684	15/21	0.11	17	19	36.89	111.70	148.59
C7C8C'8C'7	9.40	3058	15/21	0.20	46	5.5	432.40	106.89	539.29
C5C7C'7C'5	9.14	4742	15/21	0.31	110	5.5	1005.40	256.82	1262.22
C5C6C'6C'5	17.29	2007	15/21	0.13	22	23	380.38	188.87	569.25
C3C5C'5C'3	13.27	6749	20/27	0.23	40	13	530.80	334.15	864.95
C3C4C'4C'3	1.44	2007	15/21	0.13	22	19	31.68	156.02	187.70
C1C3C'3C'1	5.28	8756	20/27	0.30	69	9	364.32	393.58	757.90
C1C2C'2C'1	8.41	2007	15/21	0.13	22	19	185.02	156.02	341.04
CC1C'1C'	10.76	10763	20/27	0.37	100	11	1076	731.72	1807.72
C B C' B'	6	27475	33/42	0.31	39	5	234	233.47	467.47
A B B'A'	11.4	40436	33/42	0.46	78	4	889.20	411.26	1300.46
X A A' X'	8	114843	50/60	0.68	118	3.5	944	786.38	1730.38
CH X X' CH'	3	150000	50/60	0.89	200	14.5	600	5580.83	6180.83
Perte de charge totale tronçon CH C11C'11 CH' = 16491.01									

Tableau (VI-7) : Pertes de charge pour le circuit **CH C$_{11}$C'$_{11}$ CH'**

VI.4.3 Condition de l'équilibrage :

Les tronçons doit vérifient la condition suivante :

[(ΔP défavorable) - (ΔP tronçon)/ (ΔP défavorable)].100 < 15%……(VI-5)

Les tronçons qui vérifient cette condition sont dits équilibrés, pour les autre tronçons on les ajoute des vannes d'équilibrage appelés aussi des vannes d'étranglements ayant une perte de charge égal à la différence entre la perte de charge du tronçon le plus défavorable et la perte de charge associée à ces tronçons.

On a la tronçon le plus défavorable est le circuit **CH A35A'35CH'**du **RDC**

Circuits	Pert de charge associée ΔP (Pa)	**ΔP pour le circuit le plus défavorable (Pa)**	**La valeur pour la condition d'équilibrage (%)**	**Résultat**
CHA35A'35CH	26051.48	26051.48	-	**Le plus défavorable**
CHA48A'48CH	13525.96	26051.48	48.08	**On ajoute une vanne d'étranglements de 6503.28 Pa**
CHB29B'29CH	25250.36	26051.48	3.07	**Le tronçon est équilibre**
CHB40B'40CH	15027.3	26051.48	42.31	**On ajoute une vanne d'étranglements de 6357.92Pa**
CHC11C'11CH	16491.01	26051.48	36.69	**On ajoute une vanne d'étranglements de 6050.55 Pa**
CHC24C'24CH	18818.26	26051.48	27.76	**On ajoute une vanne d'étranglements de 5223.87Pa**

Tableau (VI-8) : L'équilibrage du réseau

VI-5 Choix de la pompe de circulation :

La circulation de l'eau dans un réseau de chaleur assurée par des pompes placées soit sur l'aller et le retour soit sur l'aller ou le retour. Leur entrainement s'effectue par moteur électrique, le choix de la hauteur manométrique de la pompe se fait sur la base de critère de rentabilité, cette dernière se détermine à partir du réseau reliant la chaudière au point fourniture critique

La pression de service de la pompe de circulation pour un réseau est donnée par la formule suivante :

P pompe de circulation = P statique + ΔP réseau……(VI-6)

- ✓ P statique : représente la pression due à la colonne d'eau dans notre installation, elle se calcule à partir la hauteur statique Δh de l'installation (m), elle est égale à 1.22 bar pour notre installation.
- ✓ ΔP réseau : représente la perte de charge totale associée au tronçon le plus défavorable, dans notre cas ΔP tronçon défavorable = 26051.68 Pa = 0.26 bar.

D'où la pression de service de notre pompe de circulation est égale à 1.48 bar. On prévoit une pompe de circulation dans le circuit d'aller, débit de 6 m3/h avec une hauteur égale 12.9 mètres.

D'après [13] Catalogue **MOTRALEC LOWARA-FLC** les caractéristiques de la pompe de circulation sélectionnées sont dans le tableau suivant.

Modèle	**FLC 50-18T**
Puissance (w)	**1507**
L'intensité de la pompe (ampère)	**2.40**
La hauteur d'élévation (m)	**18**
Température du liquide pompé (°C)	**-15°C ÷ +120°C**
Débit (m^3/h)	**6**
La masse (Kg)	**73**

Tableau (VI-9) : Caractéristiques de la pompe de circulation.



Figure (VI–4): Pompe de circulation

Conclusion Générale

Conclusion générale

Dans ce présent travail, nous nous intéressons au chauffage d'un immeuble administratif, et en particulier à l'étude de l'installation de chauffage central pour acquérir de l'expérience dans ce vaste domaine.

c'était une bonne expérience dans notre travail, nous avons essayé de fournir les conditions de confort, nous avons cherché les solutions les plus économiques et nous avons traité le problème condensation sur la surface et la masse des murs, nous avons ensuite calculé les déperditions thermiques stipulées dans le document de réglementation technique pour le choix des composants chauffants adaptés.

Ce système est considéré comme le plus répandu dans le chauffage des maisons, des écoles, des hôpitaux et des hôtels en raison de ses faibles coûts de construction et d'exploitation par rapport à d'autres systèmes, assure de bonnes conditions de santé, un entretien facile.

Enfin, nous espérons que ce travail et cette documentation utile pour les étudiants intéressés par le domaine du chauffage.

Références bibliographiques

- **LES OUVRAGES :**

[1] Le DTR C3.2 fascicule 1 (document technique réglementaire) «règles de calcul des déperditions calorifiques »1999**.**

[2] https://blog.allomarcel.com

[3] https://fr.m.wikipedia.org

[4] https://www.mychauffage.com

[5] https://www.leguideduchauffage.com

[6] Livres aides mémoire génie climatique.

[7] Mémoire de BENLECHEHEB KHADIDJA et BENALLOU NAWAL (Etude d'une installation de chauffage à eau chaude d'une Ecole située dans la wilaya de Ain Defla) la Promotion 2017/2018.

[8] Mémoire de MEBREK FERIEL et SAHRAOUI AMINA (Etude et Dimensionnement d'une installation de chauffage pour immeuble administratif) la promotion 2017/2018.

- **Les catalogues**

[9] **H.Reitschell et W.Raiss (Traité de chauffage)** édition DUNOD 1974

[10] Radiateure…….. .. **RADIATEUR CHAPPEE 2020 PDF**

[11] Chaudière…… **DOCUMENTAION CHAPPEE ARIZONA PDF**

[12] Vase d'expansion…… **RESERVOIRS SALMSON PDF**

[13] Pompe…….…. **MOTRALEC LOWARA-FLC PDF**

Annexes

Tableau A.1 : Diagramme psychrométrique

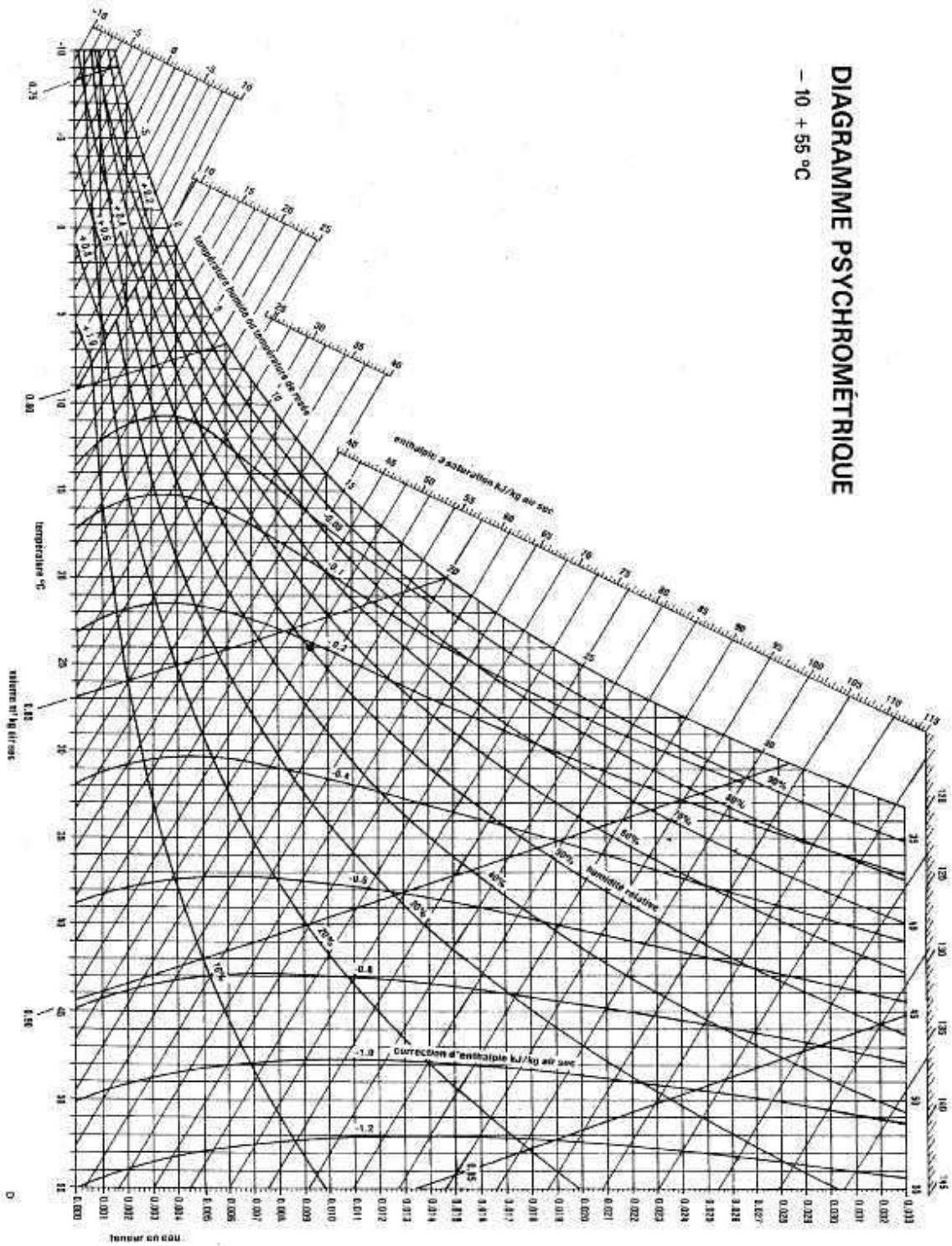


Tableau A.2 : Valeurs des coefficients d'échange superficiel (hiver)

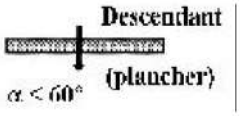
1/h en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
	0,09	0,05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

Tableau A.3 : Les coefficients K_{vn} des vitrages

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

Tableau A 4 : valeur d'ev [1]

Hauteur H (1) (m)	Classes de rugosité (2)				
	V	IV	III	II	I
H ≤ 4	0,40	1,47	2,71	4,06	6,36
4 < H 7	1,10	2,30	3,51	4,82	7,08
7 < H 11	1,76	3,00	4,19	5,46	7,67
11 < H 18	2,57	3,87	4,97	6,17	8,32
18 < H 30	3,50	4,80	5,80	6,93	9,02
30 < H 50	4,47	5,78	6,66	7,71	9,72

Tableau A.5: Débit extrait minimal

Nombre de pièces principales	1	2	3	4	5	> 5
qve_{min} (en m^3/h)	25	50	75	100	110	On ajoute 10 m^3/h par pièce supplémentaire

Tableau A.6 : Débit extrait maximal

Nombre de pièces principales par logement	qve_{max} (en m^3/h)			
	Cuisine	Salle de bains	Autre salle d'eau	Cabinet d'aisance
1	75	15	15	15
2	90	15	15	15
3	105	30	15	15
4	120	30	15	30
5 et plus	135	30	15	30

Tableau A.7 : les coefficients a, b, c, d, (en W/m² ;°C)

Zone	Logement individuel					Logement 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	1,20	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	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	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

Tableau A.8 : la valeur de la température extérieure de base

ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)	ZONE	Altitude (m)	t_{be} (en °C)
A	< 300 300 à 500 500 à 1000 ≥ 1000	6 3 1 -1	C	500 à 1000 ≥ 1000	- 2 - 4
B	< 500 500 à 1000 ≥ 1000	2 1 -1	D	< 1000 ≥ 1000	5 4
B'	<500 ≥ 500	0 voir Zone B	D'	< 1000	5

Tableau A.9 : les coefficients K (W/m² .C°) des portes courantes :

	Portes donnant sur l'extérieur	Portes donnant sur un local non chauffé
Portes en bois		
- Portes opaques	3,5	2
- Portes avec une proportion de vitrage < 30%	4,0	2,4
- Portes avec une proportion de vitrage comprise entre 30% et 60%	4,5	2,7
Portes en métal		
- Portes opaques	5,8	4,5
- Portes équipées de vitrage simple	5,8	4,5

Tableau A.10 : désigne rapport de la surface des parois extérieures

Type de sous sol	Rapport R (1)	Plancher haut du sous-sol	
		Isolé	Non isolé
Garages collectifs	R ≥ 0,2 R < 0,2	0,80 0,60	0,60 0,40
Autres dépendances	R ≥ 0,2 R < 0,2	0,75 0,50	0,55 0,30

Tableau A.11 : diagramme de pertes de charge

