RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université YAHIA Fares de MÉDÉA
Faculté de Technologie



Département de Génie Mécanique
Filière Génie Civil
Option : Equipement de l'habitat
Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master
En équipement de l'habitat

THEME

ÉTUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE CHAUFFAGE CENTRALISE POUR UNE CRÈCHE A LA VILLE DE BERROUAGHIA

Réalisé par :

CHIKH Kamel

MOHAMMEDI Seyfeddine

Encadré par :

Dr : KEZRANE Mohamed

CO Pr : BAHMED Sofien

Promotion 2017/2018

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant **ALLAH** le tout puissant miséricordieux qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces

Longues années d'étude Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire. Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et technologie, département génie mécanique, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenant à remercier sincèrement Messieurs **KHAZRANE**, et **BAHMED**, qui, en tant que promoteur et Co-promoteur de ce mémoire, se sont toujours montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Aussi, nos remerciements les plus distinguées vont aussi à Monsieur **CHEIKH Farid**, l'ingénieur chef de district gaz Berrouaghia, qui nous à donner la volonté et le courage de préserver pour la continuation de nos études, grand merci. On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience. Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

Je dédie ce fruit de trois ans de labeur **pour ma très chère épouse** qui m'as soutenu et rester à mes côtés même dans les moments les plus difficile, à nos filles **Hanane Widad** et **Amina**.

A ma tendre mère et mon cher papa que dieu le bénissent et les garde, à mes frères et sœurs et à toute ma famille.

Aussi je dédie ce travail à la mémoire des trois ans passé avec mes amis et camarades de classe Laid Meradaf, KAYIDI Youcef, HAMMADI Saliha, DJABALI Fatiha, KERROUCHE Razika, IHADDADENE Sarah, SLIMANI Anissa, SAHRAOUI Amina, BENTAMAR Abdelhak (Université d'Oran), BOUGEFFA Bouchra (Université 20 aout Skikda).

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mon épouse à l'occasion de notre mariage que dieu bénissent notre union, à ma chère chérie ma mère bien aimé qui m'as bordé d'amour et de tendresse à mon papa source de ma volonté ma fierté et mon modèle à mes frères et ma chère sœur.

A mon binôme moncollègue mon grand frère **CHEIKH Kamel** qui sans lui ce travail et cette année n'aurait jamais été possible.

Enfin à tous mes amis, en mémoire des cinq ans d'ingéniorat promotion 2011 : Nassim, Salah, Karim, Hamza, Mustapha, Mohamed.

Merci à toutes et à tous.

Abstract

The contemporary living requires to ensure in general comfort and heat in particular. Among the criteria to know about this issue, the unsupported thermal study in the initial design.

In thiswork, we focus on the study and conception of central heating système for a nursary.

We are particularly interested in the establishment of the thermal balance and the dimensioning of the heating system required to ensure the thermal comfort criteria for the occupant during the winter period. The problem of the thermal loss and loss of charge, hydraulic dimensionning of the pipes is also treated in this study.

Key words : heat transfer, condensation, thermal heat, central heating, regulation, loss of charge, sizing network.

Résumer

L'habitat contemporain doit répondre aux exigences de confort en général et thermique en particulier. Parmi les critères à savoir sur cette problématique, la non prise en charge de l'étude thermique dans la conception de départ.

Dans ce travail nous nous somme centré sur l'étude et la conception d'un système de chauffage centralisée pour une crèche.

Nous nous somme intéressé plus particulièrement à l'établissement du bilan thermique et au dimensionnement de l'installation de chauffage requis pour assurer les critères de confort thermique pour les occupants durant la période hivernale. Le problème des déperditions thermiques et des pertes de charge dans le circuit hydraulique est aussi traiter dans cette étude.

Les mots clés : Transfert de chaleur, Condensation, Bilan thermique, Chauffage central, régulation, Pert de charge, Dimensionnement réseau

ملخـــــص

السكن المعاصر يجب أن يفي بمتطلبات الراحة بشكل عام والحراري بشكل خاص. من بين معايير معرفة هذه المشكلة، عدم دعم الدراسة الحرارية في التصميم الأولي.

في هذا العمل ركزنا على دراسة وتصميم نظام التدفئة المركزية في الحضانة.

لإعداد هذه الدراسة قمنا بشكل خاص بتأسيس ميزان الحرارة وأبعاد نظام التدفئة المطلوب لضمان معايير الراحة الحرارية لشاغلي المبنى خلال فترة الشتاء. كما تم تناول مشكلة فقدان الحرارة والشحن في الأنابيب الهيدروليكية.

الكلمات المفتاحية :انتقال الحرارة، التكثف، موازنة حرارية، التدفئة المركزية، تنظيم، شبكة التحجيم، فقدان الشحن.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE……... 01

CHAPITRE I : DESCRIPTION DU PROJET

I.1 Introduction …….. 02

I.2 Présentation du projet ……. 02

I.3 Le but du projet …….. 02

I.4 La Situation géographique…….. 02

I.5 Zone climatique …… 03

I.6 Conditions de base ……. 03

I.7 Paramètre Climatique …….. 04

I.8 Description de la crèche…….. 05

CHAPITRE II : CALCUL THERMIQUE ET ETUDE DE LA CONDENSATION

II.1 Modes de transmission de la chaleur :

II.2 Valeurs des coefficients de transfert de chaleur superficiels intérieurs et extérieurs 13

II.3 Calcul des coefficients globaux de transfert de chaleur …… 13

II.4 Caractéristiques thermiques …… 14

II.5 Etude de la stabilité thermique……... 21

II.6. Etude de la condensation ……... 23

CHAPITRE III : CALCUL DES DEPERDITIONS

III.1 Introduction ……... 36

II.2 Méthode de calcul du bilan thermique en période hivernale…….. 36

III.3 Calcul du bilan hivernal …… 39

CHAPITRE IV : CHOIX DES APPAREILLAGES

IV.1- Choix des radiateurs a eau chaude……...……... 47

IV.2- Le Choix des radiateurs pour notre crèche……. 49

IV.3- La chaudière……. 50

IV.4) Dimensionnement de la chemine…….. 53

IV.5 La chaufferie…… 54

Chapitre V : CALCUL DU RESEAU DE TUYAUTERIES

V.1 Introduction…… 61

V.2 Calcul du réseau de tuyauteries…….. 61

V .3 Les pertes de charges linéaires et les pertes de charge singulières …….. 61
V.4 Calcul et dimensionnement de notre réseau……... 62

Chapitre VI : SESTEME DE REGULATION

VI.1 Introduction…….. 71
VI.2 Boucle régulation…….. 71
VI.3 Appareils de régulation utilisée dans le système de chauffage……. 71
VI-4 Choix du mode de régulation……... 73
VI.5 Application au projet …….. 73
CONCLUSION GENERALE……. 75
IMPLANTATION DES RADIATEURS
REFERONCE BIBLIOGRAPHIQUES
ANNEXE

Liste des tableaux

Tableau	Désignation	Page
Tableau (I.1)	Conditions extérieures de base d'après……	04
Tableau (I.2)	Conditions climatiques intérieurs…….	04
Tableaux (I.3)	Répartition des locaux (rez-de-chaussée)……	05
Tableaux (I.4)	Répartition des locaux (1ére étage)……	05
Tableaux (I.5)	Répartition des locaux (2eme étage)……..	06
Tableau (II.1)	Résistance des différentes couches de la paroi extérieure……...	15
Tableau (II.2)	Résistance des différentes couches du mur intérieur……..	16
Tableau (II.3)	Résistance des différentes couches du mur intérieur (contact avec circulation)…….	17
Tableau (II.4)	Résistance des différentes couches du plancher entre étage……..	18
Tableau (II.5)	Résistance des différentes couches du plancher sur sol……..	20
Tableau (II.6)	Résistance des différentes couches de la toiture……..	21
Tableau (II.7)	Valeur de coefficient K pour les fenêtres et les portes……	21
Tableau (II.08)	Vérification de la condition (Rparoi > Rmin) pour chaque type de paroi extérieure de la construction……...	23
Tableau (II.09)	donnant les pressions de saturations de différentes températures…...	26
Tableau (II.10)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	27
Tableau (II.11)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	28
Tableau (II.12)	Les pressions partielles au niveau des interfaces……	29
Tableau (II.13)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	29
Tableau (II.14)	Résistance de chaque couche de la paroi extérieure……	30
Tableau (II.15)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	31
Tableau (II.16)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	32
Tableau (II.14)	Résistance de chaque couche de la paroi extérieure……	33
Tableau (II.15)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	33
Tableau (II.15)	Les pressions partielles au niveau des interfaces…….	35
Tableau (III.1)	Coefficient a, b, c, d, e…….	39
Tableau (III.2)	Températures des locaux non chauffées du RDC……	40
Tableau (III.2)	Températures des locaux non chauffées de l'E01……...	40

Tableau (III.4)	Températures des locaux non chauffées de l'E02……..	40
Tableau	Désignation	Page
Tableau (III.5)	Résultats de Calcul des déperditions thermiques pour les locaux (rez-de-ch)……...	43
Tableau (III.6)	Résultats de Calcul des déperditions thermiques pour les locaux (1er étage) ……...	44
Tableau (III.7)	Résultats de Calcul des déperditions thermiques pour les locaux (2eme étage)……	45
Tableau (III.8)	Déperditions thermiques total pour la crèche …….	46
Tableau (IV.1)	Choix des radiateurs pour (rez-de-chaussée)…….	50
Tableau (IV.2)	Choix des radiateurs pour (1ére étage)……	50
Tableau (IV.3)	Choix des radiateurs pour (2eme étage)……..	50
Tableau (IV.4):	Choisi la vase d'expansion……..……..	59
Tableau (VI-5)	Les caractéristiques de la pompe de circulation……..	60
Tableau (V-1)	des pertes de charge pour le circuit de l'RDC…….	67
Tableau (V-2)	des pertes de charge pour le circuit de 1er étage…….	68
Tableau (V-3)	des pertes de charge pour le circuit CH A27A'27 CH'……	69
Tableau (V-4)	le tronçon le plus défavorable est le circuit CH A27A'27 CH' du 3er étage…….	70

Liste des figures

Figure	Désignation	Page
Figure (I.1)	Vue par satellite du site de la crèche …….	03
Figure (I.2)	Plan du RDC……..	07
Figure (I.3)	Plan du l^{er} étage…….…….	08
Figure (I.4)	Plan du 2eme étage……..……..	09
Figure (I.5)	Coupe des Plan A-A…….	10
Figure (II-1)	Conduction…….	11
Figure (II-2)	Principe de la convection……..…….	12
Figure (II-3)	Rayonnement…….	13
Figure (II.4)	Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison……	15
Figure (II.5)	Vue en coupe d'un mur intérieur entre locaux……	16
Figure (II.6)	Vue en coupe d'un mur intérieur en contact avec circulation……...	17
Figure (II.7)	Vue en coupe d'un plancher entre étage……	18
Figure (II.8)	Vue en coupe d'un Plancher sur sol. …….	19
Figure (II.9)	Vue en coupe d'une toiture (terrasse.) ……..……	20
Figure (II.10	Déférents températures de la condensation superficielle……..	24
Figure (II-11)	Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour ti=21(°C)……	31
Figure (II-12)	Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour ti=18(°C)……	32
Figure (II-13)	Diagramme de GLASER toiture pour ti=21(°C)……...	34
Figure (II-14)	Diagramme de GLASER toiture pour ti=18(°C)……...	35
Figure (III-1)	Exemple de calcul d'un local…….	41
Figure (IV.1)	Radiateurs type : fonte a colonnes gamme horizontale à éléments…...	49
Figure (IV-2)	Chaudière du groupe CHAPEE…….	52
Figure (IV-3)	Cheminé……	53
Figure (IV-4)	Vase d'expansion……..	59
Figure (IV-5)	Pompe de circulation…….	60
Figure (V-1)	Méthode de détermination de diamètre et de conduite et la perte de charge et le volume……..	63

Figure (V-2) Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée ……. 64
Figure (V-3) Isométrie des corps de chauffe 1er étage ……..... 65

Figure	Désignation	Page

Figure (V-4) : Isométrie des corps de chauffe 2eme étage …….. 66
Figure (VI-1) Thermostat numérique…… 71
Figure (VI-2) Sonde de température…… 72
Figure (VI-3) Une vanne à trois voit…… 72
Figure (VI-4) Schéma de principe de l'installation de chauffage…… 74

Liste des abréviations

SIGNE	NOMINALE DE SIGNE	UNITE
λ	coefficient de conductivité thermique	$W/m^2.\ ^oC$
e	épaisseur de la paroi	m
S	surface d'échange	m^2
t_1	températures des corps chaud	^oC
t_2	températures des corps froid	^oC
h_c	coefficient de convection	$W/m^2.^oC$
Q	flux de chaleur de chaleur	W
h_r	coefficient d'échange superficiel par rayonnement	$W/m^{2.}°C$
q	caractérise le flux de chaleur par rayonnement	W/m^2
T_1-T_2	températures de surface de la paroi et du fluide respectivement	°C
R_{th}	résistance thermique de la paroi	$m^2.^oC/W$
h_i	coefficient de transfert de chaleur superficiel intérieur	$W/m^{2.}°C$
h_e	coefficient de transfert de chaleur superficiel extérieur	$W/m^{2.}°C$
ei	épaisseur de la $I^{ér}$ couche	m
λi	conductivité thermique de la $I^{èr}$ couche	W/ m.^{o}C
k	coefficient de transfert de chaleur	$W/m^{2.}°C$
R_n	résistance thermique de couche considérée	m2.°C/W
φ_i	l'humidité intérieure	%
φ_e	l'humidité extérieure	%
P_{si}	la pression de saturation intérieure	Kps
P_{se}	la pression de saturation extérieure	Kps
P_{pi}	la pression partielle intérieure	Kps
M	débit massique	kg/s
P	différance de pression entre deux couches exprimées	Kps
π	coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	Kg/ms
Qtr	Déperditions par transmission	W
Z	coefficient de majoration	-
ZH	Majoration pour l'orientation	%
ZU	Majoration pour interruption	%
Za	Majoration.	-

SIGNE	NOMINALE DE SIGNE	UNITE
Qv	Déperdition par ventilation	W
H	La caractéristique d'immeuble	-
R	La caractéristique du local	-
(al) a	La perméabilité des fenêtres et portes au vent.	m
Ze	le facteur de majoration pour les fenêtres d'angles	-
N	nombre des occupants	-
Qs	chaleur sensible dégagé par personne	W
QL	chaleur latente	W
N	puissance de machine électrique	KW
Qéc	Apports dû à l'éclairage	W
H	est le coefficient de déperditions thermique de la pièce	(W/°C).
ΔTn	est la déférence de température normalisée du corps de chauffe, et ayant pour valeur générale 60	°C
n	n : représente le pourcentage de dilatation de l'eau, la valeur de n est donnée dans le	%
H	est le coefficient de déperditions thermique de la pièce	W/°C
Pf	la pression finale de l'installation, inferieure à la pression d'ouverture de la soupape de sécurité	(bar).
Pdo	la pression de début d'ouverture	Bar
ΔPdo	la différence de pression entre la pression de l'installation et la pression de début d'ouverture	Bar
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

.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le corps humain est un organisme qui nécessite physiologiquement une température constante de 37C°, c'est le bien-être autrement dit le confort.

L'utilisation du chauffage a pour but de compenser les pertes calorifiques du corps humain pendant la saison froide en réchauffant son environnement de façon à réaliser un équilibre entre la production de chaleur et les déperditions, et assurer également le bien-être de l'être humain.

Le chauffage est l'action de transmettre de l'énergie thermique à un objet, un matériau ou à l'air ambiant, on distingue le chauffage à des fins de confort thermique et le chauffage à des fins industrielles.

Le confort thermique est assuré principalement par le chauffage des locaux et volumes de vie ainsi que par le chauffage de l'eau chaude sanitaire.

L'objectif du chauffage est d'améliorer le confort thermique d'un espace à vivre, un système de chauffage consomme de l'énergie et la restitue sous forme de chaleur.

Le terme de chauffage peut designer aussi tous les systèmes destinées à assurer l'augmentation de température d'une pièce à vivre ou d'un processus de fabrication.

Le chauffage central est un bon exemple pour comprendre les différents composants qui entrent dans le fonctionnement du système. Le chauffage central fournit de la chaleur aux différentes pièces ou appartements d'un immeuble. Le système est installé dans un lieu centralisé, généralement dans une cave.

L'ensemble du système de chauffage central composé d'un générateur de chaleur, d'une unité de distribution et des émetteurs de chaleur constitue un circuit de chauffage fermé. Le circuit de distribution chauffe les pièces raccordées au système.

Dans ce mémoire, nous allons procéder à l'étude et la conception d'une installation de chauffage centralisée pour une crèche situer à la ville de Berrouaghia et établir les bilans thermique requis afin d'assurer le confort thermique aux occupants pendant la saison hivernale.

A cet effet, nous allons commencer par la présentation de la situation géographique du local à chauffer et cerner tous les paramètres climatiques et conditions prise en compte, pour ensuite passer au second chapitre ou nous allons établir le calcule thermique de l'installation de chauffage et réaliser une étude de la condensation dans le local à chauffer.

Le troisième chapitre de notre étude traitera des déperditions thermiques qui sont un paramètre primordial dans le dimensionnement de l'installation de chauffage, ce dernier qui saura examiner dans le quatrième chapitre de notre mémoire.

Le dimensionnement de circuit d'eau chaude et de l'installation ne peut se faire sans le calcul des pertes de charge linaires et singulières du réseau en question, à cela nous avons consacré le cinquième chapitre.

Après que le bilan thermique soit établi, et que le dimensionnement de l'installation avec les pertes de charges relative soit fait, nous allons nous attaquer au choix de l'appareillage de notre installation, ou nous allons satisfaire la demande thermique et hydraulique de l'installation avec l'équipement adéquat.

Enfin, la régulation étant le cœur même de tout système, nous l'avons abordé au sixième chapitre de cette thèse, clôturant ainsi avec tous les aspects technique nécessaire pour la réalisation d'une étude et conception d'un chauffage centralisée.

Chapitre I

Description du projet

I.1Introduction

Pour faire un calcul bien précis d'une installation du chauffage ou de climatisation, il est nécessaire de connaître certaines données concernant la situation géographique et la zone climatique de la région où est implanté le projet (bloc à chauffer) ainsi que les conditions thermiques de base de l'air qui est en contact avec l'immeuble à conditionner et les données thermiques y afférent. Le bilan énergétique annuel d'une installation de conditionnement d'air dépend des consignes adoptées consternants la température, l'humidité et la pureté de l'air à l'intérieur du local.

Pour effectuer le calcul des installations de chauffage il faut d'abord déterminer les charges thermiques maximales, pour ce faire il est nécessaire de préciser la condition extérieure et intérieure d'après **[1]**

I.2Présentation du projet

Le thème de notre mémoire est l'étude d'une installation de chauffage d'une nouvelle crèche pour enfant située dans la ville de Berrouaghia (willaya de Médéa) au nord de l'Algérie, le locale à chauffer est constitué d'un rez-de-chaussée (RDC) et deux étages (E1, E2), et contient des classes, des dortoirs, salles de réunion, bureaux, magasins, et sanitaires,…

I.3 Le but du projet

Le but de cette étude est de définir les besoins en énergie thermique à compenser en hiver, et de choisir les équipements convenables pour garantir ces besoins grâce au bon dimensionnement des conduits et la bonne régulation de l'installation ; d'une façon générale pour réaliser le confort thermique de point de vue thermique et acoustique.

I.4 La Situation géographique

Pour commencer l'étude d'un projet du chauffage et de la climatisation, il est nécessaire de connaître toutes les informations concernant la situation géographique de ce projet :

- La wilaya : Médéa ;
- La commune : Berrouaghia ;
- l'altitude du site par rapport au niveau de la mer ;
- La latitude de la région où est implanté le projet ;
- La longitude ;
- l'orientation des locaux du projet.

Notre projet se trouve à la ville de Berrouaghia, Willaya de Médéa, au nord sud d'Alger.



Figure (I.1): Vue par satellite du site de la crèche **[10].**

I.5 Zone climatique

La détermination de la zone climatique à considérer pour le projet (bâtiment à chauffer) se fait selon la classification thermique (hivernale et estivale) des communes d'Algérie donnée dans l'annexe (tableau I.1).

Dans notre cas le projet se situe dans la zone climatique B (annexe tableau A1), distinguée de la zone climatique B qui comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes côtières et l'atlas tellien.

I.6 Conditions de base

Les conditions de base auront une influence directe sur le bilan thermique (voir chapitre calcul thermique et étude de la condensation) de l'installation de chauffage, puisqu'elle détermine la différence de température et d'humidité absolue entre l'air extérieur et l'air intérieur.

Selon la saison et l'environnement, on distingue les deux types de conditions suivantes :

- conditions extérieures de base (en hiver) (annexe tableau A3).
- conditions intérieures de base (en hiver).

I.7 Paramètre Climatique

Le bilan énergétique annuel d'une installation de conditionnement d'air dépend des consignes adoptées consternants la température, l'humidité et la pureté de l'air à l'intérieur du local.

Pour effectuer le calcul des installations de chauffage il faut d'abord déterminer les charges thermiques maximales, et pour ce faire il est nécessaire de préciser la condition extérieure et intérieure d'après la référence **[1] :**

I.7.1 condition extérieur

Les conditions sont déterminées d'après des données météorologiques géographique (zone B), ces dernières sont résumés dans le tableau (I-1).

I.7.2 condition intérieur

Les conditions intérieures de base sont des valeurs minimales ou maximales qui ne doivent pas être dépassés tant que les conditions extérieures ne dépassent pas elles même les valeurs de base.

Elles sont déterminées en fonction des conditions du confort .Les conditions intérieures sont résumées dans le tableau (I-2).

Tableau (I-1) : Conditions extérieures de base d'après [1] (annexe Tableau A.2)

					Période hivernale	
Zone	Altitude (m)	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Ecart diurne (°C)	t° de base (°C)	L'humidité Relative (%)
B	**941**	**36.08**	**2.55**	15	01	80

Tableau (I-2) : Conditions climatiques intérieurs d'après [1]

DESIGNATION	PERIODE HIVERNALE	
	ti (°c)	φ (%)
Magazine, Réfectoires, Cuisines, Hall, Vestiaires, Rangement des poussettes,	18	50
Bureaux, Salles de classe, Salle de réunion, Bureaux, Accueil, Dortoirs	21	50

I.8 Description de la crèche

Nous présentons les différents locaux et le plan de notre bâtiment(Crèche).Il comporte le rez-de-chaussée et deux étages, le premier et le deuxième.

Les différents locaux et leur caractéristique sont résumés dans les tableaux **I.3, I.4**et**I.5** :

Tableaux (I-3) : Répartition des locaux (rez-de-chaussée)

N° DE LOCAUX	DESIGNATION	SURFACE (m2)	Hauteurs (m)
R1	Cuisine	82 ,80m^2	3,21
R2	Sanitaires enfants	12,53 m^2	3,21
R3	Sanitaires enfants	11,93 m^2	3,21
R4	Réfectoire 64 couverts	33,22 m^2	3,21
R5	Réfectoire personnelle 32 couverts	37,09 m^2	3,21
R6	Circulation	89,77 m^2	3,21
R7	Réfectoire 200 couverts	85.62 m^2	3,21
R8	Sanitaires F	9 m^2	3,21
R9	Sanitaires H	8,64 m^2	3,21
R10	Vestiaires F	14,66 m^2	3,21
R11	Circulation	13,58 m^2	3,21
R12	Vestiaires H	13,48 m^2	3,21
R13	Rangement poussettes	22,66 m^2	3,21
R14	Accueil	65,50 m^2	3,21

Tableaux (I.4) : Répartition des locaux (1^{ére} étage)

N° DE LOCAUX	DESIGNATION	SURFACE (m^2)	Hauteurs(m)
E1-1	Magasin	8,66m^2	3,21
E1-2	Magasin	8m^2	3,21
E1-3	Circulation	6,79m^2	3,21
E1-4	Circulation	11,66 m^2	3,21
E1-5	Salle de classe	27,43 m^2	3,21
E1-6	Dortoir	24,7 m^2	3,21
E1-7	Magasin	3,6 m^2	3,21
E1-8	Sanitaires enfants	12,5 m^2	3,21
E1-9	Sanitaires enfants	12 m^2	3,21
E1-10	Salle de classe	34 m^2	3,21
E1-11	Dortoir	13 m^2	3,21
E1-12	Salle de classe	23 m^2	3,21
E1-13	Salle de classe	36,50 m^2	3,21
E1-14	Dortoir	46 m^2	3,21
E1-15	Dortoir	22,6 m^2	3,21
E1-16	Sanitaires H	07 m^2	3,21

E1-17	Sanitaires F	10 m^2	3,21
E1-18	Gestionnaire	19 m^2	3,21
E1-19	Trésorerie	20 ,50 m^2	3,21
E1-20	B .directrice	27,5 m^2	3,21
E1-21	Circulation	99,45 m^2	3,21

Tableaux (I-5) : Répartition des locaux (2eme étage)

N° DE LOCAUX	DESIGNATION	SURFACE (m^2)	Hauteurs(m)
E2-1	Magasin	9,29 m^2	3,21
E2-2	Magasin	9,27 m^2	3,21
E2-3	Circulation	11,24 m^2	3,21
E2-4	Salle de classe	25,34 m^2	3,21
E2-5	Salle de classe	26,46 m^2	3,21
E2-6	Circulation	15 m^2	3,21
E2-7	Sanitaires enfants	12.57 m^2	3,21
E2-8	Sanitaires enfants	11,93 m2	3,21
E2-9	Salle polyvalente	50 m^2	3,21
E2-10	Sanitaires	10,52 m^2	3,21
E2-11	Salle de réunions	43,84 m^2	3,21
E2-12	Salle de classe	37,09 m^2	3,21
E2-13	Salle polyvalente	100,56 m^2	3,21
E2-14	Circulation	126,32 m^2	3,21
E2-15	Magazine	14,49 m^2	3,21
E2-16	Salle de classe	29,45 m^2	3,21

L'implantation de ces éléments est désignée sur le plan architectural suivant **[11]** :

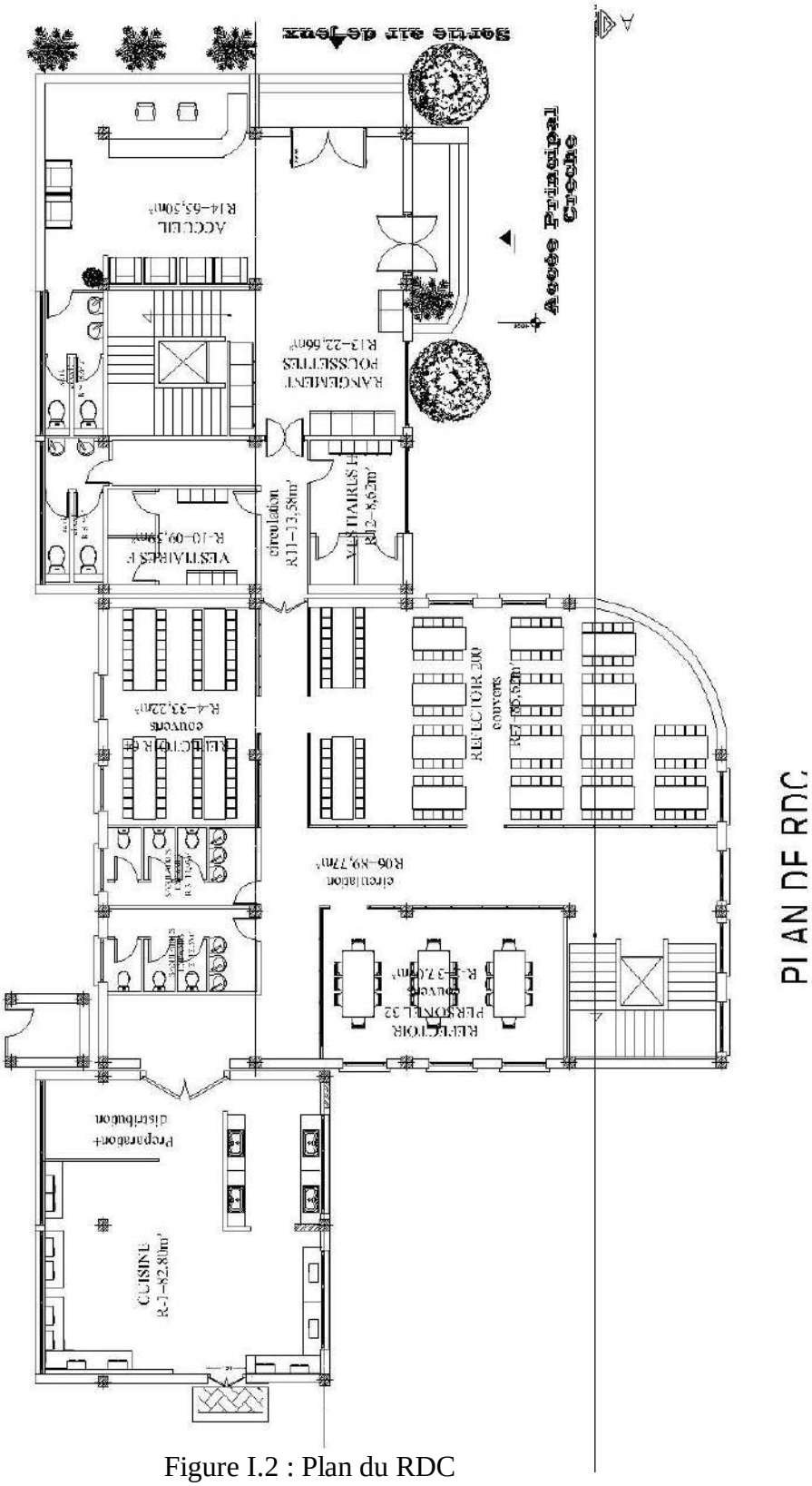


Figure I.2 : Plan du RDC

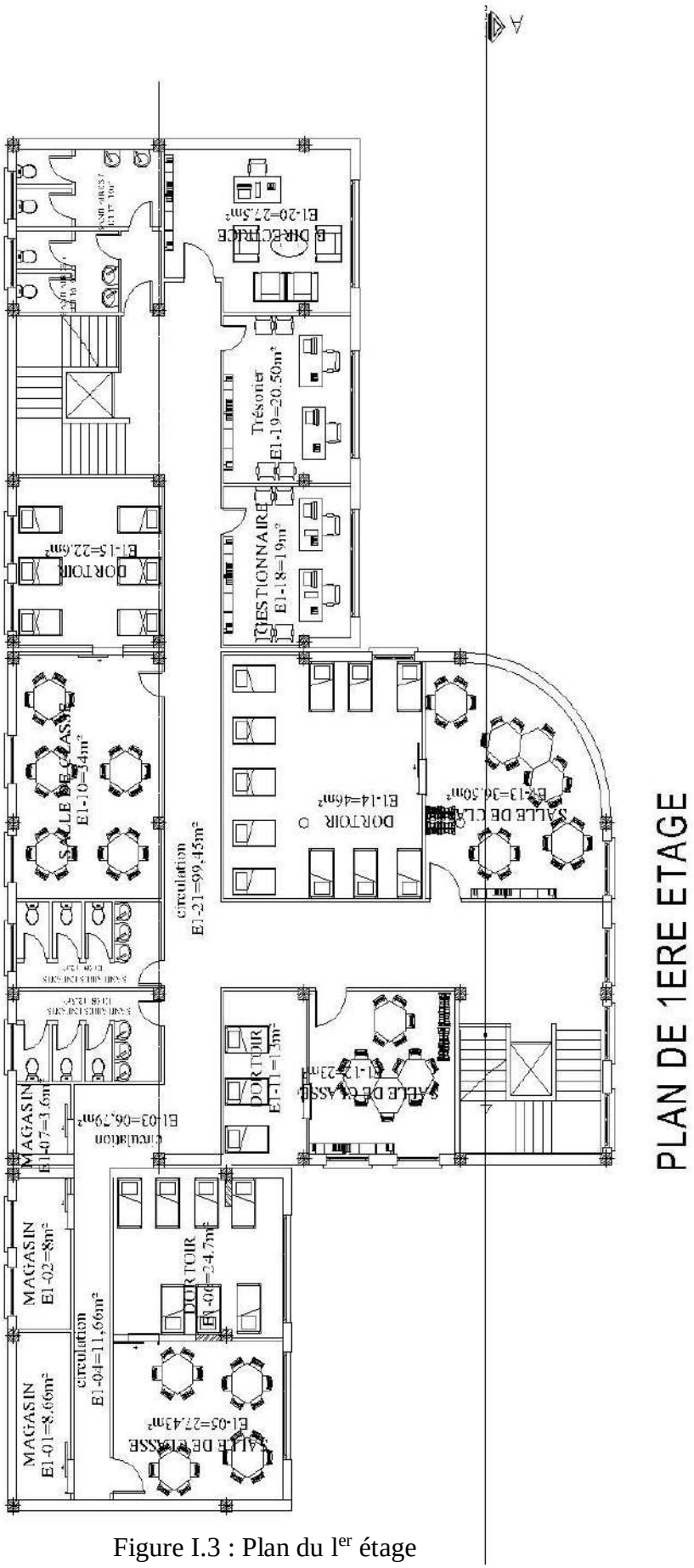


Figure I.3 : Plan du l[er] étage

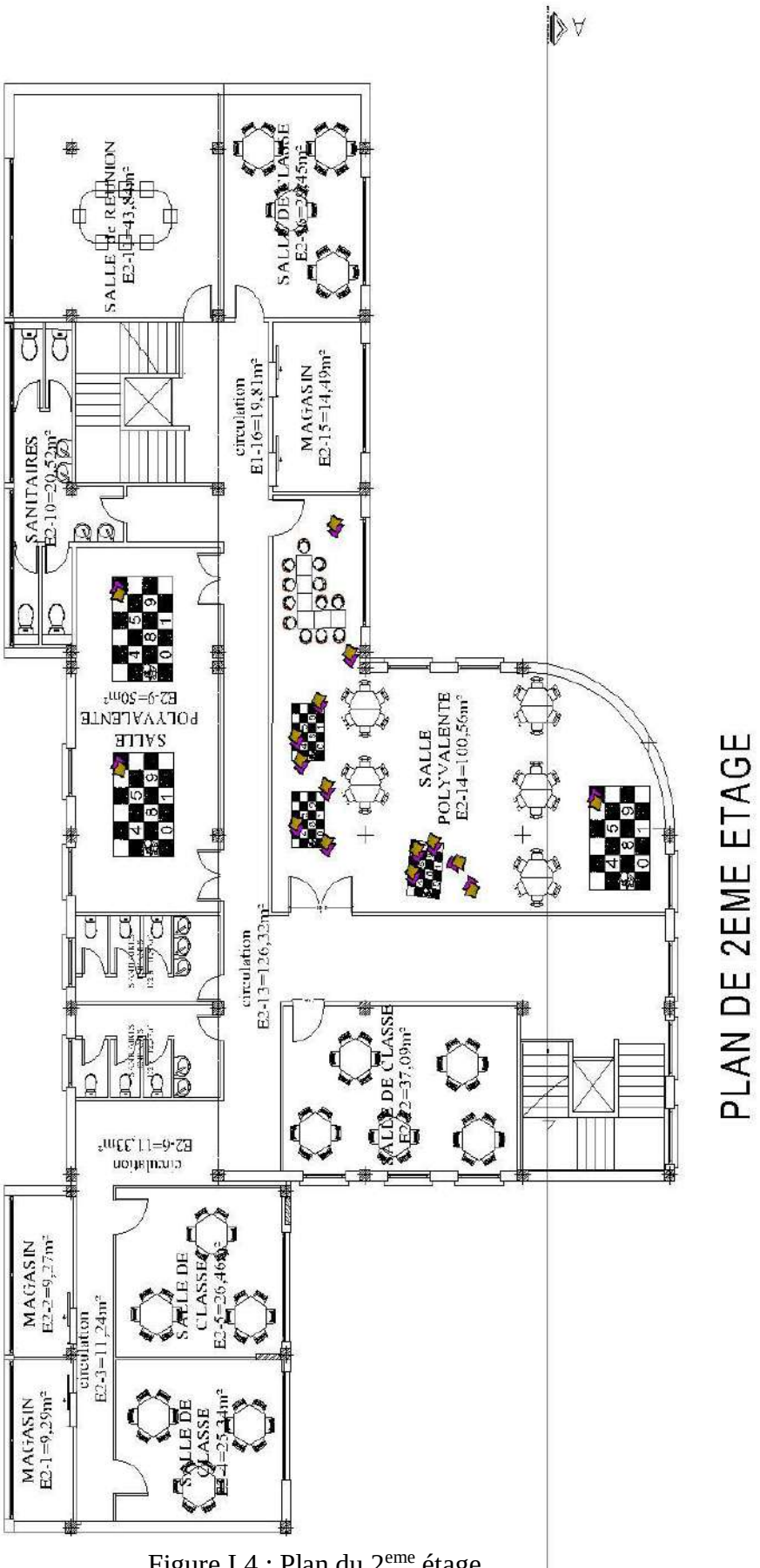


Figure I.4 : Plan du 2eme étage

Figure I.4 : Plan du 2ème étage

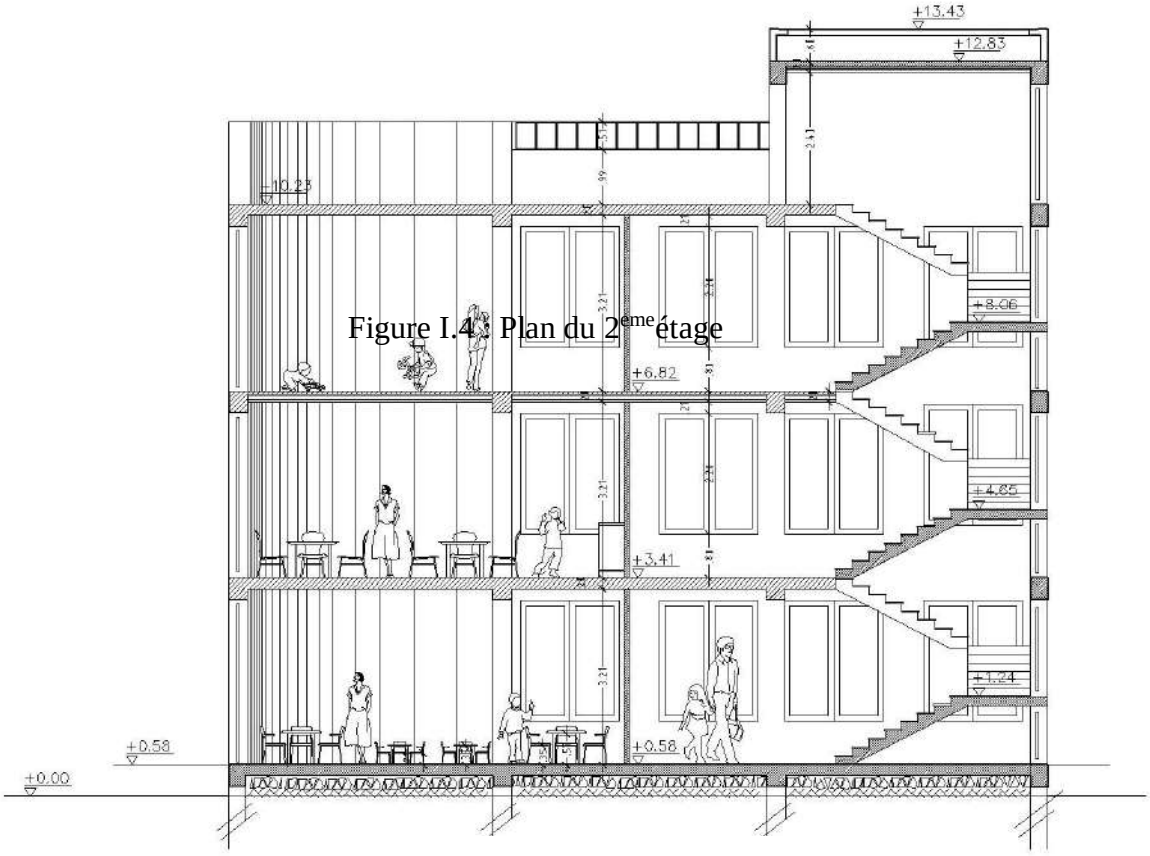


Figure I.5 : coupe des Plan A-A

Chapitre II

Calcul thermique et étude de la condensation

II.1Modes de transmission de la chaleur

On distingue conventionnellement trois modes de transfert de chaleur ; la conduction, la convection et le rayonnement

II.1.1La conduction

Ce mode de transmission de chaleur s'applique plus particulièrement aux solides, mis aussi les fluides au repos.

Il correspond à une propagation de la chaleur de proche en proche au sein de la matière, le passage chaleur se faisant par contact entre particules (atomes ou molécules) voisines. La matière se comporte véritablement comme un conducteur de la chaleur, La quantité de la chaleur est déterminée par la loi de FOURIER pour un régime permanent

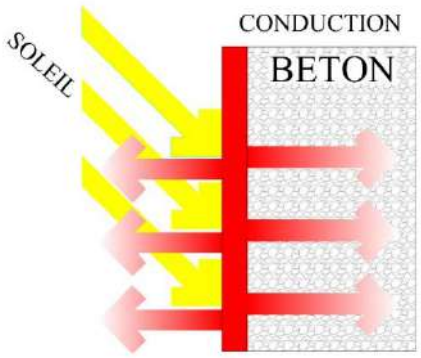


Figure (II-1) : Conduction

$Q_{cond} = (\lambda / e) .S. (t1-t2)$ (II-1).

• Q : flux de chaleur transmise par conduction et exprimé en (w).

• λ : coefficient de conductivité thermique et exprimé en (w/m^2. ºC).

• e : épaisseur de la paroi en (m).

• t1-t2 : différance de températures des corps chaud et froid respectivement exprimée en (ºC).

• S : surface d'échange exprimée en (m^2).

II.1.2La convection

La transmission de chaleur par convection met en jeu le mouvement des fluides (gaz ou liquides), ce mouvement permet l'échange de chaleur entre le fluide et une paroi et facilite la diffusion de la chaleur au sein de l'ensemble du fluide grâce à l'agitation produite.

La convection est dite naturelle ou libre lorsque le mouvement du fluide créé par les différences de masse volumique existant au sens du fluide du fait des différences de températures. Lorsque le mouvement est communiqué par une machine- agitateur, pompe, compresseur ou ventilateur – la convection est dite forcée.

La quantité de la chaleur est donnée par la loi de NEWTON **[2]**.

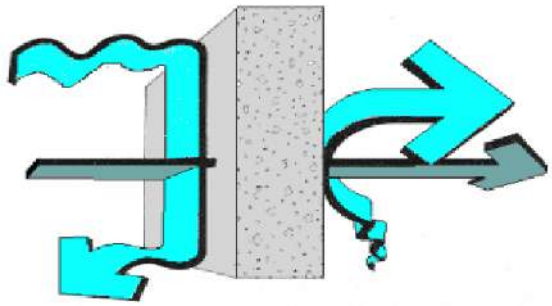


Figure (II-2) : Principe de la convection **[2]**.

Q_{conv}= hc. S. (t1-t2) (II-2).

• Q_{conv} : flux de chaleur transmise par convection exprime en (w).

• hc : coefficient de convection exprime en (w/m2. ºC).

• S : surface d'échange exprime en (m^2).

• t1et t2 : températures du corps solide respectivement exprime en (ºC).

II.1.3Le rayonnement

La transmission de la chaleur par rayonnement correspond au transport d'énergie thermique sous forme d'ondes électromagnétiques analogues à celle de la lumière, La quantité de chaleur rayonnée est déterminée par la relation suivante : d'après **[2]**.

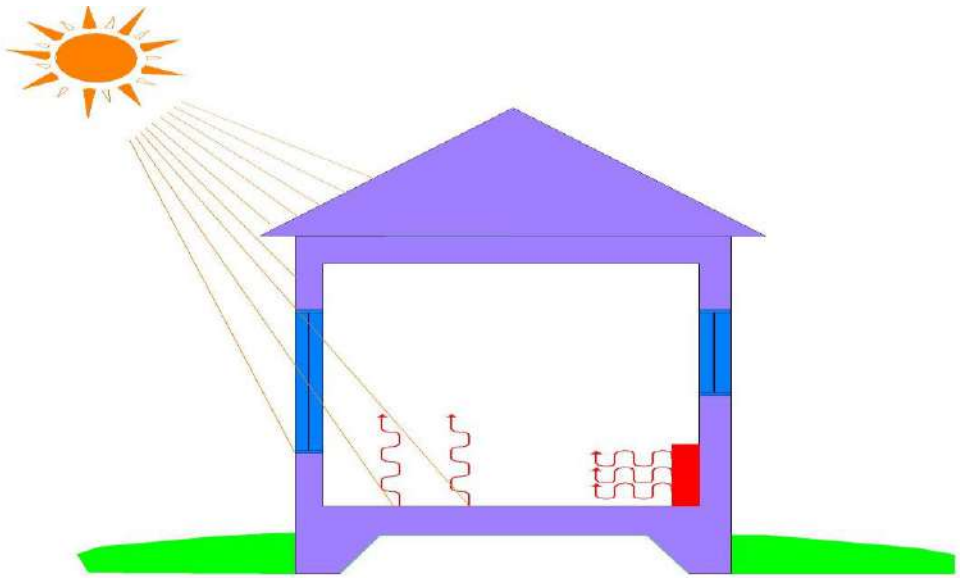


Figure (II-3) : Rayonnement

$Q_{ray}= h_r . S. (t1-t2)$ (II-3).

• Q_{ray} : la quantité de chaleur rayonnée exprime en (w).

• h_r : coefficient d'échange superficiel par rayonnement exprime en ($w/m^2.°C$).

• t1et t2 : températures de surface de la paroi et du fluide respectivement exprime en (k).

h_r : est donné par la relation suivante :

$h_r =q/(t1-t2)$ (II-4).

Avec : $q=C ((T1/100)^4-(T2/100)^4)$ (II-5).

• q : caractérise le flux de chaleur par rayonnement exprime en (w/m^2)

• C : coefficient de rayonnement entre la surface de la paroi et le fluide.

• T1et T2 : températures de surface de la paroi et du fluide respectivement exprime en(c).

II.2valeurs des coefficients de transfert de chaleur superficiels intérieurs et extérieurs

Généralement les coefficients d'échange de thermique par rayonnement et par convection sont rassemblés dans un seul coefficient d'échange de chaleur superficiel intérieur ou extérieur. D'après **[2]**.

•Pour un flux horizontal :

h_i =9,09 ($w/m^2. °C$). h_e=16,66 ($w/m^2.°C$).

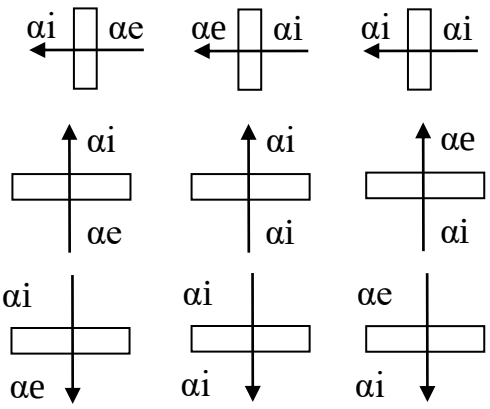
•Pour un flux vertical :

* flux ascendant :

h_i =11,11($w/m^2.°C$). h_e=20 ($w/m^2.°C$).

* flux descendant :

hi =05,88($w/m^2.°C$). he=20 ($w/m^2.°C$).



II.3Calcule des coefficients globaux de transfert de chaleur

Le coefficient de transmission global (k) d'une paroi plane comportant une couche ou plusieurs couches se détermine par la formule suivant : d'après **[3]**.

$k = 1 / R_{th} = 1 / ((1/h_i) + \sum (e_i / \lambda_i) + (1/ h_e)$ (II-6).

• R_{th} : résistance thermique de la paroi exprime en ($m^2.°C/w$).

• h_i : coefficient de transfert de chaleur superficiel intérieur exprimé en ($w/m^2.°C$) **(annexa tableau B1).**

• h_e : coefficient de transfert de chaleur superficiel extérieur exprimé en ($w/m^2.°C$) **(annexa tableau B1).**

• e_i : épaisseur de l'$I^{èr}$ couche exprimée en (m).

• λ_i : conductivité thermique de la $I^{èr}$ couche exprimer en ($w/m.°C$) (**annexa tableau B2)** .

II.4 Caractéristiques thermiques :

II.4.1 Calcul thermique de paroi :

La chaleur est une forme d'énergie, son flux est toujours dirigé des températures les plus élevées vers les températures les plus basses.

Des éléments tels que planchers, parois, dalles, toits, fenêtres et portes opposent une certaine résistance aux échanges thermiques. Le flux de chaleur qui traverse un élément est défini par le coefficient de transmission thermique K.

II.4.2 Calcul de Coefficient de transmission thermique d'une paroi K

Il est représenté ci-contre une paroi composée d'une seule couche **[3]**:

Son coefficient de transmission thermique K est calculé comme suit :

$$K = \frac{1}{Ri+R+Re} \qquad \text{(II-7).}$$

En pratique, une paroi (un mur) est généralement constituée de plusieurs couches de matériaux d'épaisseurs et de conductivités thermiques différentes.

Le coefficient de transmission thermique K d'une telle paroi a pour équation :

$$K = \frac{1}{Rtot} \qquad \text{(II-8).}$$

Tel que: $R_{tot} = Ri + \Sigma R + Re$

Donc : $$K = \frac{1}{Ri+\Sigma R+Re} \qquad \text{(II-9).}$$

Avec : $Ri = \frac{1}{hi}$ $Re = \frac{1}{he}$ $R = \frac{e}{\lambda}$ (II-10).

II.4.3 Application au projet

Les murs utilisés dans le projet sont les suivants :

- Mur extérieur.
- Mur intérieur (entre locaux).
- Mur intérieur (contact avec circulation).
- Plancher entre étage.
- Plancher sur sol.
- Toiture.

II.4.3.1Mur extérieur

Le mur extérieur est fini, il est constitué de 6 couches, allant de la surface intérieure dumur vers la surface extérieure de celui-ci, sont les suivants :

1-Enduit plâtre.

2-Enduit ciment.

3-Brique creuse

4-Lame d'air.

5-Brique creuse. .

6-Enduit ciment

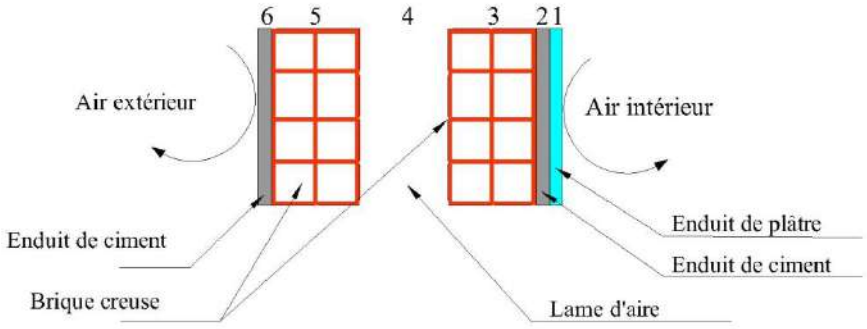


Figure (II.4):Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison

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

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,21
04	Lame d'aire	0,1	0,625	0,16
05	Brique creuse	0,1	0,48	0,21
06	Enduit de ciment	0,015	01,4	0,011
			∑ Rtot=	0,616

Le coefficient de transmission thermique K :

Ri= 0,11 m^2 °C/ W Re = 0,06 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,11+0,616+0,06}$$

K= 1,3 (W/ m^2°C)

II.4.3.2 Mur intérieur (entre locaux)

Le mur intérieur est composé de 5 couches, allant de la surface intérieure du mur vers la surface extérieure de celui-ci, sont les suivants :

1-Enduit plâtre.

2-Enduit ciment.

3-Brique creuse

4-Enduit ciment.

5-Enduit plâtre.

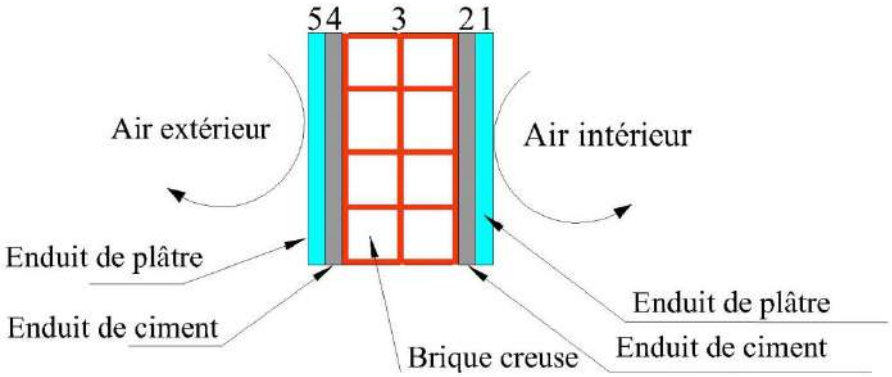


Figure II.5 : vue en coupe d'un mur intérieur entre locaux.

Tableau (II.2): Résistance des différentes couches du mur intérieur.

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,21
04	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
05	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
			∑ Rtot=	0,260

Le coefficient de transmission thermique K :

R_i= 0,11 m^2 °C/ W R_e = 0,11 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,11+0,260+0,11}$$

K= 2,08(W/ m^2°C)

II.4.3.3 Mur intérieur (contact avec circulation)

Le mur intérieur est composé de 7 couches, allant de la surface intérieure du mur versla surface extérieure de celui-ci, sont les suivants :

1. Enduit plâtre.
2. Enduit ciment.
3. Brique creuse.
4. Lame d'air.
5. Brique creuse.
6. Enduit ciment.
7. Enduit plâtre.

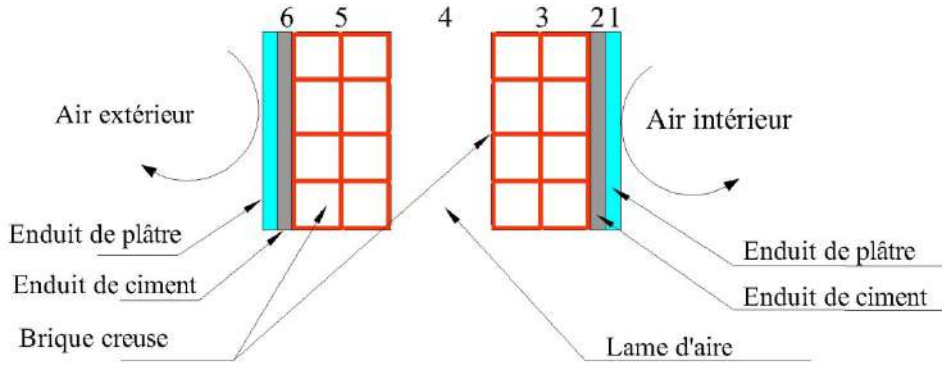


Figure (II.6) : vue en coupe d'un mur intérieur en contact avec circulation.

Tableau (II.3) : Résistance des différentes couches du mur intérieur (contact avec circulation).

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
02	Enduit de ciment	0,015	1,4	0,011
03	Brique creuse	0,1	0,48	0,21
04	Lame d'aire	0,1	0,625	0,16
05	Brique creuse	0,1	0,48	0,21
06	Enduit de ciment	0,015	01,4	0,011
07	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
			∑ Rtot=	0,360

Le coefficient de transmission thermique K :

R_i= 0,11 m^2 °C/ W R_e = 0,11 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,11+0,616+0,11}$$

K= 1,18(W/ m^2°C)

II.4.3-4 Plancher entre étage

Le plancher entre étage est composé de 5 couches, sont les suivants :

1. Carrelage.
2. Ciment.
3. Béton armé.
4. Hourdis.
5. Enduit plâtre

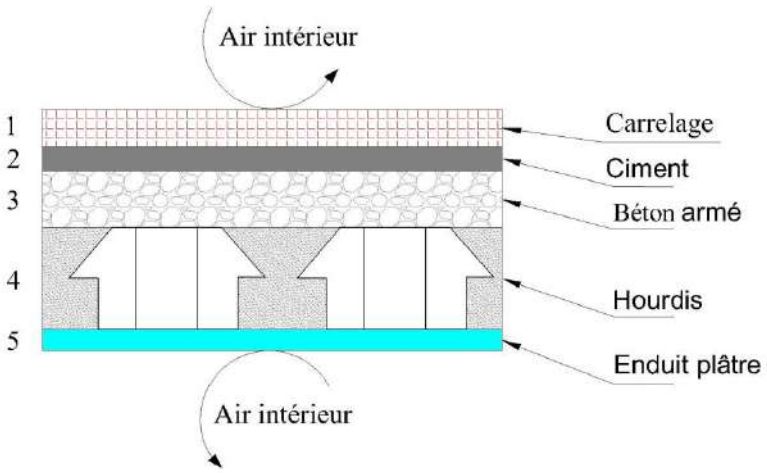


Figure (II.7) : vue en coupe d′un plancher entre étage.

Tableau (II.4): Résistance des différentes couches du plancher entre étage.

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Carrelage	0,025	0,55	0,045
02	Ciment	0,025	1,4	0,018
03	Béton armé	0,1	1,75	0,057
04	Hourdis	0,1	0,98	0,102
05	Enduit de plâtre	0,005	0,35	0,014
			∑ Rtot=	0,236

Le coefficient de transmission thermique K :

R_i= 0,17 m^2 °C/ W R_e = 0,17 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,17+0,236+0,17}$$

K= 1,40(W/ m^2°C)

II.4.3.5 Plancher sur sol

Le planché sur sol a une épaisseur de 80 cm et il est composé de 6 couches + le sol,sont les suivants :

1. Carrelage.
2. Ciment.
3. Sable.
4. Mortier en ciment.
5. Béton armé.
6. Pierres
7. Sol.

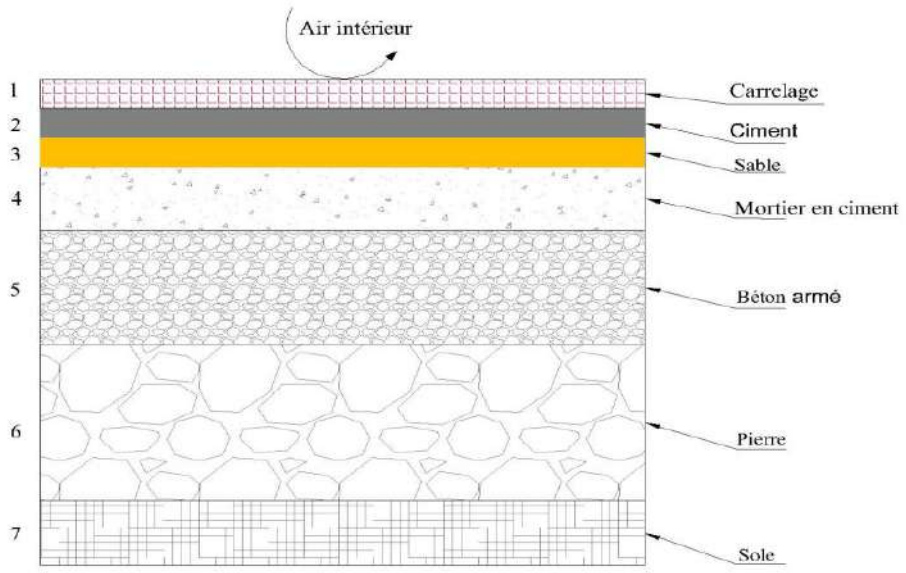


Figure (II.8): vue en coupe d'un Plancher sur sol.

Tableau (II.5): Résistance des différentes couches du plancher sur sol.

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c/w
01	Carrelage	0,025	0,55	0,045
02	Ciment	0,025	1,4	0,018
03	Sable	0,025	0,67	0,037
04	Mortier en ciment	0,075	1,4	0,053
05	Béton armé	0,15	1,75	0,086
06	Pierres	0,33	2,67	0,12
07	Sol	0,17	2,43	0,07
			∑ Rtot=	0,429

Le coefficient de transmission thermique K :

R_i= 0,17 m^2 °C/ W R_e = 0,17 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,17+0,429+0,17}$$

K= 1,30(W/ m^2°C)

II.4.3.6 Toitures

La toiture à une épaisseur de 40 Cm et elle est formée de 7 couches, sont les suivants :

1. Gravillon.
2. Carte bitumée.
3. Liège.
4. Chape en ciment.
5. Béton.
6. Hourdis.
7. Enduit plâtre.

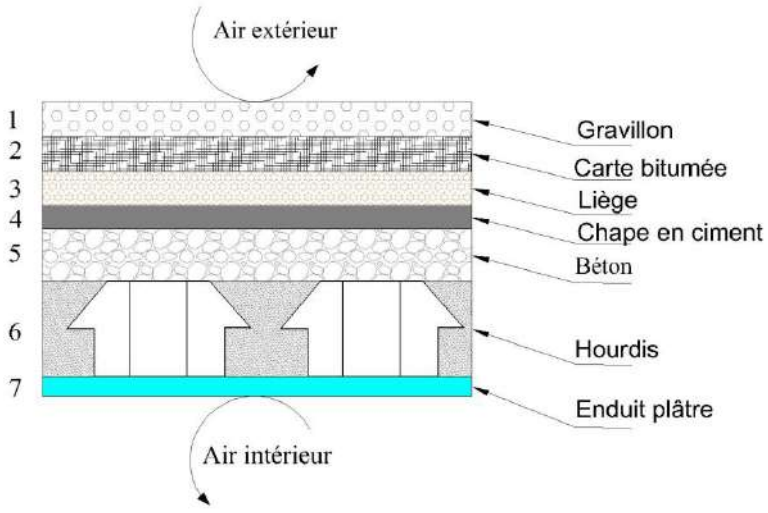


Figure (II.9): vue en coupe d'une toiture (terrasse.)

Tableau (II.6) : Résistance des différentes couches de la toiture.

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R
		m	w/m.°c	m^2°c /w
01	Gravillon	0,02	0,95	0,021
02	Carte bitumée	0,03	0,2	0,15
03	Liège	0,02	0,06	0,33
04	Chape en ciment	0,01	1,63	0,006
05	Béton	0,2	1,75	0,11
06	Hourdis	0,1	0,98	0,10
07	Enduit plâtre	0,01	0,35	0,057
			∑ Rtot=	0,774

Le coefficient de transmission thermique K :

R_i= 0,09 m^2 °C/ W R_e = 0,05 m^2 °C/ W

A.N:

$$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,09+0,774+0,05}$$

K= 1,09(W/ m^2°C)

II.4.3.7 Menuiserie (Portes et fenêtres)

Tableau (II.7): Valeur de coefficient K pour les fenêtres et les portes **(Annexe Tableau B.3)**

Désignation		K (W/ m^2°C)
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

II.5 Etude de la stabilité thermique

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

II.5.1 La résistance minimale R_{min}

La résistance thermique d'une paroi exposée a l'extérieur doit-être supérieure à une certaine valeur appelée résistance minimale R_{min}, qui assure une bonne isolation thermique de la paroi en limitant les échanges de la chaleur entre l'intérieur et l'extérieur et un confort aux occupants en limitant l'échange par rayonnement entre les occupants et les surfaces intérieurs des parois exposées a l'extérieur, elle est calculée par la formule suivante :

$$R_{min}=\frac{n\,(Ti-Te)}{hi.\Delta\theta\ max} \qquad \text{(II-11).}$$

Avec :

T_i: La température de l'air intérieur (°C).

T_e: La température extérieure (°C).

h_i: Coefficient superficiel de la chaleur (m^2.°C / w).

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

n = 1,0 pour mur extérieur.

n = 0,9 pour terrasse et plancher sur sol.

n = 0,75 pour plancher sur vide sanitaire ventilé.

n = 0,6 pour plancher sur vide sanitaire ventilé.

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

$\Delta\boldsymbol{\theta}_{max}$ = 5 °C pour les murs extérieurs.

$\Delta\boldsymbol{\theta}_{max}$ = 4,5 °C pour les terrasses.

On doit vérifie

$R_{paroi} > R_{min}$ Avec $R_{paroi} = \frac{1}{K}$ (m^2.°C / w). (II-12).

II.5.2 Application au projet

Mur extérieur en double cloison M.D.C de33cm:

T_i = 21 °C T_e = 1°C h_i= 9,09 n = 1$\Delta\boldsymbol{\theta}_{max}$ = 5 °C .

$R_{min} = \frac{1x\,(21-1)}{9.09\ x\ 5} \Rightarrow R_{min}$ =0.44m².°C / w

K=1,3 w/m²°c $R_{paroi} = \frac{1}{K} \Rightarrow R_{paroi}$ = 0,76 m².°C /w

$R_{min} < R_{paroi}$ Donc la structure est bonne.

Le tableau suivant montre la vérification de la $R_{paroi} > R_{min}$ pour chaque type de paroi extérieure de la construction.

Tableau (II.08): vérification de la condition ($R_{paroi} > R_{min}$) pour chaque type de paroi extérieure de la construction**.**

Paroi	Ti (°c)	Te (°c)	ΔT (°c)	K (w/m²°c)	$\Delta\theta_{max}$ (°c)	n	R_{paroi} m².°C /w	R_{min} m².°C /w	$R_{paroi} > R_{min}$
Mur Extérieur	21	01	20	1.3	5	1	0.616	0.44	vérifiée
Toiture	21	01	20	1.09	4.9	0.9	0.774	0.40	vérifiée
Planche Sur sol	21	10	11	1.3	4.9	0.9	0.429	0.34	vérifiée

On a trouvé que la résistance minimale des parois de projet est vérifiée donc la construction est bonne.

II.6. Etude de la condensation :

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

L'humidité qui apparait 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.6.1 La condensation superficielle

En hiver les faces intérieurs des parois donnant sur l'extérieur sont à une température $\boldsymbol{\theta}_i$ inferieur à la température Ti de l'ambiance intérieure :

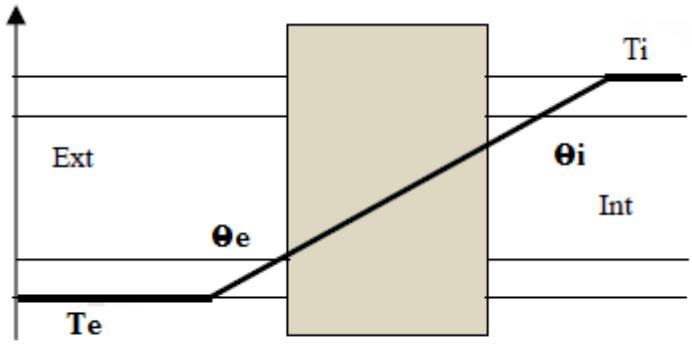


Figure (II.10): Déférents températures de la condensation superficielle.

$\boldsymbol{\theta}_i$ est donné par la relation suivante :

$$\boldsymbol{\theta}_i = Ti - \frac{1}{hi}(T_i - T_e)\, Ks\ (^{\circ}C) \qquad \text{(II-13).}$$

Ou :

T_i : La température intérieure du local (°C)

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

T_e: La température extérieure (°C).

Ks: Le coefficient de transmission surfacique de la paroi ($w/m^2°C$).

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

II.6.2 Application au projet

II 6.2.1 Mur extérieur en double cloison M.D.C de33cm

1er Cas : (ti = 21:°c)

On a :

Ti = 21 °C et Te = 1°C

Ti = 21°C } ⇒Tr = 10.19 °C **[12]**.

φ = 50%

θ_i= 21 − 0,11 (21 - 1) 1,3 = 18 ,14°C

θ_i = 18,14°C> Tr = 10,19 °C

- 2eme Cas (ti = 18:°c)

On a :

Ti = 18°C et Te = 1°C

Ti = 18°C } ⇒ Tr = 07,43°C**[12]**.

φ = 50%

θ_i= 18− 0,11 (18 - 1) 1,3 = 15 ,56°C

θ_i = 15,56°C> Tr = 07,43°C

II 6.2.2Toitures

1er Cas : (ti = 21:°c)

On a :

Ti = 21 °C et Te = 1°C

Ti = 21°C } ⇒ Tr = 10.19 °C**[12]**.

φ = 50%

θ_i= 21 − 0,09 (21 - 1) 1,09 = 19 ,03°C

θ_i = 19,03°C> Tr = 10,19 °C

2eme Cas (ti = 18:°c)

On a :

Ti = 18°C et Te = 1°C

Ti = 18°C } ⇒ Tr = 07,43°C **[12]**.

φ = 50%

θ_i= 18– 0,09 (18 - 1) 1,09 = 16 ,33°C

θ_i = 16,33°C> Tr = 07,43°C

II.6.3 La condensation dans la masse :

Ce type de condensation se forme sous l'effet de différence de température et de pression partielle à l'intérieur des parois, ainsi s'établit un flux de vapeur d'eau de l'ambiance. Le risque de condensation dans la masse s'établit graphiquement par le diagramme de Glaser. Cette détermination est basée sur l'étude de variation de la pression de saturation « **Ps**» comparée à la pression partielle «**Pv**» de la vapeur d'eau a travers la paroi.

II.6.4 Détermination du risque de condensation dans une paroi «Diagramme de Glaser »

Cette détermination est basée sur l'étude de la variation de la pression de saturation comparée à celle de la pression partielle de la vapeur d'eau a la paroi. Se faire graphiquement et est nommée habituellement le tracé du diagramme de Glaser.

Le diagramme de l'air humide nous a montre que pour une ambiance donnée (Température et humidité) il y aura condensation si la température de l'ambiance (ou localement si la température de surface d'une paroi en contact avec l'ambiance s'abaisse en dessous de la température de rosée.

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

On utilisé le tableau de pression de saturation suivent :

Tableau (II-09) : donnant les pressions de saturations de différentes températures **[12].**

Ts(°c)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ps(pa)	611	657	705	758	813	872	934	1001	1073	1148	1227

Ts(°c)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ps(pa)	1312	1402	1497	1598	1704	1817	1937	2063	2097	2337	2485

II.6.5. Application au projet

II.6.5. 1Calcul des températures de saturation aux interfaces des couches de la paroi

II.6.5. 1.1Mur extérieur en double cloison M.D.C de33cm

a) contact avec l'extérieur pour (t=21°c)

$$\mathbf{T_j = T_{j-1} - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right).(T_i - T_e)} \quad (℃)$$

Donc :

$T_1 = 18{,}14 - 1{,}3\left(\frac{0{,}005}{0{,}35}\right).(21 - 01) \Rightarrow T_1 = 17{,}77\ (℃)$

$T_2 = 17{,}77 - 1{,}3\left(\frac{0{,}015}{1{,}4}\right).(21 - 01) \Rightarrow T1 = 17{,}48\ (℃)$

$T_3 = 17{,}48 - 1{,}3\left(\frac{0{,}1}{0{,}48}\right).(21 - 01) \Rightarrow T1 = 12{,}02\ (℃)$

$T_4 = 12{,}02 - 1{,}3\left(\frac{0.1}{0.625}\right).(21 - 01) \Rightarrow T1 = 7{,}86\ (℃)$

$T_5 = 7{,}86 - 1{,}3\left(\frac{0.1}{0.48}\right).(21 - 01) \Rightarrow T1 = 2{,}40\ (℃)$

$T_6 = 2{,}40 - 1{,}3\left(\frac{0.015}{1.4}\right).(21 - 01) \Rightarrow T1 = 2{,}11\ (℃)$

$T_e = 01\ (℃)$

Détermination des pressions de saturation

On utilisant le diagramme de l'air humide pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température **[12]**.

Tableau (II.10): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e (m)	/	0,005	0,015	0,1	0,1	0,1	0,015	/
T (°c)	21	17,77	17,48	12,02	7,86	2,40	2,11	1
Ps (Kpa)	2,485	2,033	1,996	1,403	1,062	0,726	0,711	0,657

b) Contact avec l'extérieur pour (t=18°c):

$$\mathbf{T_j = T_{j-1} - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right).(T_i - T_e)} \quad (℃)$$

Donc :

T_1= 15,56– 1,3($\frac{0,005}{0,35}$).(18– 01) ⇒ T_1= 15,24 (°C)

T_2= 15 ,24– 1,3($\frac{0,015}{1,4}$).(18– 01) ⇒ T1= 15,00 (°C)

T_3= 15,00– 1,3($\frac{0,1}{0,48}$).(18– 01) ⇒ T1= 10,39 (°C)

T_4= 10,39– 1,3($\frac{0.1}{0.625}$).(18– 01) ⇒ T1= 6,85 (°C)

T_5= 6 ,85– 1,3($\frac{0.1}{0.48}$).(18– 01) ⇒ T1= 2,24 (°C)

T_6= 2,24– 1,3($\frac{0.015}{1.4}$).(18– 01) ⇒ T1= 2,00 (°C)

T_e = 01 (°C)

Détermination des pressions de saturation

On utilisant le diagramme de l'air humide pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température **[12]**.

Tableau (II.11): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e (m)	/	0,005	0,015	0,1	0,1	0,1	0,015	/
T (°c)	18	15 ,24	15,00	10,39	6,85	2,24	2,00	1
Ps (Kpa)	2,060	1,730	1,704	1,259	0,991	0,718	0,705	0,657

II.6.5. 1.2pour toiture :

a- Contact avec l'extérieur pour (t=21°c):

$T_j = T_{j-1} - K\left(\frac{ej}{\lambda j}\right).(T_i - T_e)$ (°C)

Donc :

T_1= 19,03– 1,09($\frac{0,02}{0,95}$).(21– 01) ⇒ T_1= 18,57 (°C)

T_2= 18 ,57– 1,09($\frac{0,03}{0,2}$).(21– 01) ⇒ T1= 15,03 (°C)

T_3= 15,03– 1,09($\frac{0,02}{0,06}$).(21– 01) ⇒ T1= 7,76 (°C)

T_4= 7,76– 1,09($\frac{0.01}{1.63}$).(21– 01) ⇒ T1= 7,62 (°C)

T_5= 7 ,62– 1,09($\frac{0.2}{1.75}$).(21– 01) ⇒ T1= 5,12 (°C)

T_6= 5,12– 1,09($\frac{0.1}{0.98}$).(21– 01) ⇒ T1= 2,89 (°C)

T_7= 2,89– 1,09($\frac{0.01}{0.35}$).(21– 01) ⇒ T1= 2,26 (°C)

T_e = 01 (°C)

Détermination des pressions de saturation

On utilisant le diagramme de l'air humide pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température.

Tableau (II.12): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e (m)	/	0,02	0,03	0,02	0,01	0,2	0,1	0,01	/
T (°c)	21	18,57	15,53	7,76	7,62	5,12	2,89	2,26	1
Ps (Kpa)	2,485	2,137	1,763	1,055	1,045	0,879	0,752	0,719	0,657

b- Contact avec l'extérieur pour (t=18°c)

T_j= T_{j-1} - K ($\frac{ej}{\lambda j}$).(T_i – T_e) (°C)

Donc :

T_1= 16,33– 1,09($\frac{0,02}{0,95}$).(18– 01) ⇒ T_1= 15,93 (°C)

T_2= 15 ,93– 1,09($\frac{0,03}{0,2}$).(18– 01) ⇒ T1= 13,15 (°C)

T_3= 13,15– 1,09($\frac{0,02}{0,06}$).(18– 01) ⇒ T1= 6,97 (°C)

T_4= 6,97– 1,09($\frac{0.01}{1.63}$).(18– 01) ⇒ T1= 6,85 (°C)

T_5= 6 ,85– 1,09($\frac{0.2}{1.75}$).(18– 01) ⇒ T1= 4,73 (°C)

T_6= 4,73– 1,09($\frac{0.1}{0.98}$).(18– 01) ⇒ T1= 2,83 (°C)

T_7= 2,83– 1,09($\frac{0.01}{0.35}$).(18– 01) ⇒ T1= 2,30 (°C)

T_e = 01 (°C)

Détermination des pressions de saturation

On utilisant le diagramme de l'air humide pour définir les pressions de saturation qui correspondent à chaque température.

Tableau (II.13): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e (m)	/	0,02	0,03	0,02	0,01	0,2	0,1	0,01	/
T (°c)	21	15,93	13,15	6,97	6,85	4,73	2,83	2,30	1
Ps (Kpa)	2,485	1,809	1,511	0,999	0,991	0,856	0,748	0,721	0,657

II.6.5. 2 Détermination des pressions partielles

II.6.5. 2.1 Mur extérieur en double cloison M.D.C de33cm

1er cas t=21°c

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

$P_{vi} = \varphi \times P_{si}$ φ = 50 % P_{vi}= 0,5×2 = 01kpa

$P_{ve} = \varphi \times P_{se}$ φ = 80 % P_{ve}= 0,8×0,711 =0,56kpa

Tableau (II.14): résistance de chaque couche de la paroi extérieur.

Les couches	e (m)	λ (w / m.°C)	R (m^2.°C /w)	π kg/m.s	e/π (m^2.s / Kg)
1	0,005	0,35	0,014	0,013	0,38
2	0,015	1,4	0,011	0,005	3,00
3	0,1	0,48	0,21	0,014	7,14

4	0,1	0,625	0,16	0,09	1,11
5	0,1	0,48	0,21	0,014	7,14
6	0,015	1,4	0,011	0,005	3,00
		ΣR (m^2.°C /w)	0,616	Σ e/π e/π	21 ,77

On a :

$P_{vn} = P_{ve} + (\frac{en}{\pi n}) \times (\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}})$ (kpa)

$\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}} = \frac{1-0,56}{21,77} = 0,02$

$P_{v1} = P_{ve} + (\frac{e1}{\pi 1}) \times (0,02) = 0,56 + 0,38x0,02 =$ **0,567 (kpa)**

$P_{v2} = P_{v1} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2}) \times (0,02) = 0,567 + (0,38+3)\ x\ 0,02 =$ **0,635(kpa)**

$P_{v3} = P_{v2} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3}) \times (0,02) = 0,635 + (0,38+3+7.14)x\ 0,02 =$ **0,845(kpa)**

$P_{v4} = P_{v3} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4}) \times (0,02) = 0,845 + (0,38+3+7.14+1,11)x\ 0,02 =$ **1,076 (kpa)**

$P_{v5} = P_{v4} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5}) \times (0,02) = 1,076 + (0,38+3+7.14+1,11+7,14)x\ 0,02 =$ **1,451 (kpa)**

$P_{v6} = P_{v5} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0,02) = 1,451 + (0,38+3+7.14+1,11+7,14+3)x\ 0,02 =$ **1,886 (kpa)**

Tableau (II.15): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e(m)	0,005	0,015	0,1	0,1	0,1	0,015
Ps (kpa)	2,033	1,996	1,403	1,062	0,726	0,711
Pv(kpa)	0,567	0,635	0,845	1,076	1,451	1,886

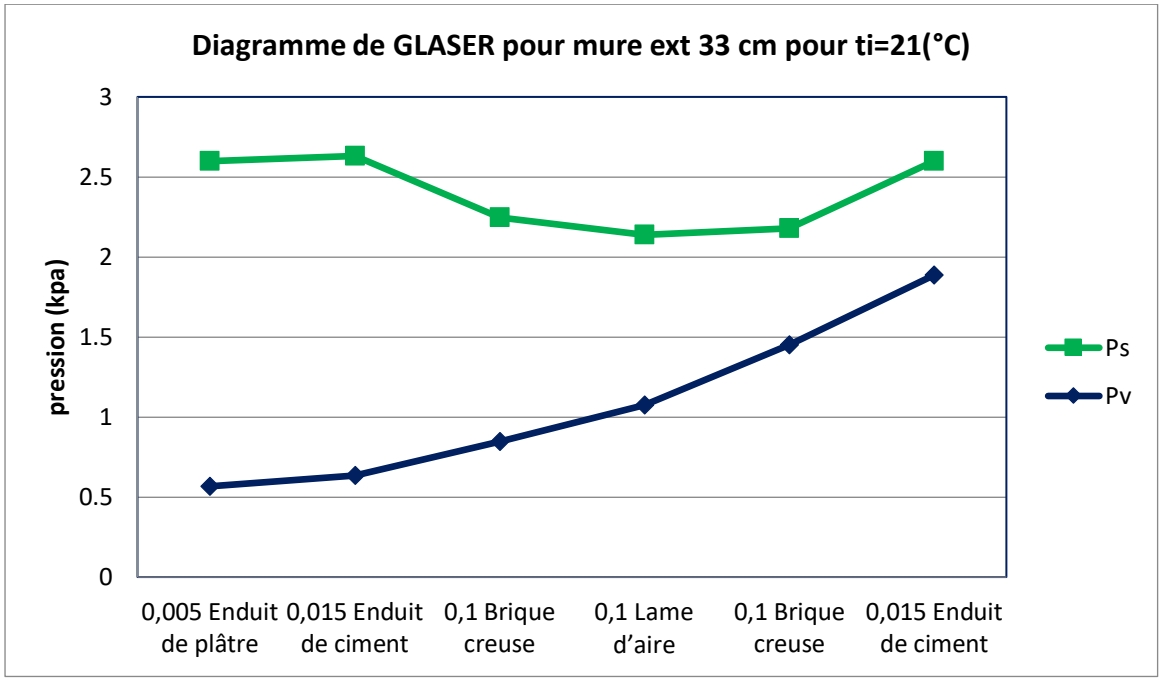


Figure (II-11) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=21(°C)

D'après le diagramme II.11 on constate que les pressions de vapeur sont toujours en dessous de la pression de saturation, ce qui signifie qu'il n'y a pas une condensation dans lamasse dans le mur extérieur.

2eme cas t=18°c

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

$P_{vi} = \varphi \times P_{si}$ φ = 50 % P_{vi}= 0,5×1.73 =0,865 kpa

$P_{ve} = \varphi \times P_{se}$ φ = 80 % P_{ve}= 0,8×0,705 =0,564 kpa

On a :

$P_{vn} = P_{ve} + (\frac{en}{\pi n}) \times (\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}})$ (kpa)

$\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}} = \frac{0.865 - 0,564}{21,77} = 0,01$

$P_{v1} = P_{ve} + (\frac{e1}{\pi 1}) \times (0,01) = 0,564 + 0,38x\ 0,01 =$ **0,567 (kpa)**

$P_{v2} = P_{v1} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2}) \times (0,01) = 0,567 + (0,38+3)\ x\ 0,01 =$ **0,600 (kpa)**

$P_{v3} = P_{v2} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3}) \times (0,01) = 0,600 + (0,38+3+7.14)x\ 0,01 =$ **0,705 (kpa)**

$P_{v4} = P_{v3} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4}) \times (0,01) = 0,705 + (0,38+3+7.14+1,11)x\ 0,01 =$ **0,821 (kpa)**

$P_{v5} = P_{v4} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5}) \times (0,01) = 0,821 + (0,38+3+7.14+1,11+7,14)x\ 0,01 =$ **1,008 (kpa)**

$P_{v6} = P_{v5} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0,01) = 1,008 + (0,38+3+7.14+1,11+7,14+3)x\ 0,01 =$ **1,225 (kpa)**

Tableau (II.16): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e(m)	0,005	0,015	0,1	0,1	0,1	0,015
Ps (kpa)	1,730	1,704	1,259	0,991	0,718	0,705
Pv(kpa)	0,567	0,600	0,705	0,821	1,008	1,225

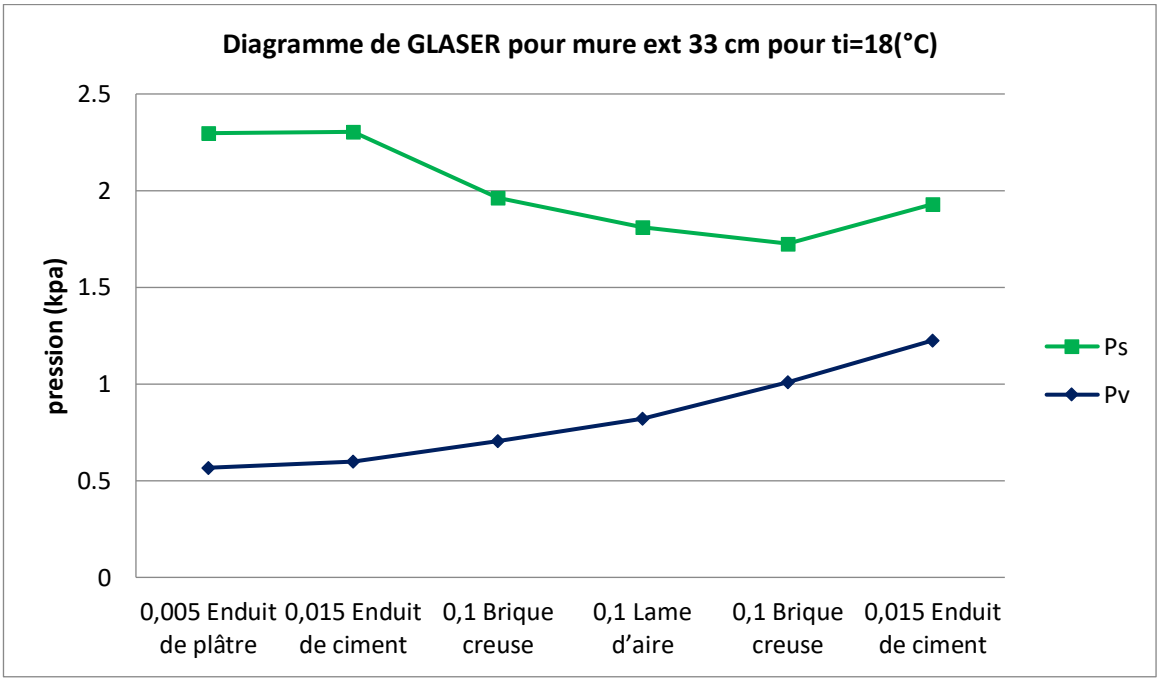


Figure (II-12) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=18(°C)

D'après le diagramme II.12 on constate que les pressions de vapeur sont toujours en dessous de la pression de saturation, ce qui signifie qu'il n'y a pas une condensation dans lamasse dans le mur extérieur.

II.6.5. 2.2 Pour toiture

1er cas t=21°c

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

$P_{vi} = \varphi \times P_{si}$ φ = 50 % P_{vi}= 0,5×2.13 = 01,065kpa

$P_{ve} = \varphi \times P_{se}$ φ = 80 % P_{ve}= 0,8×0,719 =0,55kpa

Tableau (II.14): résistance de chaque couche de la paroi extérieur.

N° de la Couche	Désignation	e	λ	R	π	e/π
		m	w/m.°c	m^2°c /w	kg/m.s	m^2.s/kg

01	Gravillon	0,02	0,95	0,021	0,022	0,90
02	Carte bitumée	0,03	0,2	0,15	0,003	10
03	Liège	0,02	0,06	0,33	0,0035	5,71
04	Chape en ciment	0,01	1,63	0,006	0,015	0,66
05	Béton	0,2	1,75	0,11	0,015	13,33
06	Hourdis	0,1	0,98	0,10	0,02	5
07	Enduit plâtre	0,01	0,35	0,057	0,013	0,76
			$\sum$ Rtot=	0,774	Σ e/π	36,39
$K = \frac{1}{Ri+Rtot+Re} = \frac{1}{0,09+0,774+0,05}$				K_{hiver}=1,09 (W/ m^2°C)		

On a :

$P_{vn} = P_{ve} + (\frac{en}{\pi n}) \times (\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}})$ (kpa)

$\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}} = \frac{1,06-0,55}{36,39} = 0,01$

$P_{v1} = P_{ve} + (\frac{e1}{\pi 1}) \times (0,01) = 0,57 + 0,9 \times 0,01 =$ **0,579 (kpa)**

$P_{v2} = P_{v1} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2}) \times (0,01) = 0,579 + (0,9+10) \times 0,01 =$ **0,688 (kpa)**

$P_{v3} = P_{v2} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3}) \times (0,01) = 0,688 + (0,9+10+5.71) \times 0,01 =$ **0,854 (kpa)**

$P_{v4} = P_{v3} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4}) \times (0,01) = 0,854 + (0,9+10+5,71+0,66) \times 0,01 =$ **1,026 (kpa)**

$P_{v5} = P_{v4} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5}) \times (0,01) = 1,026 + (0,9+10+5,71+0,66+13,33) \times 0,01 =$ **1,332 (kpa)**

$P_{v6} = P_{v5} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0,01) = 1,332 + (0,9+10+5,71+0,66+13,33+5) \times 0,01$

$=$ **1,688 (kpa)**

$P_{v7} = P_{v6} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0,01) = 1,688 + (0,9+10+5,71+0,66+13,33+5+0,76) \times 0,01$

$=$ **2,051 (kpa)**

Tableau (II.15): Les pressions partielles au niveau des interfaces.

e(m)	18,57	15,53	7,76	7,62	5,12	2,89	2,26
Ps (kpa)	2,137	1,763	1,055	1,045	0,879	0,752	0,719
Pv(kpa)	0,579	0,688	0,854	1,026	1,332	1,688	2,051

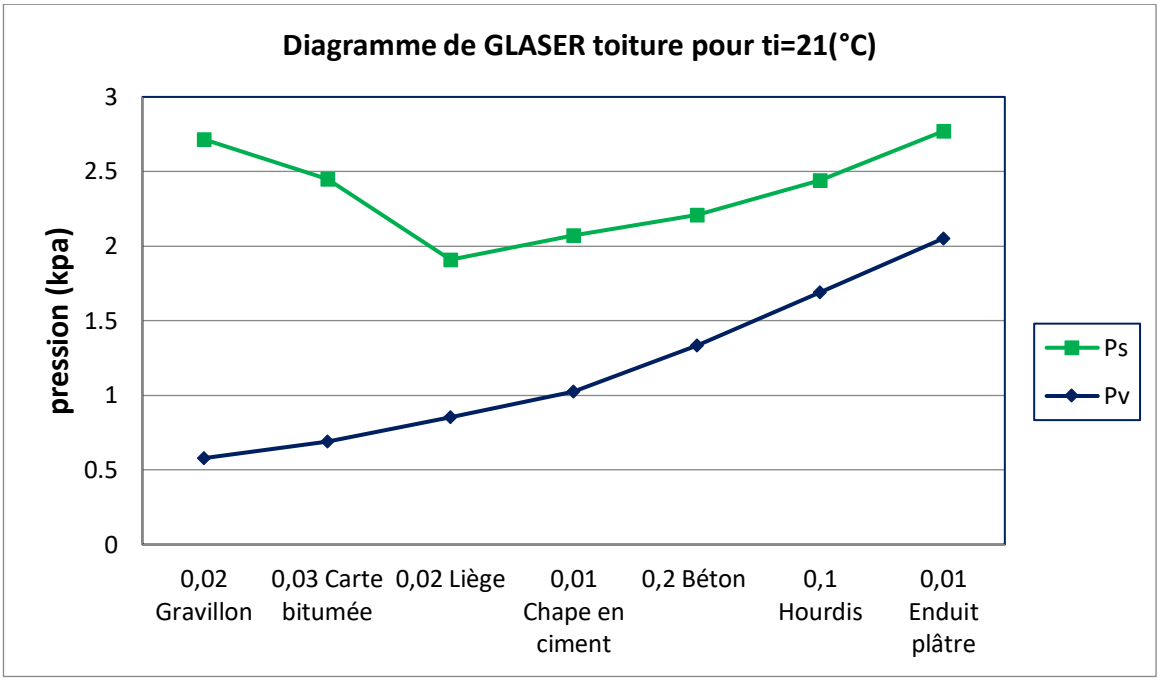


Figure (II-13) **:** Diagramme de GLASER toiture pour ti=21(°C)

D'après le diagramme II.13 on constate que les pressions de vapeur sont toujours en dessous de la pression de saturation, ce qui signifie qu'il n'y a pas une condensation dans lamasse dans le mur extérieur.

2eme cas t=18°c

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

$P_{vi} = \varphi \times P_{si}$ $\varphi = 50\ \% P_{vi} = 0,5 \times 1.8 = 0,9$ kpa

$P_{ve} = \varphi \times P_{se} \varphi = 80\ \% P_{ve} = 0,8 \times 0,721 = 0,57$kpa

On a :

$P_{vn} = P_{ve} + (\frac{en}{\pi n}) \times (\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}})$ (kpa)

$\frac{Pvi - Pve}{\Sigma \frac{en}{\pi n}} = \frac{0.9 - 0,57}{36,39} = 0,009$

$P_{v1} = P_{ve} + (\frac{e1}{\pi 1}) \times (0,009) = 0,57 + 0,9 \text{ x } 0,009 =$ **0,578 (kpa)**

$P_{v2} = P_{v1} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2}) \times (0,009) = 0,578 + (0,9+10) \text{ x } 0,009 =$ **0,676 (kpa)**

$P_{v3} = P_{v2} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3}) \times (0,009) = 0,676 + (0,9+10+5.71) \text{x } 0,009 =$ **0,825 (kpa)**

$P_{v4} = P_{v3} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4}) \times (0,009) = 0,825 + (0,9+10+5,71+0,66) \text{x } 0,009 =$ **0,980 (kpa)**

$P_{v5} = P_{v4} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5}) \times (0,009) = 0,980 + (0,9+10+5,71+0,66+13,33) \text{x } 0,009 =$ **1,255 (kpa)**

$P_{v6} = P_{v5} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0,009) = 1,255 + (0,9+10+5,71+0,66+13,33+5) \text{x } 0,009$

= 1,575 (kpa)

$P_{v7} = P_{v6} + (\frac{e1}{\pi 1} + \frac{e2}{\pi 2} + \frac{e3}{\pi 3} + \frac{e4}{\pi 4} + \frac{e5}{\pi 5} + \frac{e6}{\pi 6}) \times (0{,}009) = 1{,}575 + (0{,}9+10+5{,}71+0{,}66+13{,}33+5+0{,}76)\text{x } 0{,}009$

$= \mathbf{1{,}902\ (kpa)}$

Tableau (II.15): Les pressions partielles au niveau des interfaces

e(m)	18,57	15,53	7,76	7,62	5,12	2,89	2,26
Ps (kpa)	1,809	1,511	0,999	0,991	0,856	0,748	0,721
Pv(kpa)	0,578	0,676	0,825	0,980	1,255	1,575	1,902

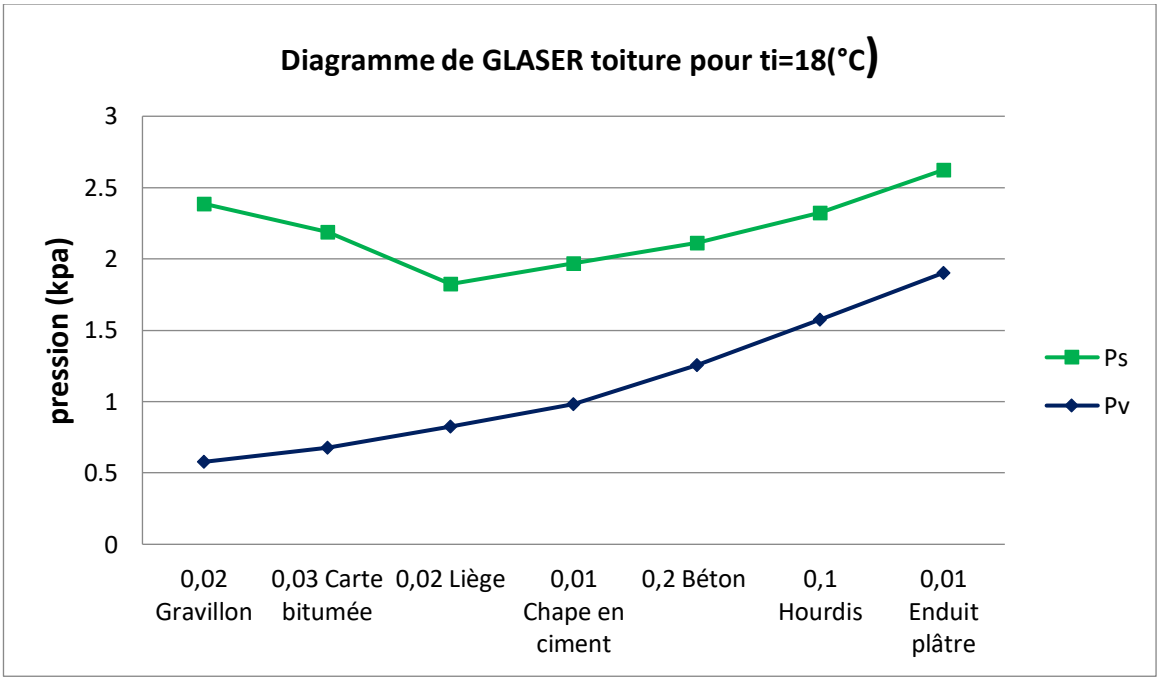


Figure (II-14) : Diagramme de GLASER toiture pour ti=18(°C)

D'après le diagramme II.14 on constate que les pressions de vapeur sont toujours en dessous de la pression de saturation, ce qui signifie qu'il n'y a pas une condensation dans lamasse dans le mur extérieur.

Analyse des diagrammes :

Dans tous les diagrammes de GLASER la courbe des pressions saturation se trouve au-dessus de la courbe des pressions partielles de vapeur donc nous n'avons pas une condensation dans la masse.

Chapitre III

Calcul des déperditions

III.1 Introduction

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

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

On en distingue trois facteurs :

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

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 à choisi le document technique réglementaire (D.T.R) qui nous permettra d'effectuer les calculs suivants les normes et avec une grande précision.

III.2.1 Présentation du document technique règlement (DTR)

III.2.1.1 Objet de DTR

Le document technique règlementaire (DTR) à pour objet de fixer des méthodes d'évaluation thermique des logements essentiellement pour la période hivernale, il permet en outre **[1]** :

- détermination des déperditions thermiques des bâtiments
- vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique.
- Dimensionnement des installations de chauffage des bâtiments.
- La conception thermique des bâtiments.

III.2.1.2 Domaine d'application

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

- à usage d'habitation
- d'hébergement (chambres collectives, dortoirs, salle de repos,…),
- à usage de bureaux,
- d'enseignement (classes, salles d'études, …),

- de réunion,
- de vente (boutique,…),
- d'accueil (bibliothèques,…),
- de restauration (café,…),
- a usage artisanal (salon de coiffure,…).

III.2.1.3 Déperditions par transmission

On distingue deux types de déperdition thermique :

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

A. Calcul des déperditions de base par transmission

Pour le calcul de ces déperditions nous avons la formule suivante **[1]**:

$$\mathbf{D_T = D_s + D_{li} + D_{sol} + D_{lnc}} \quad \text{(III.1)}$$

Sachons que :

D_T : Déperditions par transmission

D_s : Déperditions surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur.

D_{li} : Déperditions à travers les liaisons.

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

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

A.1 .Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois D_s

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

$$\mathbf{D_s = K \times A \times (T_i - T_e)} \quad \text{(III.2)}$$

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

K: coefficient global de transmission de la chaleur ($W/m^2°C$) (Annexe Tableau C.1).

T_e : Température extérieure (°C).

T_i: Température intérieure (°C).

A.2 Les Déperditions à travers les ponts thermiques D_{li}

Les déperditions à travers les liaisons, ou comme on les appelle aussi déperditions a travers les ponts thermique, sont données par la formule suivante :

$$D_{li} = K_i \times A \times (T_i - T_e) \quad \text{(III.3)}$$

Pour simplifier les calculs on prend :

$$D_{li} = 0{,}2 \times D_s \quad \text{(III.4)}$$

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

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

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

$$D_{sol} = K_S \times A \times (T_i - T_e) \quad \text{(III.5)}$$

A.4 Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffé D_{Inc}

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

$$D_{Inc} = T_{au} \times [\Sigma(K \times A \times \Delta T) + 0,2\Sigma(K_i \times L \times \Delta T)] \quad \text{(III.6)}$$

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

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

Avec :

T_i : Température intérieure. (°C).

T_n : Température de l'espace non chauffe. (°C).

T_e : Température extérieure. (°C).

ac : apports de chaleur des divers locaux chauffés vers le local non chauffé. (W/ °C)

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

- Calcul des températures non chauffées :

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

B. Les déperditions par renouvellement d'air

Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte :

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

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

$$D_r = 0,34 \times (Q_v + Q_s) \times \Delta T \quad \text{(III.9)}$$

0,34 : la chaleur volumique d'air.

Q_v : Le débit volumique de ventilateur.

Q_v= MAX [(0,6×V_h).Q_{vref}]

V_h : Volume habitable.

Q_{vref} : Le débit extrait de référence.

$Q_{vref} = \frac{(5Qvmin+Qvmax)}{6}$

Q_s : Le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur.

Q_s= ΣP_P×ev

ΣP_P= P_0×A

ev : coefficient d'exposition au vent effectue a la parois (Annexe Tableau C.2).

P_P : Infiltration dues a l'air de la paroi.

P_0 : Infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant (Annexe Tableau C.3).

C. Vérification

$D_t \leq 1,05\ D_{réf}$ (III.10)

$D_{réf}$: Déperdition de référence.

D_t : Déperdition par transmission.

$D_{réf}= aS_1 + bS_2 + cS_3 + dS_4 + eS_5$ (III.11)

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

S_1 : La toiture.

S_2 : Le plancher.

S_3 : Les murs.

S_4 : Les ports.

S_5 : Les fenêtres

Tableau (III.1) : Coefficient a, b, c, d, e (Annexe Tableau C.4).

	Immeuble collectif				
Zone	A	B	C	D	E
B	0,9	2,40	1,20	3,50	4,50

III.3 Calcul du bilan hivernal

III.3.1 Calcul des températures des locaux non chauffés

$t_n = t_i - [(t_i - t_e)(\frac{de}{de-ac})]$ (Annexe Tableau C.5).

Tableau (III.2) : températures des locaux non chauffées du RDC.

RDC	
Local	(°C)
Circulation commune	16
Sanitaire	16
Dépôt	16

Tableau (III.3) : températures des locaux non chauffées de l'E01.

E01	
Local	(°C)
Circulation commune	16
Sanitaire	16
Magazine	16

Tableau(III.4) : températures des locaux non chauffées de l'E02.

E02	
Local	(°C)
Circulation commune	16
Sanitaire	16
Magazine	16

III.3.2 Exemple de calcul d'un local

On prend par exemple le local (cuisine R-01) de 265,79 m^3 .Il se trouve dans l'un des angles de rez-de-chaussée.

❖ Les caractéristiques du local sont les suivantes :

Une paroi extérieure (mur double cloison) est de 38,15 m×3,21 m (avec K= 1,3 $W/m^{2}°C$)

comporte 02 fenêtres de 20,24 m² et 02 fenêtres de 13,86 m² (avec K= 4,5 W/m²°C)., 02 porte en bois de 10,20 m² (avec K= 4 W/m²°C).

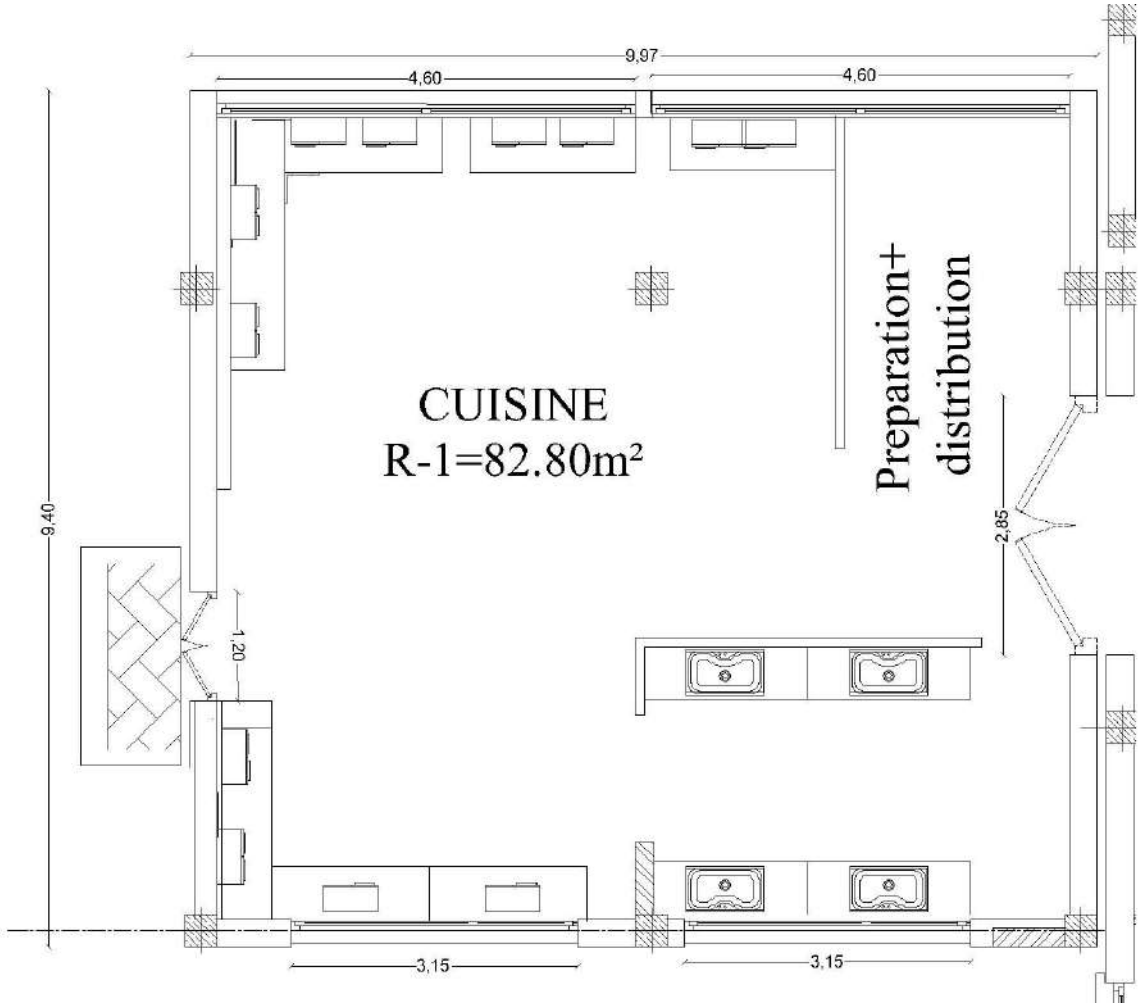


Figure (III-1) : Exemple de calcul d'un local

Les températures :

- T_e= 1°C et T_s= 10 °C (d'après les conditions de base de la région).
- T_i= 21°C (la température désirée).
- Tn= 16°C (d'après les calcules).

Les déperditions de base sont données par la formule suivante :

$D_T=D_s+ D_{li}+ D_{sol}+ D_{lnc}$

Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois $\mathbf{D_s}$:

Les déperditions surfaciques par transmission sont données par la formule suivante :

$$\mathbf{D_s = K \times A \times (T_i - T_e)}$$

D_s= 1,3 ×79,59× (21-1) = 2069,28 W

-Portes :

- En Bois : D_s = 4×3,86× (21-1) = 308,80 W
- En Bois : D_s = 4×6,84× (21-16) = 136,80 W

- Fenêtre : D_S = 4,5×34,10× (21-1) = 3069,00 W

-Déperdition à travers les parois en contacte avec le sol D_{sol}:

-D_{sol} = 1,3×82,80× (21-10) = 1184,04 W

- $\mathbf{D_{s.total}=\Sigma D_m+\Sigma D_p+D_f+D_s}$

$D_{s.total}$=6767.92 W

-Déperdition à travers les liaisons D_{li} :

D_{li}= $D_{s.total}$×0,2

D_{li}= 6767.92×0,2 =1353,58 W

D_{li}=1353,58 W

-Déperdition par renouvellement d'air D_r :

D_r= 0,34 × (Q_v + Q_s) ×ΔT

Q_v= 0,6 ×V_h

Q_v= 0,6 ×265,79= 159,47 m^3/h

Q_s= ΣP_p×ev

Q_s= (10,20×1,2 + 34.10× 4) ×1,47 = 218,50 m^3/h

D_r= 0,34 × (159,47+ 218,50) × 20 = 2570,19 W

D_r =2570,19 W

D_{tot}= 10691,69 W

Tableau (III.5) : Résultats de calcul des déperditions thermiques pour les locaux (rez-de-chaussée)

Locaux	Surface des murs DC (m^2)	Surface des murs SC (m^2)	Surface de sol ou planché (m^2)	Surface de Terrasse (m^2)	Surface des Portesm^2		Surface total des Fenêtres (m^2)	ΔT1 (°C)	ΔT2 (°C)	ΔT3 (°C)	DT (W)	Dl (W)	Dr (W)	Dtot (W)
					extérieur	intérieur								
R1	79,59	-	82,8	-	3,86	6,84	34,1	20	5	11	6767,92	1353,584	2576,22	10697,72
R2	local non chauffé													
R3	local non chauffé													
R4	33,64	36,92	50	-		2,88	6,16	20	5	11	2585,75	517,15	935,69	4038,59
R5	16,05	55,57	37,09	-		2,88	9,24	20	5	11	2414,98	482,996	889,76	3787,73
R6	local non chauffé													
R7	131,17	150,89	85,62	-		5,76	9,24	20	5	11	7150,7	1430,14	1559,89	10140,73
R8	local non chauffé													
R9	locale non chauffé													
R10	15,95	36,49	14,66	-		1,77		20	5	11	1039,36	207,872	146,83	1394,06
R11	local non chauffé													
R12	20,94	25,19	13,48	-		1,77	6,02	20	5	11	1576,53	315,306	374,83	2266,67
R13	10,3	2,32	22,66	-		3,04	6,02	20	5	11	1211,55	242,31	573,94	2027,80
R14	65,25	22,47	65,15	-	10,97		6,02	20	5	11	3403,64	680,728	1225,55	5309,92

Tableau(III.6) : Résultats de calcul des déperditions thermiques pour les locaux (1er étage)

Locaux	Surface des murs DC (m^2)	Surface des murs SC (m^2)	Surface de sol ou planché (m^2)	Surface de Terrasse (m^2)	Surface des Portes m^2		Surface total des Fenêtres (m^2)	ΔT1 (°C)	ΔT2 (°C)	ΔT3 (°C)	DT (W)	Dl (W)	Dr (W)	Dtot (W)
					extérieur	intérieur								
E1-1	local non chauffé													
E1-2														
E1-3														
E1-4														
E1-5	28,19	13,11	27,43	-	-	2,94	6,93	20	5	0	1509,72	301,944	671,60	2483,26
E1-6	28,6	16,05	24,7	-	-	-	6,93	20	5	0	1534,34	306,868	600,58	2441,79
E1-7	local non chauffé													
E1-8														
E1-9														
E1-10	17,02	38,03	34	-	-	1,77	6,16	20	5	0	1409,17	281,834	712,82	2403,83
E1-11	9,47	26,07	13	-	-		-	20	5	0	517,29	103,458	170,26	791,01
E1-12	9,89	30,16	23	-	-	2,49	6,16	20	5	0	1141,96	228,392	577,40	1947,75
E1-13	33,55	17,32	23	-	-	2,49	3,08	20	5	0	1348,28	269,656	454,25	2072,18
E1-14	18,65	45,23	46	-	-	-	3,8	20	5	0	1249,32	249,864	754,39	2253,58
E1-15	10,11	32,9	22,6	-	-	-	6,16	20	5	0	1176,37	235,274	542,29	1953,93
E1-16	local non chauffé													
E1-17														
E1-18	23,21	13,35	19	-	-	1,77	6,93	20	5	0	1382,84	276,568	547,16	2206,57
E1-19	9,12	14,28	20,5	-	-	1,77	6,93	20	5	0	1026,13	205,226	566,81	1798,16
E1-20	30,4	6,75	27,5	-	-	2,49	6,93	20	5	0	1501,21	300,242	667,12	2468,57

Tableau(III.7) : Résultats de calcul des déperditions thermiques pour les locaux (2eme étage)

Locaux	Surface des murs DC (m^2)	Surface des murs SC (m^2)	Surface de sol ou planché (m^2)	Surface de Terrasse (m^2)	Surface des Portes m^2		Surface total des Fenêtres (m^2)	ΔT1 (°C)	ΔT2 (°C)	ΔT3 (°C)	DT (W)	Dl (W)	Dr (W)	Dtot (W)
					extérieur	intérieur								
E2-1	local non chauffé													
E2-2														
E2-3														
E2-4	27,96	13,11	25,34	25,34		2,94	6,93	20	5	0	2056,29	411,258	644,23	3111,78
E2-5	25,24	13,11	26,46	26,46		2,94	9,27	20	5	0	2220,45	444,09	752,46	3417,00
E2-6	local non chauffé													
E2-7														
E2-8														
E2-9	17,34	69,29	50	50		7,2	6,16	20	5	0	2832,63	566,526	987,51	4386,66
E2-10	locaux non chauffés													
E2-11	34,24	42,61	43,84	43,84		2,49	10,12	20	5	0	3216,76	643,352	1008,67	4868,78
E2-12	16,05	55,96	37,09	37,09		2,49	9,24	20	5	0	2639,61	527,922	885,08	4052,61
E2-13	47,64	84,97	100,56	100,56		7,48	16,17	20	5	0	5786,74	1157,348	2053,28	8997,37
E2-14	local non chauffé													
E2-15														
E2-16	30,95	35,39	29,45	29,45		2,49	6,93	20	5	0	2455,19	491,038	692,66	3638,89

Tableau(III.8) : Déperditions thermiques total pour la crèche

Niveaux	Dtot (W)
RDC	39793,27
1erÉtag	22820,63
2emeÉtag	32473,09
ΣDtot (W)	95086,99

III.3.4 Vérification

Exemple le local R01 (cuisine) :

$D_{réf}$ = (0,9×S1 + 2,4×S2 + 1,2×S3 +3,5×S4 + 4,5×S5) × ΔT

Dans notre cas, on n'a pas de toiture ; donc S1 = 0

S2×ΔT = 82,8× 11 = **910,8** m²°C

S3×ΔT = (9,97×20) + (9,39×20) + (9,97×20) + (9,39×20) = **774,4** m²°C

S4×ΔT = (3,86×20) + (6 ,84×5) = **111,4** m²°C

S5×ΔT = 34,10×20 = **682,4** m²°C

$D_{réf}$ = 2,4 ×910.8 + 1,2 ×774.4 + 3,5×111,4 + 4,5×682,4 = 6575,9 W

D'où 1,05× $D_{réf}$ =**6904,69 W**

Après calcul on a:

D_{total}= 6767.92 W

Donc : **6767.92 <6904,69**

Alors on peut dire que la condition vérifie

Chapitre IV

Choix des appareillages

IV.1Choix des radiateurs a eau chaude

A basse ou haute température, le radiateur à eau chaude fonctionne avec une chaudière. En acier, fonte ou fonte d'aluminium, le radiateur à eau chaude est design, vertical, horizontal, extra plat, sur-mesure ou plinthe. Chaleur douce, puissance : suivez le guide conseil pour choisir vos radiateurs à eau chaude.

IV.1.1radiateur à eau chaude

Contrairement aux radiateurs électriques, les radiateurs à eau chaude sont utilisés pour les chauffages à combustion (chaudière à bois, à gaz ou à fuel), mais également pour les pompes à chaleur ou chauffage solaire. Les radiateurs à eau chaude chauffent l'eau appelée liquide caloporteur.

Les radiateurs à eau chaude sont reliés à la chaudière et entre eux grâce à deux tubes :

- un tube qui amène l'eau chaude jusqu'aux radiateurs ;

- un tube qui récupère l'eau refroidie en sortie de chacun des radiateurs et qui la renvoie vers la chaudière où elle est à nouveau réchauffée.

Les radiateurs à eau chaude diffusent la chaleur par rayonnement - émission de chaleur par la paroi chaude - afin de multiplier les échanges thermiques.

Les radiateurs à eau chaude sont équipés d'une carcasse creuse où circule le liquide caloporteur, ce qui explique leurs formes si spéciales en tubes, ailettes ou lames.

Les radiateurs à chaleur douce ont une grande surface d'échange qui leur permet de diffuser autant de chaleur qu'avec une chaudière basse température ou une chaudière à condensation mais en utilisant de l'eau moins chaude. Cela constitue une réelle sécurité pour les enfants et une véritable source d'économie d'énergie.

D'autres radiateurs fonctionnent par convection, les convecteurs. Ces derniers ont la particularité de pouvoir être encastrés dans un habillage, une plinthe voire un plancher. La chaleur est diffusée par le mouvement d'air naturel de convection (transfert de la chaleur par la circulation des gaz) qui s'élève de bas en haut du corps de chauffe. A ne pas conjuguer avec une chaudière basse température – la température minimum demandée par ce type de radiateur est de 60 °c.

IV.1.2 la différence entre en radiateur haute et basse température

La température de l'eau bien sûr ! Si les deux radiateurs ont le même fonctionnement, l'eau s'élève à 90° pour le radiateur haute température et 50 ° pour le radiateur basse température qui est également appelé radiateur chaleur douce - car fonctionnant à basse température, inertie légère.

Côté consommation, le radiateur basse température est plus économique car il demande moins d'effort de la part de la chaudière, en contrepartie, leur surface de chauffe est plus imposante, ils sont donc plus volumineux.

Pour un fonctionnement optimal, il est conseillé de conjuguer les radiateurs basse température avec une chaudière basse température ou une pompe à chaleur - joue le rôle d'augmentateur de température.

IV.1.3 Les différant type des radiateurs

Radiateur à eau chaude : fonte, fonte d'aluminium ou acier.

La qualité de l'échange de la chaleur est déterminée essentiellement par la surface externe du radiateur en contact avec l'environnement de la pièce. Il est donc essentiel de choisir des radiateurs à eau chaude avec des matériaux adaptés.

On trouve trois principaux types de radiateurs dont les propriétés thermiques diffèrent.

a)Les radiateurs à eau chaude en fonte

Les radiateurs à eau chaude en fonte bénéficient d'une très bonne inertie - grande capacité à stocker la chaleur. En contrepartie, les radiateurs à eau chaude en fonte mettent du temps à monter en température. Ces radiateurs sont robustes et volumineux, leur installation difficile (car très lourds) et leur prix élevé.

b) Les radiateurs à eau chaude en fonte d'aluminium

Les radiateurs à eau chaude en fonte d'aluminium montent très vîtes en température et en descendent lentement. Leur comportement thermique est idéal pour une maison avec une bonne isolation. Incompatibles avec les autres radiateurs à eau chaude, les radiateurs en fonte d'aluminium risquent de développer de la corrosion. Leur design est assez classique.

c) Les radiateurs à eau chaude en acier

Compte tenu de leurs parois fines et de leur faible contenance en eau, l'inertie des radiateurs à eau chaude en acier est plus faible que celle des radiateurs en fonte. Les radiateurs en acier montent et descendent vîtes en température - faible inertie - et sont donc préconisés pour les pièces peu utilisées ou bien isolées. Les radiateurs en acier proposent un large choix de design, de dimensions et de couleurs.

IV.2leChoix des radiateurs pour notre crèche

Le radiateur choisit pour notre crèche d'après le catalogue de la marque CHAPPEE, contenu des puissances fabriquer notre choix s'est porté sur le radiateur ci-après **[6]** :

- Type : FONTE A COLONNES GAMME HORIZONTALE A ELEMENTS.
- Modèle : DUNE **D4** (Annexe Tableau C1).



Figure (IV.1) : radiateurs type : fonte à colonnes gamme horizontale à éléments

On a choirez les radiateurs suivant les tableaux IV.1 ; IV.2et IV3 pour les trois étages suivent à partir du catalogue de CHAPEE (Annexe Tableau C1).

Tableau (IV.1) : Choix des radiateurs pour (rez-de-chaussée)

Local	Déperdition (W)	Nombre de radiateur	Capacité de L'eau (L)	Total L'eau (L)	Modale	Puissance Nomina W	Puissance Installer W
R1	10697,72	6	17,5	105	C1B700418	1818	10908
R4	4038,59	3	13,6	40,8	C1B700410	1414	4242
R5	3787,73	3	12,6	37,8	C1B700413	1313	3939
R7	10140,73	6	16,5	99	C1B700417	1717	10302
R10	1394,06	1	13,6	13,6	C1B700415	1414	1414
R12	2266,67	2	12,6	25,2	C1B700412	1313	2626
R13	2027,8	2	11,6	23,2	C1B700412	1212	2424
R14	5309,92	3	17,5	52,5	C1B700418	1818	5454
		Sou total		397,1 L		Sou total	41309W

Tableau (IV.2): Choix des radiateurs pour (1^{ére} étage)

Local	Déperdition (W)	Nombre de radiateur	Capacité de L'eau (L)	Total L'eau (L)	Modale	Puissance Nomina W	Puissance Installer W
E1-5	2483,26	2	12,6	25,2	C1B700413	1313	2626
E1-6	2441,79	2	12,6	25,2	C1B700413	1313	2626
E1-10	2403,83	2	11,6	23,2	C1B700412	1212	2424
E1-11	791,01	1	7,8	7,8	C1B700408	808	808
E1-12	1947,75	2	9,3	18,6	C1B700410	1010	2020
E1-13	2072,18	2	10,7	21,4	C1B700411	1111	2222
E1-14	2253,58	2	11,6	23,2	C1B700412	1212	2424
E1-15	1953,93	2	9,3	18,6	C1B700410	1010	2020
E1-18	2206,57	2	10,7	21,4	C1B700411	1111	2222
E1-19	1798,16	2	8,7	17,4	C1B700409	909	1818
E1-20	2468,57	2	12,6	25,2	C1B700413	1313	2626
		Sou total		227 ,2 L		Sou total	23836 W

Tableau (IV.3): Choix des radiateurs pour (2eme étage)

Local	Déperdition (W)	Nombre de radiateur	Capacité de Léau (L)	Total Léau (L)	Modale	Puissance Nomina W	Puissance Installer W
E2-4	3111,78	2	15,5	31	C1B700416	1616	3232
E2-5	3417	2	16,5	33	C1B700417	1717	3434
E2-9	4386,66	4	10,7	42,8	C1B700411	1111	4444
E2-11	4868,78	4	12,6	50,4	C1B700413	1313	5252
E2-12	4052,61	3	13,6	40,8	C1B700414	1414	4242
E2-14	8997,37	4	17,5	70	C1B700418	1818	7272
E2-16	3638,89	2	16,5	33	C1B700417	1717	3434
		Sou total		301 L	Sou total		31310 W
		total volume d'eau		925.3 L	Puissance totale Installer		96455 W

IV.3la chaudière

Les chaudières sont des échangeurs de chaleur ayant pour rôle de produire le fluide Caloporteur qui transmet le chaud. Elles sont généralement en fonte ou en acier et Utilisent un combustible solide ou gazeux (celles qui utilisent deux tubes de Combustible sont dits mixte) ses éléments constructifs les plus important sont ;

- Le brûleur
- Le foyer (chambre où se déroule la combustion)
- Bloc de régulation

La chaudière est choisie à partir de la puissance calorifique nominale qui est garantie Par le constructeur et on fonction des besoins du bâtiment en chaleur.

Q_{ch} = Qtot * (1+Zr) (IV-1)

Q_{ch} : Puissance de la chaudière en kw.

Qtot : Besoins calorifiques totaux KW

Zr : Coefficient de majoration pour compenser les pertes calorifiques dans le réseau.

- **Quelques valeurs usuelles de Zr**

❖ Pour tuyauterie protégée, colonne montante le long des murs intérieur ou Tuyauterie avec calorifuge dans les pièces froides Zr=0.05.

❖ Pour tuyauterie moins protégée, colonne montante le long des murs extérieurs Zr=0.1.

❖ Tuyauterie avec le réseau très étendu, sans calorifuge Zr=0.15.

Qtot = Qv.c+Qrad (IV-2)

Avec:

Qv.c : Quantité de chaleur fournie pour les ventilo convecteurs.

Qrad : Quantité de chaleur fournie pour les radiateurs.

Application

Qtot : Besoin calorifique de chauffage qui est la quantité de chaleur fournie par les ventilo-convecteurs et les radiateurs.

Zr=0.1

Donc :

Qch=96,455* 1.1=106,10 KW

A partir du catalogue de CHAPEE notre choix s'est porté sur la chaudière qui suit **[7].**

Type **MOOREA H HTE** modèle **110H** (**Chaudière gaz à condensation de 50 à 110 kW)** chaudière à gaz, fonte, haut rendement avec brûleur atmosphérique) ;

- **Evacuation** : Cheminée ;
- **Puissance normale** : 110 KW ;
- **Débit des fumées** : 149.8 kg/h ;
- **Tirage nécessaire** : 164 mbar ;
- **Rendement charge** (100% température moyenne 70°C) :97,2%;
- **Rendement charge** (30% température retour 30°C) :108,6%;
- **Puissance électrique** : 150w ;
- **Pression max d'utilisation** (primaire) :4bar ;
- **Organisme : GWI** ;
- **Contenance de l'eau** : 8.7litres ;
- **Combustible** : Gaz naturel ;
- **Type de générateur** : chauffage ;
- **Type de chaudière** (basse temp) : BT.



Figure (IV-2) : chaudière du groupe CHAPEE

1- Écran LCD rétro-élairé, régulateur intégré
2- Manchette d'aspiration avec clapet
3-Mixer
4- Ventilateur
5- Vanne gaz
6- Corps de chauffe en Aluminium Silicium
7- Bac de récupération des condensats
8- Jaquette peinte

IV.4Dimensionnement De La Chemine

IV.4.1La chemine

La cheminée (lat. ca minus) est un conduit vertical aménagé dans un bâtiment, (un véhicule), pour évacuer les gaz et fumées toxiques d'un feu brûlant dans son intérieur. Ce terme ne désigne couramment que la souche, la partie du conduit à fumée dépassant du toit du bâtiment. Ce terme désigne aussi quelquefois un édifice séparé du reste des constructions, un corps de construction complètement autonome. On appelle aussi cheminée, l'âtre, la cheminée ornementale d'appartement, c'est-à-dire l'espace aménagé autour du foyer ouvert comportant sur son des sus une hotte et dont le fond porte une plaque de cheminée, appelée aussi taque ou contrecœur.

Les navires, les locomobiles et les locomotives à vapeur ont des cheminées : la combustion est faite à l'extérieur du moteur avec du combustible. Pour les véhicules à moteur à combustion interne, c'est plutôt un pot d'échappement ou des tuyères.

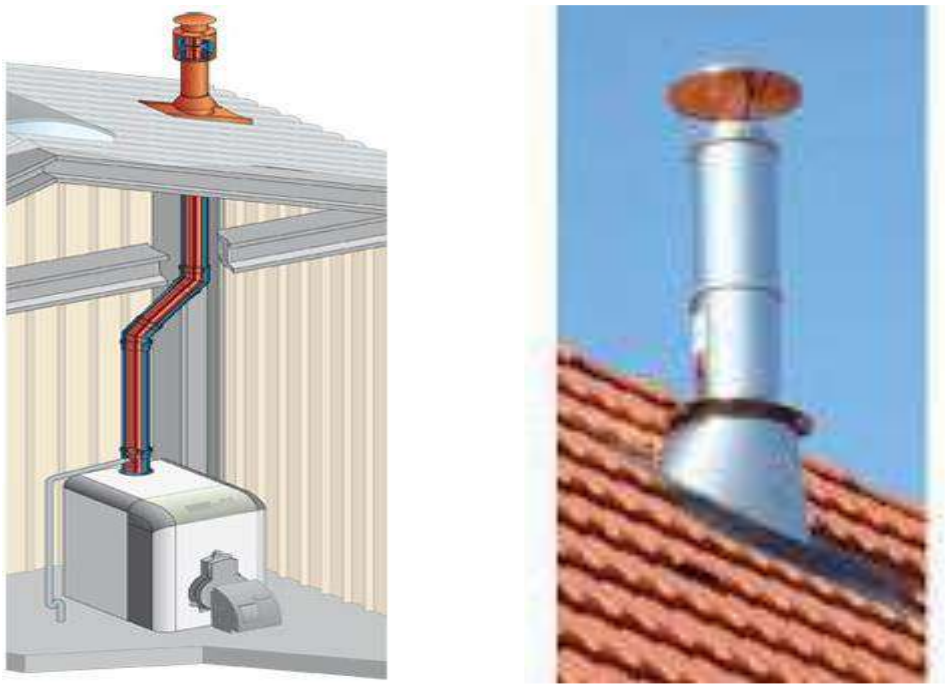


Figure (IV-3) : cheminé

IV.4.2Calcule de dimensionnement de la chemine

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

$h_{chemine}=h.(\rho e - \rho i)$ (IV-3)

- h : représente la hauteur de la cheminée (m)

Il est donne par la formule suivent :

$h=hB+1$ (IV-4)

- 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)

$S_{chemine} = P_{chaudiére} / [(10^6 . (h/10)^{0.5}]$ (IV-5)

- $P_{chaudiére}$: représente la puissance de la chaudière (W)

IV.4.3application au projet

On a la hauteur de notre chaufferie est à 10,23 m ce qui nous donne $h_{chemine}$ =11,23 m.

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

A.N : h=11,23 (1,293- 0,927) =4,11 mce.

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

On a h= 4,11 mec et on a $P_{chaudiére}$ = 106,10 KW

Donc $S_{chemine}$= 0,17 m^2.

IV.5 La chaufferie

La chaufferie est le local thermique pour toute l'installation du chauffage central il doit donc contenir tous les éléments nécessaires pour qu'une installation puisse fonctionner à la perfection tels que : chaudière, vase d'expansion, pompe, etc. ……

La chaufferie est en fait un local particulier qui exige certaines conditions ;

- ✓ Le volume du local doit être supérieur à $8m^3$.
- ✓ Avoir un accès de secours extérieur facile.
- ✓ Le mur de la chaufferie doit être en brique plein et le degré de résistance au feu égale à 02(c'est-à-dire que le mur doit résister au feu au moins deux heures).
- ✓ Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur.

IV.5.1 Calcul de la ventilation de la chaufferie

Elle a pour but :

- Amener l'air neuf nécessaire a la combustion.
- Évacuer les gaz qui se repensent dans la chaufferie.
- Maintenir une température acceptable à l'intérieur de la chaufferie.

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 :

$S_{ouverture\ haute} = S_{chemine}/2$ (IV-6)

$S_{ouverture\ basse} = S_{chemine} + S_{ouverture\ haute}$ (IV-7)

A.N:

$S_{ouverture\ haute} = 0,17/2 = 0,8\ m^2$

$S_{ouverture\ basse} = 0,8 + 0,17 = 0.25\ m^2$

IV.5.2 Vase d'expansion

Sous l'action de la chaleur l'eau se dilate et son volume augmente dans l'installation Comprimant ainsi la membrane.

Le vase d'expansion est une réception de forme cylindrique ou carré destinée à absorber les augmentations de volume dus aux dilatations d'eau, il comporte une membrane en matière synthétique qui sépare les chambres d'eau et de gaz (air ou azote).

Le vase d'expansion est destiné à :

- Recevoir la quantité de surplus d'eau du à l'échauffement.
- Alimenter le système en eau si la température de l'eau diminue dans le cas ou il y aurait une fuite.

On choisit un vase d'expansion fermé :

- Supprimant tous risques de gels ou d'évaporation.
- Pas d'entretien.
- Diminue les déperditions calorifiques.

IV.5.2.1 Calcul de la contenance en eau de l'installation

La contenance représente le volume d'eau nécessaire pour le remplissage de l'installation:

$V_{tot} = V_{tuy} + V_{rad} + V_{ch}$ (IV-8)

Vtuy : Volume de la tuyauterie.

Vrad : Volume d'eau dans les radiateurs.

Vch : Volume d'eau dans la chaudière.

IV.5.2.2 Calcul de volume d'expansion

Pour le volume d'expansion on utilise la formule suivante :

$V_{exp} = V_{tot} (C_m - C_r)$ (IV-9)

Cm: coefficient de dilatation à la température moyenne de fonctionnement, soit ;

$T_{moy} = (t\ départ\ chaudière + t\ retours)/2$ (IV-10)

Cr : coefficient dilatation à la température de remplissage.

Calcul de volume total du réservoir (vase) :

V vase = Vexp/ (1 – (P1/P2)) (IV-11)

Avec ;

P1 ; Pression effective de soufflage correspondant à la hauteur statique + 1 bar.

P2 ; Pression d'ouverture de la soupape de sécurité + 1 bar. Cette pression dépend de la hauteur statique.

Coefficients de dilatation de l'eau

Température °C	coefficient	Température °C	coefficient
10°	0,0004	075°	0,0256
20°	0,0018	080°	0,0288
30°	0,0044	085°	0,0322
40°	0,0079	090°	0,0357
50°	0,0119	095°	0,0394
55°	0,0143	100°	0,0431
60°	0,0169	105°	0,0472
65°	0,0196	110°	0,0513
70°	0,0225		

❖ Application :

- Calcul du volume total :

Donnés de base :

T départ : 90°c.

T retour : 70°c.

T de remplissage : 10°c → Cr = 0.0004.

Pour le volume du circuit de conduite on utilise le tableau (47A) RIETCHEL qui donne la contenance en eau de chaque diamètre nominale de conduite en litre par mettre de longueur de conduit.

Contenance en eau dans la conduit = 248,50 L.

Contenance en eau dans la chaudière = 8,7 L.

Contenance en eau dans les radiateurs = 925,3 L.

- Contenance en eau total :

Vtot = Vtuy + Vch + Vrad

Vtot = 1182,50L

Tmoy = (t départ chaudière + t retour)/2

= (90+70)/2= 80°c → Cm=0 ,0288.

Vexp = Vtot (Cm – Cr)

Vexp = 1182,50.(0,0004-0,0288)

Vexp =33.58 L

V vase = Vexp/(1 – (P1/P2)

Avec :

P1 = 0.7+1 =1.7 bar.

P2 = 5+1 = 6 bar.

V vase=46.58 L.

Tableau (IV.4): A partir de ces paramètres on choisi la vase sur le catalogue salmson (Annexe Tableau C3)**[8]**

Le modèle	RESERV-50L-10B-VT-V
Réf Article	66307
Capacité en (litre)	50
Hauteur en (mm)	720
Diamètre en (mm)	380
Diamètre de raccordement Ø en (mm)	25,4
La pression de service en (bar)	10

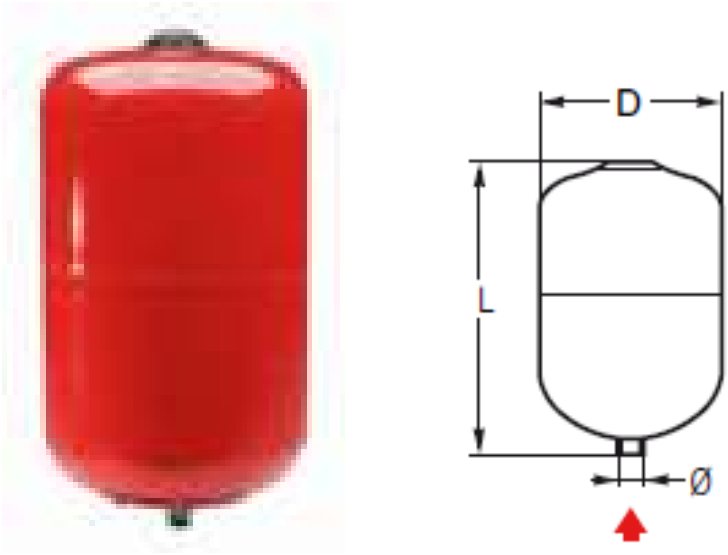


Figure (IV-4) : vase d'expansion

VI.5.3 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 :

$P_{Pompe\ de\ circulation} = P_{statique} + \Delta P_{réseau}$ (IV-12)

- $P_{statique}$: 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 **1.17 bar** pour notre installation.
- $\Delta P_{réseau}$: représente la perte de charge totale associée au tronçon le plus défavorable, dans notre cas $\Delta P_{tronçon\ défavorable}$ = 11524,23 Pa = **0.11 bar**.

D'où la pression de service de notre pompe de circulation est égale à **1.28 bar.**

On prévoit une pompe de circulation dans le circuit d'aller, débit de **4.74 m3/h** avec un **hmt** égale **1.1 mce**.

D'après **[9]** catalogue **SALMSON PRIUX MASTER/D** les caractéristiques de la pompe de circulation sélectionnées sont dans le tableau suivant.

Tableau (VI-5) : les caractéristiques de la pompe de circulation (Annexe Tableau C4) **[9]**

REFERENCE	2120678
DESIGNATION	Priux master 25-55
ENTRAXE (mm)	180
DN CIRC (mm)	38.1



Figure (IV-5) : pompe de circulation **[9]**

Chapitre V

Calcul du réseau de tuyauteries

V.1 Introduction

Un réseau de chaleur ou système de distribution d'un fluide chaud à distance est caractérisé par le fait que c'est à partir d'une seule chaufferie qu'on assure l'alimentation en fluide caloporteur (dans notre cas on à l'eau chaude) de tout un complexe tel que notre hôtel. La chaleur produite dans la chaufferie centrale est alors distribuée au moyen d'un réseau de tuyauteries. D'prés [4]

V .1.1 réseau a eau chaude

Ce type de chauffage correspond dans son ensemble à une importante installation de chauffage à eau chaude accélérée. Elle peut être du type fermie (c'est notre cas) ou ouvert. Le transport de la chaleur se fait avec de l'eau dont la température est la même que dans un chauffage central. La température aller est habituellement régulée centralement en fonction de la température extérieure.

V .1.2 les 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.

V.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 **[4]**

V .3 Les pertes de charges linéaires et les pertes de charge singulières

VI.3.1 Les 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 :

$$\Delta PL = J. L \qquad (V\text{-}1)$$

J : représente le coefficient de perte de charge linéaire.

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

V .3.2 les 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 :

$\Delta Ps = \Sigma\ \xi .\ \rho/2V^2$ (V-2)

- ρ : représente la masse volumique de fluide considérée à la température T (Kg/m_3).
- ξ : représente le coefficient de perte de charge singulière.
- v : représente la vitesse parcourue par le fluide (m/s).

Pour les valeurs des ρ l'annexe E1

Pour les valeurs des singularités l'annexe E2.

Donc les pertes de charges totales étant la somme des pertes de charge linéaire et singulières :

$\Delta PT = \Delta PL + \Delta Ps$ (V-3)

- Les pertes de charges exprimées en (Pa)

V.4 Calcul et dimensionnement de notre réseau

V.4.1 Explication de la méthode de travail :

Pour calculer les pertes de charges linéaires on a utilisé la méthode de **H.Reitschell** et **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 : d'après **[4]**

Le choix de cette perte de charge effectue à partir de documentaire du réseau à eau chaude.

$q_v = p / 1.16.\ \Delta T$ (V-4)

Avec :

- qv en [l/h] ;
- P en [W] ;
- 1,16 : Chaleur volumique de l'eau en [w / l °C] ;
- ΔT : Ecart de température reçu ou perdu par l'eau en [°C].

V.4.2 application au projet :

Les diamètres nominaux utilisés pour le calcul on à déterminé par les abaques des pertes de charge linéaires suivant :

Exemple :

Débit : 500 litres/h

Vitesse souhaitée < 0,5 m/s

Le point d'intersection se situe entre deux diamètres de tuyauteries…

Pour ne pas dépasser la vitesse, on choisit le diamètre le plus grand, soit 3/4'' 20/27mm.

Du point d'intersection on peut déterminer:

La perte charge linéaire J = 9,5 mmCE/m

La vitesse réelle = 0,36 m/s

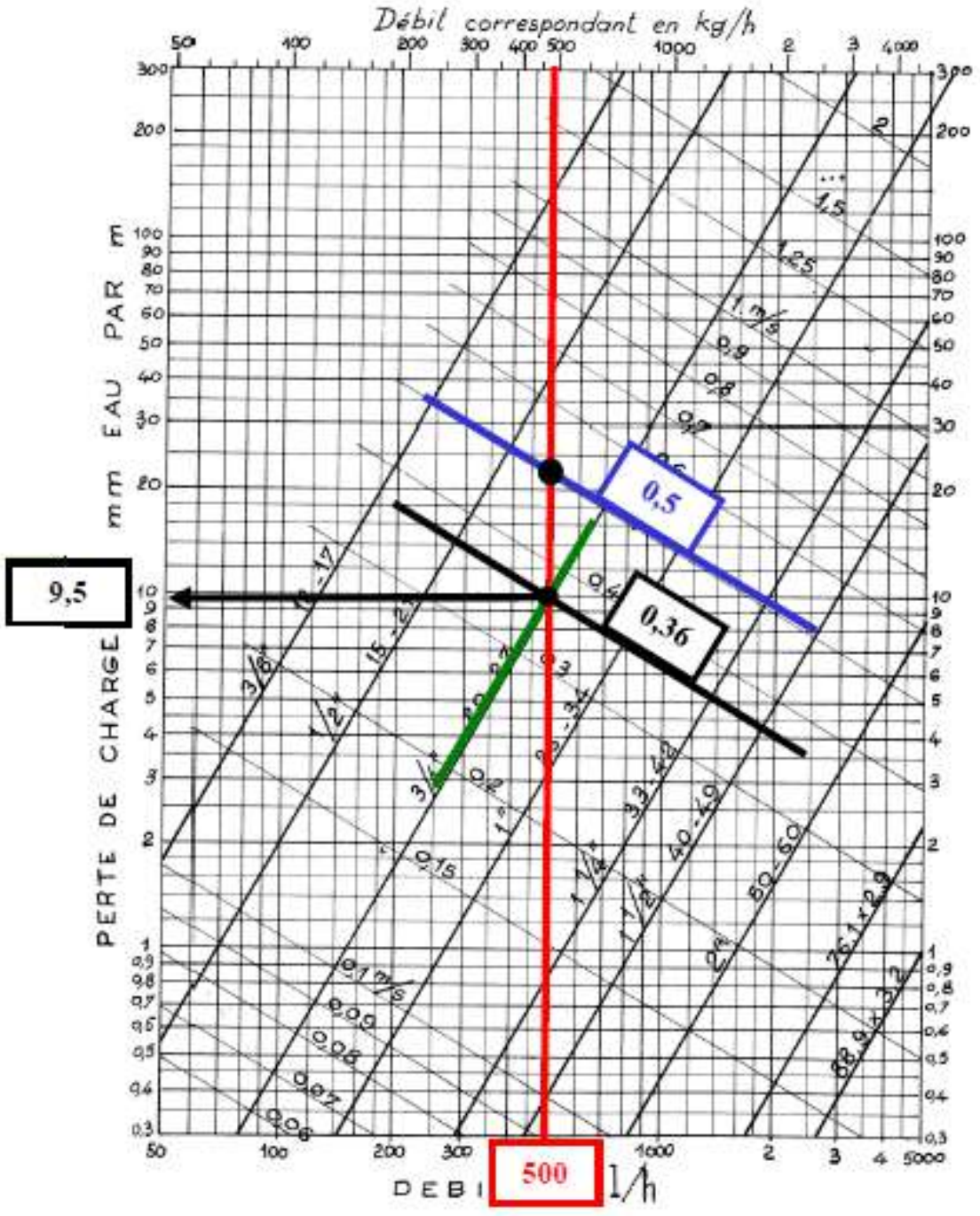


Figure (V-1) : **méthode de détermination de diamètre et de conduite et la perte de charge et le volume**

On prend la masse volumique de l'eau à 80 °C (température moyenne de l'eau chaude 90°C-70°C) $\rho = 971.81$ Kg/m^3

On cherche le circuit le plus défavorisé

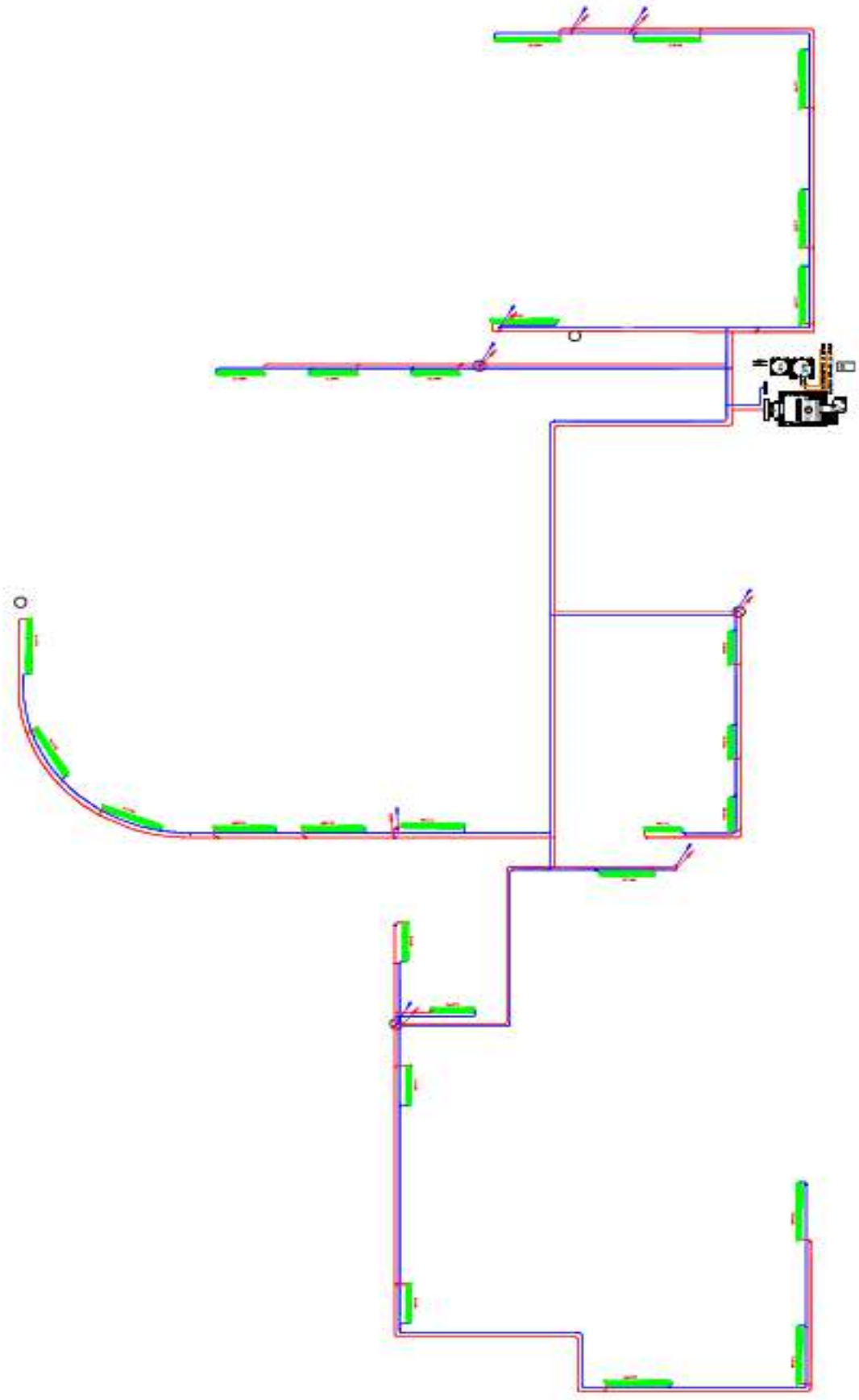


Figure (V-2) : Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée **[11].**

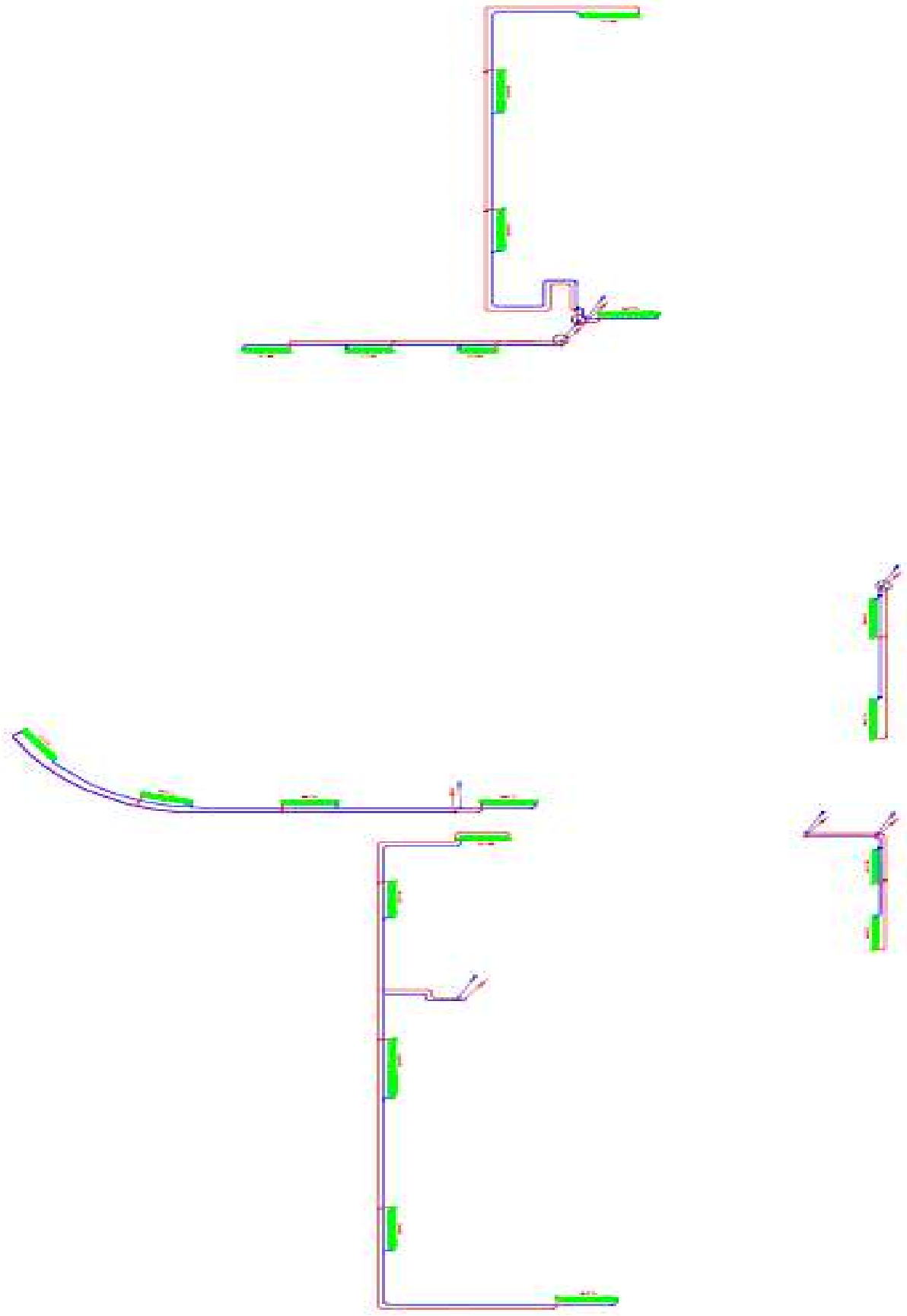


Figure (V-3) : Isométrie des corps de chauffe 1er étage **[11].**

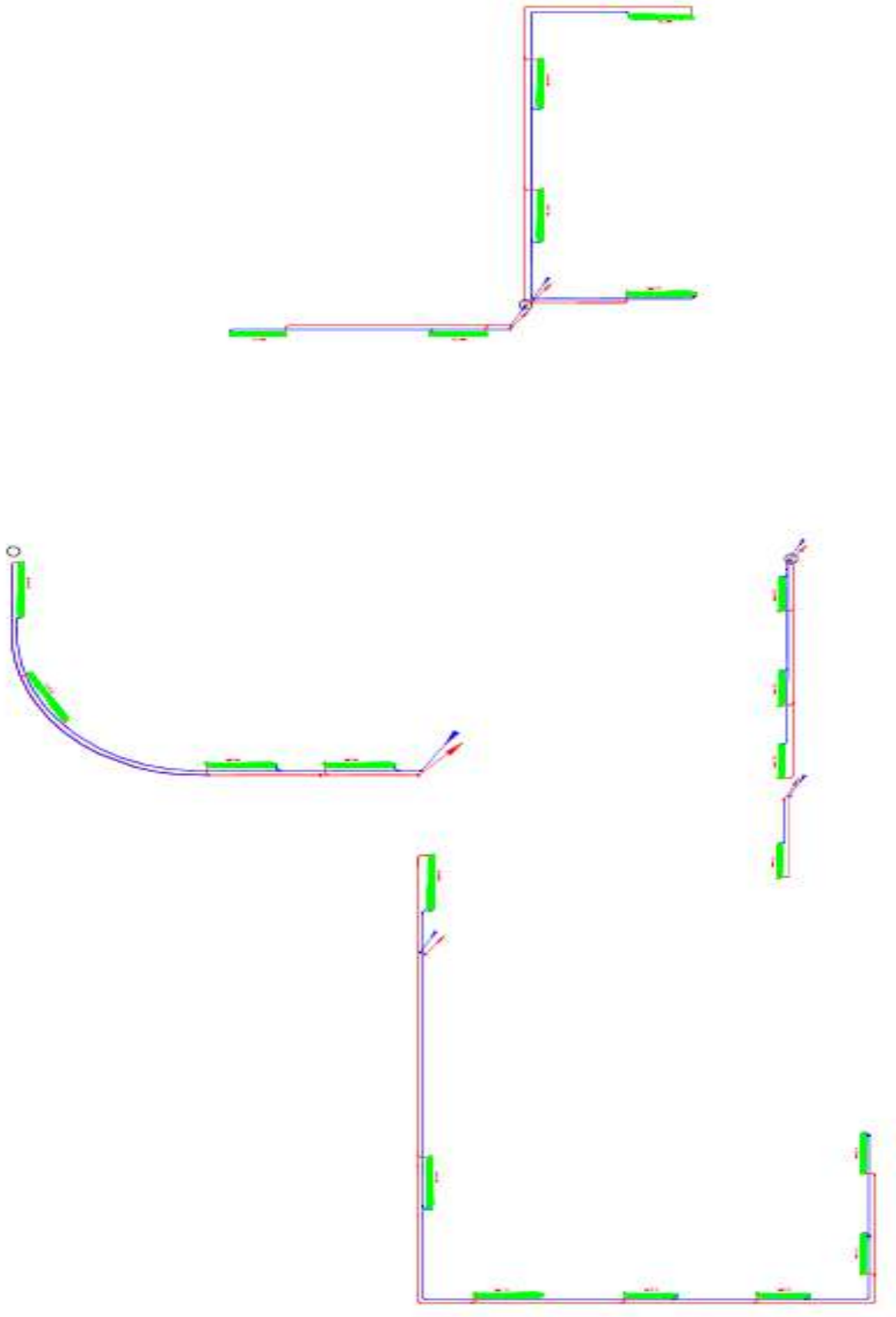


Figure (V-4) : Isométrie des corps de chauffe 2eme étage **[11].**

- Calcul des pertes de charge pour le réseau de l'RDC :

Tableau (V-1) : des pertes de charge pour le circuit de l'RDC

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (l/h)	J (mmce/m)	Σ ξ	ΔPl (mmca)	ΔPs (mmca)	ΔPtot (mmca)
A48A50A48'A50'	4,4	1818	12/17	0,31	156,34	14	12	61,6	57,08	118,68
a46a48a46'a48'	5,58	3636	15/21	0,4	312,69	17	2	94,86	15,84	110,70
a48a49a48'a49'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a44a46a44'a46'	5,8	5454	20/27	0,33	469,044	8	2	46,4	10,78	57,18
a46a47a46'a47'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a42a44a42'a44'	8,5	6666	20/27	0,4	573,27	11,9	3	101,15	23,76	124,91
a44a45a44'a45'	1,1	1212	12/17	0,22	104,23	7	24	7,7	57,49	65,20
a41a42a41'a42'	6,54	7878	20/27	0,48	677,50	16	1	104,64	11,40	116,04
a42a43a42'a43'	1,1	1212	12/27	0,22	104,23	7	24	7,7	57,49	65,20
a41a40a41'a40'	0,4	27472	40/49	0,45	2362,59	6	2,5	2,4	25,05	27,46
a40a57a40'a57'	0,92	1212	12/17	0,21	104,23	6,5	12	5,98	26,19	32,18
a40a58a40'a58'	2,76	1212	12/17	0,21	104,23	6,5	12	17,94	26,19	44,14
a53a41a53'a41'	8,77	27472	40/49	0,45	2362,59	6	6,5	52,62	65,15	117,77
a56b10a56'b10'	3	3131	15/21	0,35	269,26	13	3	39	18,19	57,19
a56a54a56'a54'	0,66	4646	20/27	0,29	399,55	6	0	3,96	0	3,96
a54a55a54'a55'	1,1	1515	12/17	0,27	130,29	11	24	12,1	86,60	98,71
a54a53a54'a53'	2,26	4646	2027	0,29	399,55	6	1,5	13,56	6,24	19,80
a30a53a30'a53'	0,8	32118	40/49	0,32	2762,14	2,5	3	2	15,20	17,21
a39a52a39'a52'	3,7	1717	12/17	0,3	147,66	8	12	29,6	53,46	83,06
a37a39a37'a39'	3,2	3434	15/21	0,39	295,32	16	1	51,2	7,52	58,73
a39a51a39a51	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
a35a37a35'a37'	3,2	5151	20/27	0,31	442,98	7	1	22,4	4,75	27,16
a37a38a37'a38'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
a33a35a33'a35'	2,34	6868	20/27	0,42	590,64	13	0	30,42	0	30,42
a35a36a35'a37'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
a31a33a31'a33'	2,35	8585	26/37	0,33	738,31	6,1	1	14,33	5,39	19,73
a33a34a33'a34'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
a31b15a31'b15'	3	28503	40/49	0,29	2451,25	2	3	6	12,48	18,49
a30a31a30'a31'	4,27	30220	40/49	0,32	2598,92	2,5	3	10,67	15,20	25,88
a31a32a31'a32'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
a30a21a30'a21'	6,8	27472	40/49	0,45	2362,59	6	3	40,8	30,07	70,87
a27a29a27'a29'	2,4	1010	12/17	0,18	86,86	5	12	12	19,24	31,25
a25a27a25'a27'	2,15	2020	12/17	0,17	173,72	4,5	0	9,675	0	9,68
a27a28a27'a28'	1,1	1010	12/17	0,18	86,86	5	24	5,5	38,49	43,99
a23a25a23'a25'	2,82	3030	15/21	0,33	260,58	12	1	33,84	5,39	39,23
a25a26a25'a26'	1,1	1010	12/17	0,18	86,86	5	24	5,5	38,49	43,99
a22a23a22'a23'	1,5	4040	15/21	0,48	347,44	25		37,5	0	37,50
a23a24a23'a24'	1,1	1010	12/17	0,18	86,86	5	24	5,5	38,4912	43,99
a21a22a21'a22'	4,85	9797	26/34	4	842,54	8,5	3	41,22	2376	2417,23
a21a1a21'a1'	10,7	36135	50/60	0,45	3107,61	4,5		48,15	0	48,15
a6a8a6'a8'	2,5	1313	12/17	0,23	112,91	8	12	20	31,4226	51,42
a4a6a4'a6'	2,7	2626	12/17	0,47	225,83	30	0	81	0	81,00

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (l/h)	J (mmce/m)	Σ ξ	ΔPl (mmca)	ΔPs (mmca)	ΔPtot (mmca)
a6a7a6'a7'	1,1	1313	12/17	0,23	112,91	8	24	8,8	62,84	71,65
a3a5a3'a5'	0,6	3939	15/21	0,45	338,75	20	1	12	10,02	22,02
a3b26a3'b26'	3	9595	26/34	38	825,17	8	3	24	21,44	45,44
a2a3a2'a3'	6,54	9595	26/34	38	825,17	8	3	52,32	21,44	73,76
a1a10a10'a11'	0,5	1818	12/17	0,31	156,34	14	12	7	57,08	64,08
a10b32a10'b32'	3	13736	26/34	0,49	1181,29	13	3	39	35,65	74,65
a9a10a9'a10'	6,21	13736	26/34	0,49	1181,29	13	3	80,73	35,65	116,38
a18a20a18'a20'	4,05	1818	12/17	0,31	156,34	14	12	56,7	57,08	113,78
a16a18a16'a18'	5,36	3636	15/21	0,4	312,69	17	2	91,12	15,84	106,96
a18a19a18'a19'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a14a16a14'a16'	4,2	5454	20/27	0,33	469,04	8	1	33,6	5,39	38,99
a16a17a16'a17'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a12a14a12'a14'	2,47	7272	20/27	0,46	625,39	14		34,58	0	34,58
a14a15a14'a15'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a9a12a9'a12'	2,15	9090	26/34	0,35	781,74	7	1	15,05	6,06	21,11
a12a13a12'a13'	1,1	1818	12/17	0,31	156,34	14	24	15,4	114,16	129,57
a2a9a2'a9'	1	22826	40/49	0,37	1963,03	5	3	5	20,32	25,33
a1a2a1'a2'	1,24	32421	50/60	0,32	2788,20	2,7		3,34	5,06	8,42
cha1ch'a1'	1,5	47000	50/60	0,5	4042	5,5		8,25	37,12	45,38
Perte de charge totale de tronçon (Pa)										**6476,63**

- Calcul des pertes de charge pour le réseau de 1er étage :

Tableau (V-2) : des pertes de charge pour le circuit de 1er étage

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (l/h)	J (mmce/m)	Σ ξ	ΔPl (mmca)	ΔPs (mmca)	ΔPtot (mmca)
b4b6b4'b6'	7	1313	12/17	0,23	112,918	8	13	56	34,04	90,04
b2b4b2'b4'	5,1	2626	12/17	0,47	225,836	30	1	153	10,93	163,93
b4b5b4'b5'	1,1	1313	12/17	0,23	112,918	8	24	8,8	62,85	71,65
b1b2b1'b2'	1,56	4444	15/21	0,49	382,184	26	2,5	40,56	29,71	70,27
b2b3b2'b3'	1,1	1818	12/17	0,31	156,348	14	24	15,4	114,17	129,57
b7b9b7'b9'	5,1	1111	12/17	0,2	95,546	6,2	15	31,62	29,70	61,32
b1bb7b1'b7'	3,2	2222	12/17	0,4	191,092	22,5	1,5	72	11,88	83,88
b7b8b7'b8'	1,1	1111	12/17	0,2	95,546	6,2	24	6,82	47,52	54,34
b1bb1'b'	1,7	6666	20/27	0,41	573,276	12	2	20,4	16,64	37,04
bhmb'hm'	2,5	17170	33/42	0,41	1476,62	6,5	0,5	16,25	4,16	20,41
b12b14'b12'b14'	2,35	1010	12/17	0,18	86,86	5	12	11,75	19,25	31,00
b11b12b11'b12'	1,5	2020	12/17	0,36	173,72	18	2,5	27	16,04	43,04
b12b13b12'b13'	1,1	1010	12/17	0,18	86,86	5	24	5,5	38,49	43,99
b11hb11'h'	3	3131	15/21	0,35	269,266	13	2,5	39	15,16	54,16
b11b10b11'b10'	3	3131	15/21	0,35	269,266	13	1	39	6,06	45,06
b15b16b15'b16'	1,57	1212	12/17	0,22	104,232	7	13	10,99	32,34	43,33
b19b21b19'b21'	3,8	1111	12/17	0,2	95,546	6,2	12	23,56	23,76	47,32
b17b19b17'b19'	3	2222	12/17	0,4	191,092	22,5	0	67,5	0,00	67,50

b19b20b19'b20'	1,1	1111	12/17	0,2	95,546	6,2	24	6,82	47,52	54,34
b15b17b15'b17'	3,77	3434	15/21	0,39	295,324	16	1,5	60,32	11,29	71,61
b15c15b15'c15'	3	11918	33/42	0,34	1024,94	4,5	3	13,5	17,17	30,67
b23b25b23'b25'	3,38	1212	12/17	0,22	104,232	7	14	23,66	33,54	57,20
b22b23b22'b23	1,4	2424	12/17	0,41	208,464	24	1,5	33,6	12,48	46,08
b23b24b23'b24'	1,1	1212	12/17	0,22	104,232	7	24	7,7	57,50	65,20
b22c23b22'c23'	3	5757	20/27	0,33	495,102	8	3	24	16,17	40,17
b29b31b29'b31'	2,2	1010	12/17	0,18	86,86	5	14	11	22,45	33,45
b27b29b27'b29'	2,22	2020	12/17	0,36	173,72	18	0	39,96	0,00	39,96
b29b30b29'b30'	1,1	1010	12/17	0,18	86,86	5	24	5,5	38,49	43,99
b26b27b26'b27	1,33	2828	15/21	0,33	243,208	12	3,5	15,96	18,87	34,83
b27b28b27'b28	1,1	808	12/17	0,14	69,488	3	24	3,3	23,28	26,58
b32b33b32'b33'	1,45	1313	12/17	0,23	112,918	8	13	11,6	35,35	46,95
b36b38b36'b38'	5,66	1313	12/17	0,23	112,918	8	13	45,28	34,04	79,32
b34b36b34'b36'	4,2	2626	12/17	0,47	225,836	30	0	126	0,00	126,00
b36b37b36'b37'	1,1	1313	12/17	0,23	112,918	8	24	8,8	62,85	71,65
b32b34b32'b34'	6,6	3939	15/21	0,41	338,754	18	7,5	118,8	62,41	181,21
b34b35b34'b35'	1,1	1313	12/17	0,23	112,918	8	24	8,8	62,85	71,65
b32c33b32'c33'	3	11918	33/42	0,34	1024,94	4,5	3	13,5	17,17	30,67
Perte de charge totale de tronçon (Pa)										**2309,38**

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

Tableau (V-3) : des pertes de charge pour le circuit **CH A$_{27}$A'$_{27}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (l/h)	J (mmce/m)	Σ ξ	ΔPl (mmca)	ΔPs (mmca)	ΔPtot (mmca)
c9c11c'9'c11	3,5	1313	12/17	0,23	112,92	8	12	28	31,42	59,42
c7c9c7'c9'	3,75	2626	12/17	0,47	225,84	30	1	112,5	10,93	123,43
c9c10c9'c10'	1,1	1313	12/17	0,23	112,92	8	24	8,8	62,85	71,65
c5c7c5'c7'	3,24	3939	15/21	0,45	338,75	20	1	64,8	10,02	74,82
c7c8c7'c8'	1,1	1313	12/17	0,23	112,92	8	24	8,8	62,85	71,65
c3c5c3'c5'	3,67	5252	20/27	0,33	451,67	8	1	29,36	5,39	34,75
c5c6c5'c6'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	13	24	14,3	106,92	121,22
c1c3c1'c3'	6	6969	20/27	0,45	599,33	14	0	84	0,00	84,00
c3c4c3'c4'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
cc1c'c1'	6,34	8686	26/34	0,35	747,00	6,5	2,5	41,21	15,16	56,37
c1c2c1'c2'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
cc12c'c12'	3,3	1818	12/17	0,31	156,35	14	12	46,2	57,08	103,28
chmc'hm'	2,5	10504	26/34	0,44	903,34	10	1	25	9,58	34,58
c13c14c13'c14'	2,83	1111	12/17	0,2	95,55	6,2	12	17,55	23,76	41,31
c13chmc13'chm'	2,5	1111	12/17	0,2	95,55	6,2	1	15,5	1,98	17,48
c26c28c26'c28'	2,6	1111	12/17	0,2	95,55	6,2	13	16,12	25,74	41,86
c24c26c24'c26'	3,3	2222	12/17	0,36	191,09	20	0	66	0,00	66,00
c26c27c26'c27'	1,1	1111	12/17	0,2	95,55	6,2	21	6,82	41,58	48,40
c23c24c23'c24'	1,6	3333	15/21	0,35	286,64	14	1,5	22,4	9,10	31,50
c24c25c24'c25	1,1	1111	12/17	0,2	95,55	6,2	24	6,82	47,52	54,34
c23hmc23'hm'	2,5	3333	15/21	0,35	286,64	14	0	35	0,00	35,00
c30c32c30'c32'	5,22	1414	12/17	0,25	121,60	9	12	46,98	37,13	84,11

c29c30c29'c30'	0,7	2828	15/21	0,31	243,21	11	2,5	7,7	11,89	19,59
c30c31	1,1	1414	12/17	0,25	121,60	9	24	9,9	74,25	84,15
c29hmc29'hm	2,5	2828	15,21	0,31	243,21	11	0	27,5	0,00	27,50
c33c34c33'c34'	1,46	1717	12/17	0,3	147,66	8	12	11,68	53,46	65,14
c37c39c37'c39'	5,9	1616	12/17	0,28	138,98	12	13	70,8	50,45	121,25
c35c37c35'c37'	4,1	3232	15/21	0,35	277,95	14	1	57,4	6,06	63,46
c37c38c37'c38'	1,1	1616	12/17	0,28	138,98	12	24	13,2	93,14	106,34
c33c35c33'c35'	3,57	4949	15/21	0,31	425,61	7	1,5	24,99	7,14	32,13
c35c36c35'c36'	1,1	1717	12/17	0,3	147,66	8	24	8,8	106,92	115,72
c33hmc33'hm'	2,5	6666	20/27	0,41	573,28	12	0	30	0,00	30,00
c20c22c20'c22	3,7	1818	12/17	0,31	156,35	14	12	51,8	57,08	108,88
c18c20c18'c20'	5,9	3636	15/21	0,4	312,70	17	1	100,3	7,92	108,22
c20c21c20'c21'	1,1	1818	12/17	0,31	156,35	14	24	15,4	114,17	129,57
c16c18c16'c18'	2,9	5454	20/27	0,33	469,04	8	1	23,2	5,39	28,59
c18c19c18'c19'	1,1	1818	12/17	0,31	156,35	14	24	15,4	114,17	129,57
c15c16c15'c16'	2,2	7272	20/27	0,46	625,39	14	1,5	30,8	15,71	46,51
c15hmc15'hm'	2,5	7272	20/27	0,46	625,39	14	0	35	0,00	35,00
Perte de charge totale de tronçon (Pa)										**2738,22**
Perte de charge totale de la crèche (Pa)										**11524.23**

V.4.3 Condition de l'équilibrage :

Les tronçons doit vérifient la condition suivante :

$[(\Delta P_{défavorable}) - (\Delta P_{tronçon})/ (\Delta P_{défavorable})].100 < 15\%$.....(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.

Tableau (V-4) : On a la tronçon le plus défavorable est le circuit **CH $A_{27}A'_{27}$ CH'** du **3_{er} étage**

Circuits	Pert de charge associée ΔP (Pa)	ΔP pour le circuit le plus défavorable (Pa)	La valeur pour la condition d'équilibrage (%)	Résultat
Cha50ch'a50'	9795,63	11524,23	15,00	Le tronçon est équilibre
Chb6ch'b6'	9890,38	11524,23	14,18	Le tronçon est équilibre
Chc11ch'c11'	5638,22	11524,23	51,08	On ajoute une vanne d'étranglements de 8705,12Pa

Chapitre VI

Système de régulation

VI.1 Introduction :

La régulation est un procédé au cours duquel la grandeur réglée est mesurée en permanence et comparée à une grandeur de référence. Les variations de la grandeur réglée provoquées par des grandeurs perturbatrices venant de l'extérieur sont ainsi compensées en permanence.

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. D'après **[3]**

VI.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.

VI.3 Appareils de régulation utilisée dans le système de chauffage

VI.3.1 Thermostat

C'est un organe de détection de température monté avec régulateur dans la même unité



Figure (VI-1) : thermostat numérique

VI.3.2 sonde

C’est un organe de détection de température dans la régulation électronique.



Figure (VI-2) : sonde de température

VI.3.3 vanne

C’est un organe de réglage qui permet de régler un débit volume de fluide liquide, la vanne à trois voies est la plus utilisé dans l’installation de chauffage et on à deux types de vanne à trois vois :

- ✓ vanne à trois vois mélangeuse : elle a deux entrées et une sortie.
- ✓ vanne à trois vois diviseuse ou réparation : elle a une entrée et deux sorties.



Figure (VI-3) : une vanne à trois voit

VI-4 Choix du mode de régulation

Parmi les modes de régulation, il existe :

VI.4.1 La 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.

VI.4.2 La 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 **[3]**

VI.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.

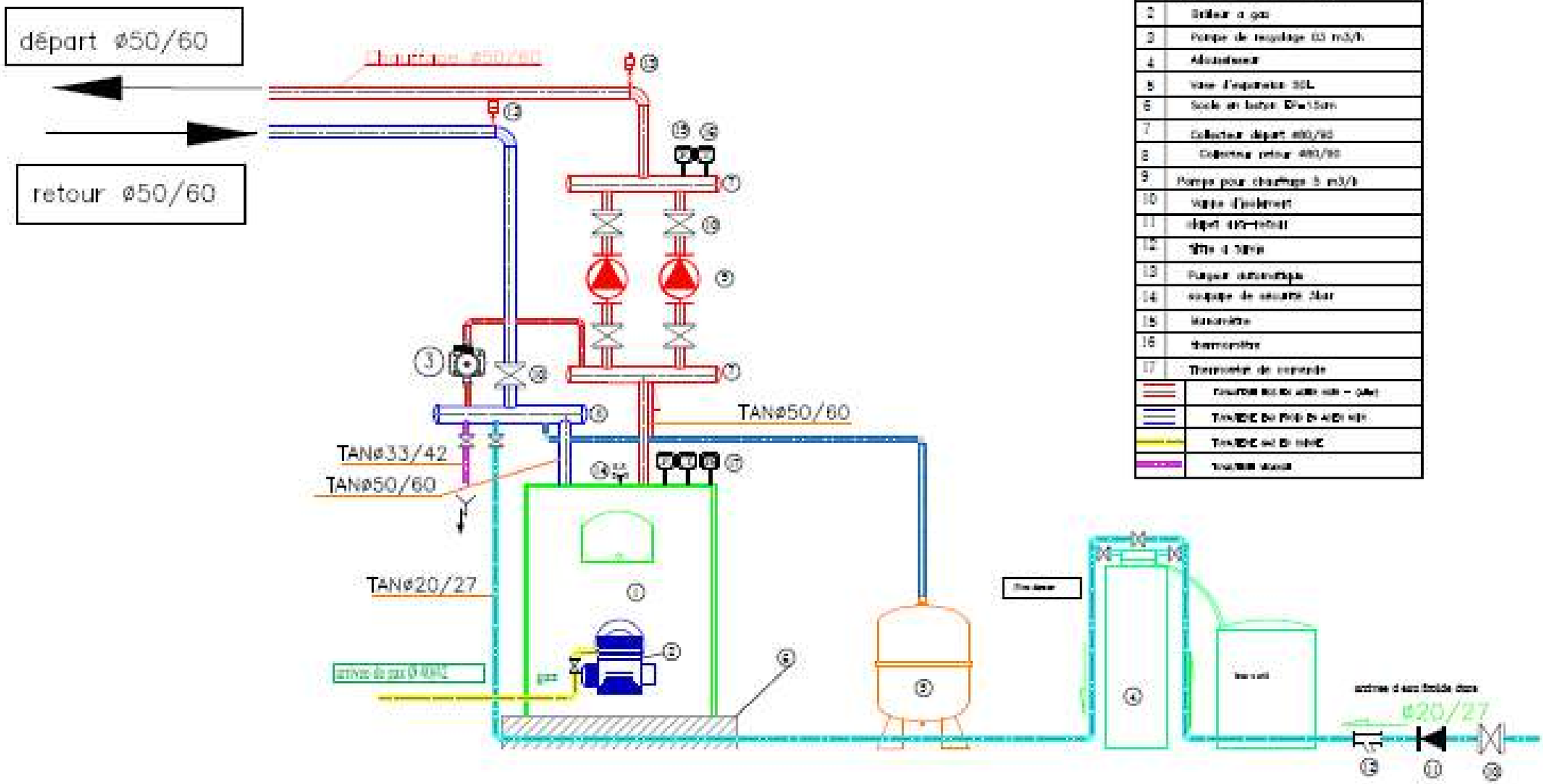


Figure (VI-4) : schéma de principe de l'installation de chauffage

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce présent travail, nous nous sommes intéressés au chauffage centralisé d'une crèche pour enfant, et plus particulièrement à l'étude et la conception du système de chauffage avec toutes ces composantes pour l'atteinte de l'optimum en matière de confort thermique pendant la période hivernale.

Nous avons passé en revue les différentes étapes à l'établissement du circuit de chauffage à savoir les caractéristiques intrinsèques des parois du bâtis ainsi que les déperditions thermique relative, ce qui nous a permis d'établir le bilan thermique ainsi que le choix et le dimensionnement de l'installation du chauffage et son système de régulation , aussi nous nous somme penché sur les pertes de charge du circuit hydraulique d'eau chaude afin de déterminer les compensation nécessaire à ce système.

Cependant, la documentation reste le grand défi devant le développement d'un tel sujet, la disponibilité des livres et articles est une contrainte majeure à vaincre ainsi que la manipulation de logiciel adéquat a la réalisation de ce genre d'étude.

Ce travail nous a permis de nous sensibiliser sur les éventuels problèmes que nous aurons à affronter dans les projets d'ingénierie surtout avec l'avènement des défis énergétique et la notion d'habitat intelligent.il nous a en plus permis de maitriser certaines notions sur le chauffage qui demeure un domaine passionnant.

Finalement nous ne pouvons terminer ce projet sans espérer une continuité dans cet axe de recherche, les futurs mémoires devront traiter ce phénomène sous tous ses aspects et ajouter les deux circuits climatisation solaire et l'eau chaude sanitaire pour bâtiment.

Implantation du radiateurs

VOIRE
SCHEMA DE PRINCIPE ET
DE FONCTIONNEMENT
CHAUFFAGE CENTRAL 02

CUISINE
R-1=82.80m²
Dtot= 10697,72 w

Preparation+
distribution

SANITAIRES
ENFANTS
R-2=12.72m²

SANITAIRES
ENFANTS
R-3=96m²

REFECTOIR 64
couverts
R-4=33,22m²
Dtot = 4038,59 w

sanit-
aires F
R-8=9m²

sanit-
aires H
R-9=8.64m²

VESTIAIRES F
R-10=14,66m²
Dtot = 1460,46 w

circulation
R11=13,58m²

ACCUEIL
R14=65,50m²
Dtot = 5309,92w

Dtot = 2330,32
VESTIAIRES H
R12=13,48m²

RANGEMENT
POUSSETTES
R13=22,66m²
Dtot= 2027,80w

circulation
R06=89,77m²

REFECTOIR
PERSONEL 32
couverts
R-5=37.09m²
Dtot = 3787,73w

Dtot = 10140,73w

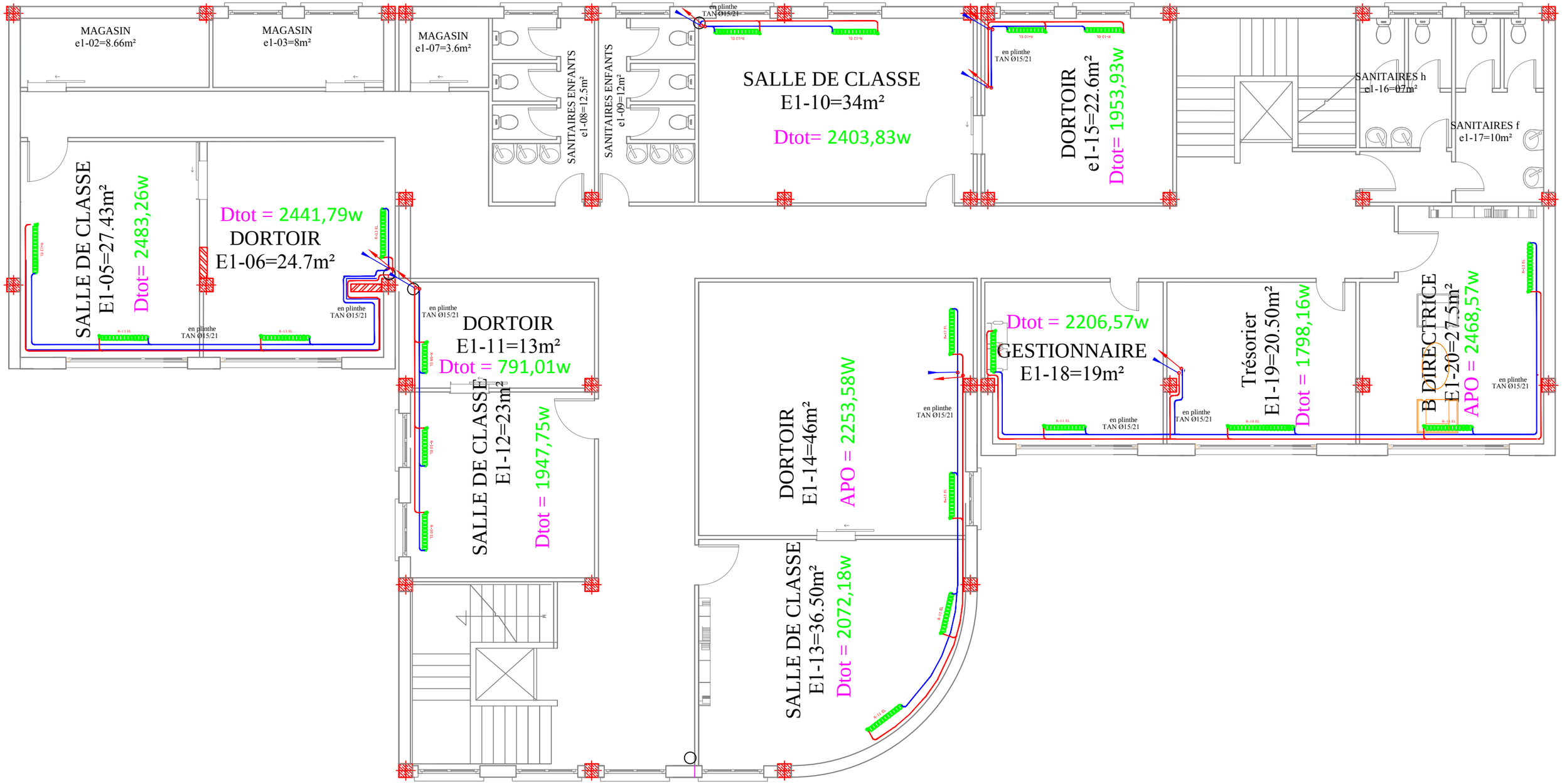
REFECTOIR 200
couverts
R-7=85,62m²

en plinthe TAN Ø15/21
D plafond TAN Ø26/32
D plafond TAN Ø26/32
en plinthe TAN Ø15/21

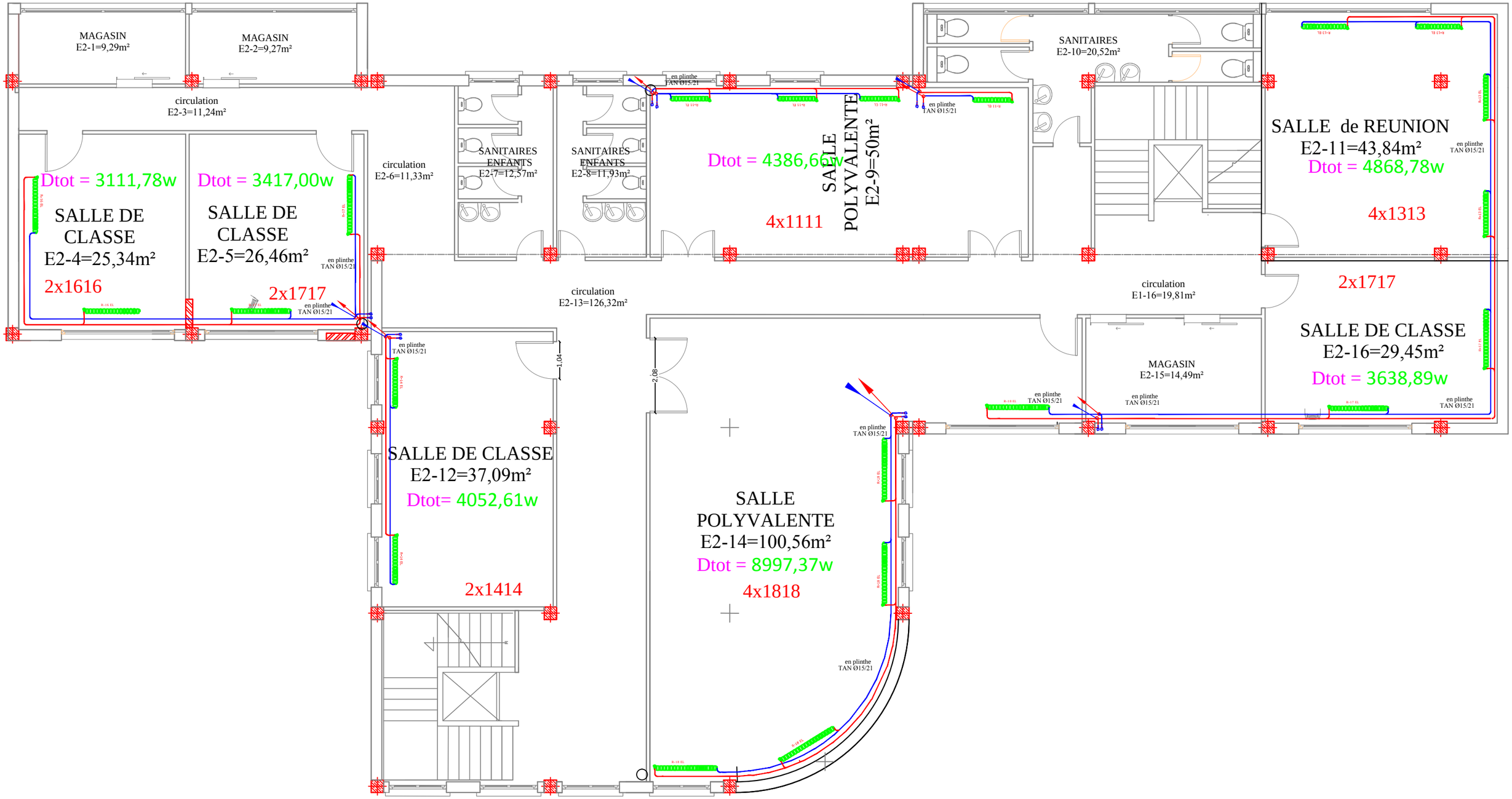
Sortie air de jeux

Accée Principal
Creche

PLAN DE RDC



PLAN DE 1ERE ETAGE



PLAN DE 2EME ETAGE

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

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

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

[3] LE RECKNAGEL, « manuel pratique génie climatique » données fondamentales Tome 01 3ème édition pyc édition livres 1995.

[4] LE RECKNAGEL « manuel pratique génie climatique » chauffage et production d'eau Chaude sanitaire. Tome 02 ,3éme édition pyc édition livres 1996.

[5] LE RECKNAGEL « manuel pratique génie climatique ». Ventilation, climatisation, conditionnement d'air. Tome 03, 3éme édition JJMG éditions / pyc livres 2001.

_____

[6] catalogue radiateur chappée 2018 Pdf.

[7] catalogue chaudière chappée 2018 Pdf.

[8] catalogue Salmson réservoirs expansion 2018 Pdf.

[9] catalogue générale Salmson Pdf.

_____

[10] Logiciel Google earth.

[11] Logiciel AutoCAD 2014 - Français.

[12] Logiciel Thermoptim.

Les annexes

Annexe Tableau A.1 : Zonage climatique [1]

Wilaya	Communes	Zone
26 MEDEA	**Groupe de Communes 1 :** Aissaouia - Baata - Benchicao - Beni Slimane - Bir Ben Laabed - Bouchrahil - Bouskene - Deux Bassins - Djouab - Draa Essamar - El Azizia - El Guelb El Kebir - El Hamdania - El Omaria - Khams Djouamaa - Medea - Meghraoua - Mezrana - Mihoub - Ouamri - Oued Harbil - Ouled Brahim - Ouzera - Sidi Errabia - Sidi Naamane - Sidi Zahar - Sedraia - Souaghi - Tablat - Tamesguida - Tizi Mehdi **Groupe de Communes 2 :** Hannacha. **Groupe de Communes 3 :** Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes 1 et 2.	B B' C

Annexe Tableau A.2 : Zonage climatique **[1]**

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

Annexe Tableau A.3 : Fixe les valeurs de la température extérieur de base **[1].**

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

Annexe Tableau B.1 :Les résistances thermiques d'échange superficiels intérieur

$r_i=1/h_i$ et extérieur $r_e = 1/h_e$

$\frac{1}{h}$ en m².°C/W	Paroi en contact avec : - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert.			Paroi en contact avec : - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire.		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
	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

Annexe Tableau B.2 : λ_i conductivité thermique de la I^{ème} couche exprimer en (w/m.°C) [1]

Matériau	Masse volumique sèche ρ (kg/m³) (W/m.°C)	Conductivité thermique λ (J/kg.°C)	Capacité thermique c
Pierres naturelles (murs, revêtement de sol, revêtement muraux, ...) Roches éruptives			
- Granites, porphyres	2300 à 2900	3,0	936
- Basaltes	2700 à 3000	1,6	936
- Andésites, tufs volcaniques	2000 à 2700	1,1	936
Roches sédimentaires			
- Grès quartzeux	2000 à 2800	2,6	792
- Grès calcarifères	2000 à 2700	1,9	792
- Pierres calcaires			
o Pierres dures	2350 à 2580	2,4	936
o Pierres fermes	1840 à 2340	1,4	936
o Pierres tendres	1480 à 1830	1,0	936
o Pierres très tendres	≤ 1470	0,85	936
Roches métamorphiques			
- Marbre	≥ 2590	2,9	936
- Gneiss	2300 à 2900	3,0	936
- Schistes, ardoises	2000 à 2800	2,2	936
- Sable sec	1300	0,6	823
- Sable + gravillons	1800	1,2	792
Bétons de granulats courants			
Béton plein	2200 à 2500	1,75	1080
Béton caverneux	1700 à 2100	1,4	1080

Annexe Tableau C.1 : Coefficient K des portes

	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

Annexe Tableau C.2 : Le coefficient d'exposition au vent e_v est tiré du tableau suivent.

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 7.4

[1] La hauteur H correspond à la moyenne de la distance entre le sol et la mi-hauteur des ouvrants de la paroi considérée.

[2] Les classes de rugosité du site d'implantation du bâtiment sont définies ci-dessous :

- Rugosité de classe I : bord de mer ;
- Rugosité de classe II : rase campagne, aéroport ;
- Rugosité de classe III : zones rurales avec arbres, haies, zones faiblement urbanisées ;
- Rugosité de classe IV : zones urbaines ; zones industrielles ; forêts ;
- Rugosité de classe V : centre des grandes villes.

Annexe Tableau C.3 : Le débit supplémentaire Q_s du à l'effet du vent pour un logement est donné par le tableau suivent :

Type de parois	Valeurs de P_0 ($m^3/h.m^2$ sous $\Delta P = 1$ Pa)
Fenêtre ou porte fenêtre	4,0
Porte avec seuil et joint d'étanchéité	1,2
Porte	6,0
Double fenêtre	2,4

Annexe Tableau C.4 :Les coefficient a,b,c,d et e (en w/m^2 °c),ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

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

Annexe Tableau C.5 : Valeurs forfaitaires de Tau

Circulation ouverte sur l'extérieur

Définition : Toute circulation commune ou dépendance dont le rapport de la section totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur à son volume est supérieur ou égal à 0,005 m²/m^3.

Tau = 1

Circulation ouvrant directement sur l'extérieur

Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 2.

Parois extérieures de la circulation commune	Parois séparant la circulation commune des logements	Valeur de Tau
Isolées	Non isolées	0,30
	Isolées	0,55
Non Isolées	Non isolées	0,35
	Isolées	0,60
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non isolées	0,25
	Isolées	0,45

Circulation commune n'ouvrant pas directement sur l'extérieur

Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 0,5.

Parois extérieures de la circulation commune	Parois séparant la circulation commune des logements	Valeur de Tau
Isolées	Non isolées	0,20
	Isolées	0,40
Non Isolées	Non isolées	0,30
	Isolées	0,50
Inexistantes (circulation commune en position centrale)	Non isolées	0,10
	Isolées	0,25

Circulation commune avec trappes ouvertes en permanence

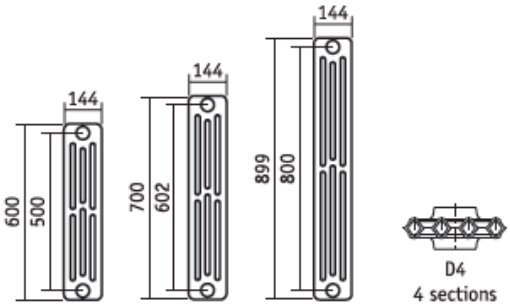
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 4. Les circulations communes avec trappes ou gaines de désenfumage ouvertes en permanence et les parkings publics rentrent dans ce cas.

Tau = 0,9

Annexe Tableau C1 : catalogue radiateur chappée 2018 **[6].**

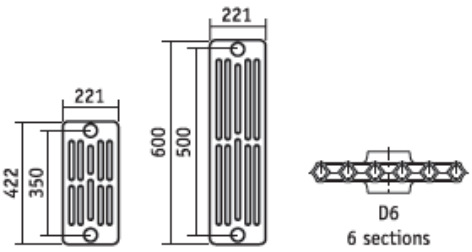
DUNE

D4



HAUTEUR SANS PIED MM	NBRE D'É.ÉMENTS	LONGUEUR MM	POIDS KG	CAPACITÉ EN EAU L	WATT ΔT 50	RÉFÉRENCES	PRIX HT
	4	240	24	3,9	404	C1B700404	319
	5	300	30	4,9	505	C1B700405	398
	6	360	36	5,8	606	C1B700406	478
	7	420	42	6,8	707	C1B700407	558
	8	480	48	7,8	808	C1B700408	637
	9	540	54	8,7	909	C1B700409	717
	10	600	60	9,7	1010	C1B700410	797
	11	660	66	10,7	1111	C1B700411	877
700	12	720	72	11,6	1212	C1B700412	956
	13	780	78	12,6	1313	C1B700413	1 035
	14	840	84	13,6	1414	C1B700414	1 117
	15	900	90	14,6	1515	C1B700415	1 195
	16	960	96	15,5	1616	C1B700416	1 274
	17	1020	102	16,5	1717	C1B700417	1 354
	18	1080	108	17,5	1818	C1B700418	1 434
	19	1140	114	18,4	1919	C1B700419	1 514
	20	1200	120	19,4	2020	C1B700420	1 593

D6



HAUTEUR SANS PIED MM	NBRE D'É.ÉMENTS	LONGUEUR MM	POIDS KG	CAPACITÉ EN EAU L	WATT ΔT 50	RÉFÉRENCES	PRIX HT
	4	240	31	4,8	508	C1B600604	383
	5	300	39	6	635	C1B600605	478
	6	360	46	7,2	762	C1B600606	574
	7	420	54	8,4	889	C1B600607	670
	8	480	62	9,6	1016	C1B600608	764
	9	540	69	10,8	1143	C1B600609	860
	10	600	77	12	1270	C1B600610	956
	11	660	85	13,2	1397	C1B600611	1 052
600	12	720	92	14,4	1524	C1B600612	1 146
	13	780	100	15,6	1651	C1B600613	1 242
	14	840	108	16,8	1778	C1B600614	1 339
	15	900	116	18	1905	C1B600615	1 434
	16	960	123	19,2	2032	C1B600616	1 530
	17	1020	131	20,4	2159	C1B600617	1 625
	18	1080	139	21,6	2286	C1B600618	1 721
	19	1140	146	22,8	2413	C1B600619	1 816
	20	1200	154	24	2540	C1B600620	1 912

Annexe Tableau C2 : catalogue radiateur chappée 2018 **[7].**

CARACTÉRISTIQUES CHAUDIÈRE

MODREA H HTE		DONNÉES RT 2012	50 H	70 H	90 H	110 H
Type de générateur			Chauffage seul			
Énergie		•	Gaz naturel ou propane			
Évacuation			Cheminée B23, B33, B23P, C13X, C33X, C43X, C53X, C63X, C83 et C93X			
Nbre d'étoiles CE - Directives rendement 92 / 42 / CEE			★ ★★★			
Type de chaudière			Condensation			
Référence CE			CE-0085BU0372			
Etas - Rendements saisonnier suivant le règlement 811 (1)	%		**95**	**95**	**-**	**-**
Etas - Rendements saisonnier suivant le règlement 813 (2)	%		93	93	-	-
Puissance nominale 80/60°C maxi-mini	kW	•	9,7 - 48,7	16,5 - 68,1	19,4 - 87,7	24,3 - 107,8
Puissance nominale 50/30°C	kW		10,8 - 52,1	18,3 - 72,9	24,4 - 93,4	26,7 - 114,3
Débit calorifique	kW		10 - 50	17 - 70	20 - 90	25 - 110
Rendement charge 100% température moyenne 70°C	%	•	97,3	97,3	97,4	97,2
Rendement charge 30% température retour 30°C	%	•	108,6	108,8	108,8	108,6
Débit des fumées	kg/h		88,6	124,0	159,4	194,8
Tirage necessaire			> 0	> 0	> 0	> 0
Pertes à l'arrêt ΔT = 30 K	W	•	92	99	120	120
Pression gaz G20	mbar		20			
Température mini de retour chaudière	°C		15	15	15	15
Puissance électrique auxilliaire (hors rirculateur)	W	•	88	108	160	196
Puissance électrique à charge nulle	W	•	-	-	-	-
Débit nominal d'eau à Pn ΔT = 20 K	m3/h		2,08	3	3,75	4,6
Puissance électrique circulateur mini - maxi	W		Pas de circulateur			
Puissance électrique circulateur RT 2012	W		Pas de circulateur			
Débit minimal	l/h	•	0	0	0	0
ΔP chaudière à débit nominal	mbar		68	75	113	164
Contenance en eau	l		5,1	5,9	8,7	8,7
Pression maxi d'utilisation (primaire)	bar		4			
Classe de NOx (selon EN 297/A5)			5			
Puissance acoustique à Pn étanche	dB		54	57	60	60
Puissance acoustique à Pn cheminée	dB		50	53	56	56
Puissance acoustique à Pmini	dB		44	45	45	45
Référence du PV essai			K19332016T1			
Organisme			GWI			
Poids	kg		91	101	111	111
Débit gaz G20	m3/h		1,27 - 5,29	1,80 - 7,41	2,12 - 9,52	2,65 - 11,64
Débit gaz G25	m3/h		1,41 - 5,86	1,99 - 8,21	2,46 - 11,09	3,08 - 13,53
Débit gaz G31	kg/h		0,49 - 2,04	0,69 - 2,85	2,33 - 6,99	2,72 - 8,55

) Rendement chaudière + sonde extérieure livrée d'origine
) Rendement chaudière seule

Annexe Tableau C3 : catalogue Salmson réservoirs expansion 2018 **[8]**

CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES - EXPANSION

· Réservoirs d'expansion à membrane

Désignation d'article	Réf. article	vol.	Pression de service	Figure	Temp.	Ø	L	D
		litre	bar		°C		mm	mm
RESERV-6L-4B-VT-M	66284	6	4	1	-10 à +100	3/4"	245	245
RESERV-8L-4B-VT-M	66285	8	4	1	-10 à +100	3/4"	275	245
RESERV-12L-4B-VT-M	66286	12	4	1	-10 à +100	3/4"	320	285
RESERV-18L-3,5B-VT-M	66287	18	3,5	1	-10 à +100	3/4"	385	285
RESERV-24L-3,5B-VT-M	66288	24	3,5	1	-10 à +100	3/4"	420	325
RESERV-35L-5B-VT-M	66289	35	5	2	-10 à +100	3/4"	475	380
RESERV-50L-6B-VT-M	66290	50	6	2	-10 à +100	3/4"	640	380
RESERV-80L-6B-VT-M	66291	80	6	2	-10 à +100	3/4"	690	460
RESERV-100L-6B-VT-M	66292	100	6	2	-10 à +100	3/4"	810	460
RESERV-150L-6B-VT-M	4000155	150	6	2	-10 à +100	1"	970	510
RESERV-200L-6B-VT-M	4000156	250	6	2	-10 à +100	1"	1230	590

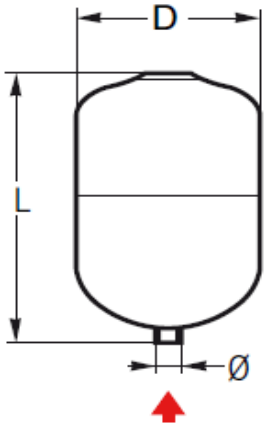


Figure 1*
* à raccorder sur tuyauterie

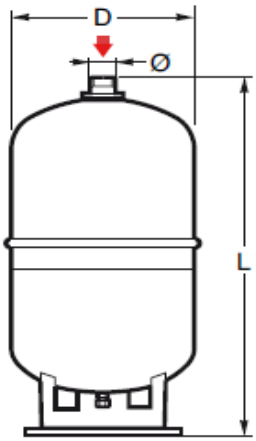


Figure 2

Annexe Tableau C4 : catalogue Salmson 2018(les caractéristiques de la pompe de circulation) **[8]**

RÉFÉRENCES & ACCESSOIRES SPÉCIFIQUES

RÉFÉRENCE	DÉSIGNATION S02	P. LI HT	ENTRAXE mm	DN CIRC.	CONTRE-BRIDES (vendues à l'unité)	POCHETTE DE RACCORDS-UNION	PLAQUE D'OBTURATION	COQUILLE D'ISOLATION THERMIQUE
2120678	Priux master 25-55	678 €	180	1"½	-	4104727 14 €	-	2123369 16,80 €
2120679	**Priux master 25-65**	694 €	**180**	**1"½**	-		-	
2120680	Priux master 25-90	979 €	180	1"½	-		-	2123370 - 16,80 €
2120681	**Priux master 32-55**	731 €	**180**	**2"**	-	4104728 14 €	-	2123369 16,80 €
2120682	Priux master 32-65	742 €	180	2"	-		-	
2120683	**Priux master 32-90**	1 140 €	**180**	**2"**	-		-	2123370 - 16,80 €
2120684	Priux master 40-30	899 €	220	DN40	82244 13,40 €	-	-	2123371 - 25,20 €
2120685	**Priux master 40-60**	1 184 €	**220**	**DN40**		-	-	2123372 - 25,20 €
2120686	Priux master 40-80	1 451 €	250	DN40		-	-	2123373 - 25,20 €
2120687	**Priux master 40-110**	1 775 €	**250**	**DN40**		-	-	2123374 - 25,20 €
2120688	Priux master 50-60	1 686 €	240	DN50		-	-	2123375 - 30,80 €

Tableau E 01 : Masse volumique et viscosité de divers corps à 0°C

désignation	ρ kg/m³	ν cSt m²/s
Alcool	790	1,5
Benzène	880	0,74
Fioul domestique (1,5 °E)	860	6
Fioul lourd (200 °E)	960	1520
Gaz brûlés 100 °C	0,95	20
Gaz brûlés 300 °C	0,63	45
Gaz naturel	0,78	12,8
Méthane	0,67	15,6
Oxygène	1,10	18
Eau 15 °C	999	1,14
Eau 60 °C	983	0,48
Eau 80 °C	972	0,36

Tableau E 02 : détermination du dzêta (ξ).

D												
	CUIVRE	8	10	12	14	16	20/25	26/32	36	40	50	> 50
	ACIER		8	12		15	21	26	33	40	50	> 50
COUDE D'EQUERRE	90°	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,3
	45°	1	1	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,2
COUDE ARRONDI	90°	2	2	1,5	1,5	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,5
	45°	1,3	1,3	1	1	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3
VANNE PAPILLON	OUVERTE	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
ROBINET VANNE		1,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2
ROBINET A SOUPAPE	→	16	16	15	14	14	12	10	8	6		
	↱	10	10	9	8	8	7	6	5	4		
ROBINET A DOUBLE REGLAGE	→	à boisseau	4		4	3	2	2				
		à soupape ou pointeau	14		14	12	10	8				
	↱	à boisseau	7		7	6	4	4				
		à soupape ou pointeau	9		7	7	5	5				
COUDE DE REGLAGE				9		8	7					
TE DE REGLAGE				15		14	12					

