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

Université YAHIA Farés 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 CALCUL DU CHAUFFAGE CENTRALISÉ POUR UNE ECOLE A LA VILLE DE KHMIS MILIANA

Réalisé par /

DJABALI Fatiha

HAMMADI Saliha

Encadré par :

Dr / **KEZRANE** .Mohamed

CO Pr / **BAHMED.** Sofien

Promotion 2017/2018

Remerciement

Je tiens à remercie tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à l'élaboration de ce projet.

En particulier mon encadreur Dr/KHAZRAN. Mohammed et CO pro /BAHMED .Sofien Pour aides et ses conseils.

Je remercie également tous nos enseignants de Département des sciences et de la technologie, en particulier ceux de la filière de Génie civil/l'équipement de l'habitat, qui ont contribué à notre formation durant les cinq années

Je remercie le président et les membres du jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce travail.

En fin je remercie mes chers amis de ma promotion 2017/2018

Dédicaces

Je dédie Ce Modest travail à:

A ma mère qui m'a soutenu Durant tous ces années d'étude et ont été toujours présent pour me pousser vers toujours plus d'efforts

A' mes frères, mes sœurs.
A' mes chers binômes Saliha
A' tous les membres de ma grand famille DJABALI
A' Mon collège CHIKH Kamel qui s'intéresse à moi Suis Mon cours jusqu'à la fin.

A mes enseignants qui ont suivi mes études à l'université et à mentionner
Pr ABUDARA
Dr CHIBA, Dr TRIKI, Dr ZIRARI, Dr KEZRANE,
A' tous mes Amis et à mentionner (Saliha, Razika, I man, Mounira, Hadia, Soumia, Laid, Youcef)
A tous mes collègues d'université de Médéa.

Dédicace
Je dédie Ce modeste travail:

A mes chers parents pour leurs soutiens, encouragement et leur sacrifice durant toute ma vie.

A Mon frère et mes sœurs.

A tout ma famille de HAMMADI

A tous mes Amie spécialement CHIKH Kamel

A tous mes Amies et mes collègues de promotion 2017/2018

(Iman, Sommai, Razika, Yousef, Laid,

Et un grande dédie avec Nassim

SALIHA

RESUME

Le présent travail est une étude de chauffage de l'école de khmise Miliana, à la ville de hkmise Miliana, wilaya d'Ain Defla.

Cette étude s'intéresse d'une part au calcul des bilans thermiques hivernaux pour chaque local en utilisent le règlement (DTR), ainsi qu'aux réseaux hydraulique.

D'après les calculs on choisira les équipements adéquats nous permettront d'atteindre les conditions de confort souhaitable et de stabiliser à une valeur fixe, d'autre part, au choix système de chauffage

Le cout d'investissement a fait l'objet à la dernière partie.

ملخص

هدا البحث هو دراسة التدفئة لمدرسة على مستوى خميس مليانة. بلدية خميس مليانة ولاية عين الدفلى.

تهتم هده الدراسة بحساب الحوصلة الشتوية لكل المحلات باستعمالنا نظام(DTR)وكدالك حساب الشبكة المائية.

بعد كل هده الحسابات قمنا باختيار المعدات المناسبة التي يمكن تحقيق الشروط المطلوبة للراحة وتركها مستقرة في قيمة ثابتة ومن جهة أخرى باختيار نظام التدفئة.

كلفة الاستثمار معروضة في الجزء الأخير.

ABSTRACT

This Works is study of an air conditioning on the school of khmis Miliana, khmis milaina city, state of Ain defla.

This study interestson one hand in calculation of the thermal winter results in each area by using (DTR)système

After all its calculation on choising approprate equipement that we can acheve the desirable conditions for confort and to stabilize a fixed value ,also on the other hand in choice of air conditioning system.

the investement cos twas the subject of the last part.

Sommaire

Introduction générale……01

Chapitre I : Présentation du projet et caractéristique thermique

I.1 la Présentation du projet …… 02

I.2 le But de projet……02

I.3 Situation géographique…… 02

I.4 Zone climatique…… 03

I.5 Condition de base……03

I.5.1 Condition extérieur de base…… 03

I.5.2 Condition intérieur de base…… 03

I.6 Description du l'école …….. 04

I.7 Calcul thermique de paroi…… 06

I.7.1 Calcul le coefficient de transmission thermique d'une paroi…… 06

I.7.2 Étude de stabilité thermique ……. 13

I.7.3 La résistance minimale r_{min}……. 13

I.7.4 Application de projet……. 14

I.7.5 Étude de condensation…… 14

I.7.5.1 La condensation superficielle…….. 15

I.7.5.2 Application de projet…….16

I.7.5.3 La condensation de masse…… 16

I.7.5.4 Détermination de risque de condensation dans une paroi « diagramme de GLASER »……..…… 16

I.7.5.5 Application de projet…… 17

Chapitre II : Bilan thermique

II.1 Méthode de calcul du bilan thermique hivernale……. 20

II.2 Présentation du document technique règlement(DTR) …… 20

II.2.1.Lobjet de DTR …….. 20

II.2.2 Déperdition par transmission ……...……...……. 20

II.2.2.1 Calcul des déperditions de base par transmission ……...…….. 20

II.2.2.2 Les déperdition surfaciques par transmission à travers les parois D s…… 21

II.2.2.3 Les déperditions à travers les ponts thermiques D li…… 21

II.2.2.4 Les déperditions par transmission à travers les parois en contact le sol D_{sol}..... 21

II.2.2.5 les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffent D_{inc} 21

II.2.3 Les déperditions par renouvellement d'air…… 22
II.3 Calcul du bilan hivernal…… 23
II.3.1 Calcul des températures des locaux non chauffés…… 23
II.3.2 Exemple de calcul d'un local…….. 24
II.3.3 Vérification ……... 29

Chapitre III choix du système de chauffage et dimensionnement de réseau

III.1 Choix des radiateurs a eau chaude…….. 30
III.1.1 radiateur à eau chaude ……..…….30
III.1.2 la différence entre en radiateur haute et basse température……..30
III.1.3 Les différant type des radiateurs …… 31
III.2 le Choix des radiateurs pour notre l'école……32
III.3 La chaudière…….34
III.4 Dimensionnement De La Chemine …… 36
III.4.1La chemine …… 36
III.4.2 Calcul de dimensionnement de la chemine …… 37
III.4.3 application au projet…….. 37
III.4.3.1 Le tirage de la cheminée sera calculé par la relation suivant …….. 37
III.4.3.2 application de projet …… 37
III.5 La chaufferie…….38
III.5.1 Calcul de la ventilation de la chaufferie……...38
III.5.2 Vase d'expansion …… 38
III.5.2.1 Calcul de la contenance en eau de l'installation……39
III.5.2.2 Calcul de volume d'expansion …… 39
III.5.3 Choix de la pompe de circulation ……41
III.6 calcul des réseaux de tuyauteries ……42

Chapitre IV Estimation

IV.1 étape de l'étude économique…… 44
IV.1.1 investissement…… 44
IV.1.1.1 cout direct…… 44
IV.1.1.2cout indirect…… 45
IV.1.1.3imprévus……..45
IV.1.1.4 investissement : estimation des charges d'exploitation …..…… 45
IV.2 estimation : du chiffre d'investissement……..…… 45
Conclusion générale
Annexe
Références bibliographique

Liste de tableau

Tableau I.1 : condition extérieur de base……. 03
Tableau I.2 : condition intérieur de base……. 03
Tableau I.3 : Différents locaux du l'école (RDC)……... 04
Tableau I.4 : Différent locaux de l'école 1erEtage……... 05
Tableau I.5 : Résistance des différentes couches de la paroi extérieur……... 07
Tableau I.6 : Résistance des différentes couches du mur intérieur…….. 08
Tableau I .7 : Résistance des différentes couches du mur intérieur (contact ……..
Avec circulation) ……09
Tableau I.8 : Résistance couches du plancher entre étage……... 10
Tableau I.9 : Résistance des déférentes couches du plancher sur sol ……. 11
Tableau I.10 : Résistance des déférentes couches de la toiture……... 12
Tableau I.11 : valeur de coefficient k pour les fenêtres et les portes ……. 13
Tableau I.12 : vérification de la condition (R paroi > R min) …….. 14
Tableau I.13 : les pressions partielles au niveau des interfaces……..... 17
Tableau I.14 : Résistance de chaque couche de la paroi extérieur…….. 17
Tableau II .1 : a, b, c, d, e .Annexe tableau B .6…….……. 23
Tableau II.2:température des locaux non chauffées du RDC…….. 23
Tableau II.3 : température des locaux non chauffées de l'E01……..... 23
Tableau II.4 : Résultats des calculs du bilan thermique hivernal pour……...
Les locaux (rez-de-chaussée)……. 27
Tableau II.5 : Résultats des calculs du bilan thermique hivernal pour…….
Les locaux (1er étage) ……. 27
Tableau II.6 : Déperditions thermiques total……. 28
Tableau (III.1):Choix des radiateurs pour (rez-de-chaussée)……...… 33
Tableaux (III.2) : les puissances des radiateurs (1ere Etage)…….…… 34

Liste des figures

Figure I.1 : vue par satellite de l'école de khmise Miliana……..……02

Figure I.2 : plan de RDC…….

Figure I.3 : plan de 1ereEtage……...

Figure I.4 : vue en coupe d'un mur extérieur double cloison……..07

Figure I.5 : vue en coupe d'un mur intérieur entre locaux…… 08

Figure I.6 : vue en coupe d'un mur intérieur en contact avec circulation…….....09

Figure I.7 : vue en coupe d'un plancher entre étage ……..10

Figure I.8 : vue en coupe d'un plancher sous sol……11

Figure I.9 : vue en coupe d'une toiture……12

Figure I.10 : Différentes température de la condensation superficielle……...15

Figure I.11 : Diagramme de **GLASER** (mur intérieur)……..19

Figure III.1 : Radiateur……32

Figure III.2 : la chaudière……...37

Figure III.3 : La cheminée……...38

Figure III.4 : vase d'expansion……42

Figure IV.1 : Isométrie des corps de chauffage RDC …….42

Figure IV.2 : Isométrie du coup de chauffage 1er étage…….42.

Figure IV.3 : pompe de circulation…….....43

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
Q	flux de chaleur	W
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	$W/m^{2.}\ °C$
e_i	épaisseur de l'Iér couche	m
Λ_i	conductivité thermique de l'Ièr couche	$W/\ m^2.\ ^oC$
k	coefficient de transfert de chaleur	$W/m^{2.}\ °C$
R_n	résistance thermique de couche considérée	$m^2.\ °C/W$
φ_i	l'humidité intérieure	%
φ_e	l'humidité extérieure	%
P_{si}	la pression de saturation intérieure	K_{pas}
P_{se}	la pression de saturation extérieure	K_{pas}
P_{pi}	la pression partielle intérieure	K_{pas}
M	débit massique	kg/s
P	différance de pression entre deux couches exprimées	K_{pas}
π	coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	Kg/ms
Q_{tr}	Déperditions par transmission	W
Z	coefficient de majoration	-
Z_H	Majoration pour l'orientation	%
Z_U	Majoration pour interruption	%
Z a	Majoration.	-
Q_v	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
Z_e	le facteur de majoration pour les fenêtres d'angles	-
N	nombre des occupants	-
Q_s	chaleur sensible dégagé par personne	W
QL	chaleur latente	W
N	puissance de machine électrique	KW
H	est le coefficient de déperditions thermique de la pièce	(W/°C).
ΔT_n	est la déférence de température normalisée	°C
n	n : représente le pourcentage de dilatation de l'eau.	%
P_f	la pression finale de l'installation, inferieure à la pression d'ouverture de la soupape de sécurité	(bar).
P_{do}	la pression de début d'ouverture	Bar
ΔP_{do}	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

Les indices :

e	Extérieur
i	Intérieur
do	Début d'ouverture
f	Final
n	Normalise
v	Ventilateur

Chapitre I : Présentation du projet et caractéristique thermique

INTRODUCTION GENERALE

Les installations de chauffage ont pour rôle de maintenir en hiver tout local ou séjournent des êtres humains à une température donnée .on devrait dire plus exactement qu'elle consiste à composer les pertes calorifiques du corps humain pendant de façon à réaliser un équilibre entre production de chaleur et déperdition et assure ainsi le bien –être physique de l'être humain.

Le chauffage central est devenu au fil des temps une nécessite pour les êtres humains, afin de se protéger contre le froid de l'environnement extérieur qui les entourent.

Le chauffage centrale est le système de chauffage le plus utilise actuellement, sont efficacité à produire une chaleur capable de fournir une température intérieur de confort avec un fluide caloporteur possédant des caractéristiques très intéressantes tel que l'eau le résultat est appréciable.

Et avec les nouvelles technologies de régulation électrique et les constructions neuves possédant une très bonne protection thermique, le confort apporté par ces installations st de plus en plus élevé.

Pour faire un calcul bien précis d'une installation de chauffage, il est nécessaire de connaitre certaine donnes concernant la situation géographique et la zone climatique

I.1 La présentation du projet :

Le thème de notre mémoire est l'étude du chauffage d'une école situe a kH mis Miliana

I.2 Le but de projet :

Le but de cette étude est définie les besoins en énergie thermique à composer en hiver à extraire pour chaque local de notre l'école et choisir l'équipement convenable pour garantir ces besoin grâce au bon dimensionnement des conduits et la bonne régulation de l'installation ; d'une façon générale pour réaliser confort thermique de point de vue thermique.

I.3 Situation géographique :

Pour commencer l'étude d'un projet du chauffage, il est nécessaire de connaitre toutes les Informations concernant la situation géographique de ce projet :

-la wilaya

-la commune

-l'altitude de site par rapport au niveau de la mer

-la l'altitude de la région où est implanté le projet

-la longitude

-l'orientation des locaux du projet

Notre projet trouve à l'école de kH mise Miliana, à la ville de kH mise Miliana qui se trouve à l'ouest d'Alger à la wilaya d'Ain Defla.



Figure I.1 : vue par satellite de l'école de kH mis Miliana [10]

I.4 Zone climatique :

La détermination de la zone climatique a considère pour le projet se fait selon la classification dans les communes d'Alger donnée dans **l'annexe tableau A1**

De notre cas projet le projet situe dans la zone climatique B'

I.5 Condition de base :

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

I.5.1 Les conditions extérieures de base [1]

Tableau I.1 : Condition extérieur de base

				Période hivernale	
Zone	**Altitude(m)**	**L'altitude**	**Longitude**	**T° de base (c°)**	**L'humidité relative(%)**
B'	273	36°.15N	2°.13^{E}	0	50

I.5.2 Condition intérieur de base

Tableau I.2 : Condition intérieur de base

Désignation	**Période hivernal**	
	Ti (c°)	Ø(%)
Les laboratoires	21	50
Les bureaux	21	50
Les salles de réunion	21	50
Secrétariat	21	50
Les salles d'histoire géographique	21	50
Les salles ordinaires	21	50

I.6 Description du l'école :

Par la suit nous présentons les différentes locaux et le plans de notre l'école, il comporte le Rez -de –chaussée et, et la salle de sport couverte.et 1erEtage

Les différents locaux et leur caractéristique sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau I.3 : Déférents locaux du l'école (RDC).

Locaux	Désignation	Hauteurs(m)	Surface (m^2)
R01	B.de l'intendant	03	12.50
R02	Coopérative des élèves	03	09.80
R03	s.de réunion des élèves	03	09.80
R04	B. du conseillé d'éducation	03	17.00
R05	B. du sou directeur des études	03	17.80
R06	Loge gardien et conciergerie	03	06.50
R07	U.D.S	03	14.00
R08	WC.H et WC.F	03	04.90
R09	Salle de travaille de professeurs	03	55.60
R10	Préau	03	139.80
R11	Foyer de professeurs	03	23.20
R12	Auditorium	03	149.10
R13.14	Laboratoire 01 et 04	03	62.60
R15→21	Les laboratoires 02.05.03.06.et les salles ordinaires02.03.01	03	61.90
R22.23	Les salles d'histoires géographiques	03	61.90
R24	Salle de préparation sciences naturelles	03	28.90
R25	Salle de préparation de science physique	03	28.90
R26	Salle de regroupement	03	30.90
R28	B. d'information	03	30.90
R29	Sanitaire garçons	03	37.80
R30	Sanitaire filles	03	37.80
R31	Salle de sport couvert	05	149

Tableau I.4 : différent locaux de l'école 1erEtage

Locaux	Désignation	Hauteurs(m)	Surface (m^2)
E01	S.de séminaire 01	03	31.10
E02	S.de séminaire 02	03	31.10
E03	B. du directeur	03	19.00
E04	Salle d'archive	03	14.00
E05	B.de gestion	03	12.55
E06	Secréterait	03	12.30
E07	Bibliothèque	03	163.00
E08	Salle de polyvalent02	03	61.90
E09	Foyer des élèves	03	17.20
E10	Salle ordinaire 04	03	61.90
E11	Salle de polyvalent 01	03	61.90
E12	Salle ordinaire 05	03	61.90
E13	Salle ordinaire 10	03	61.90
E14	Salle ordinaire 06	03	61.90
E15	Salle ordinaire 09	03	61.90
E16	Salle ordinaire 07	03	61.90
E17	Salle ordinaire 08	03	61.90
E18	Salle ordinaire 11	03	61.90
E19	Salle ordinaire 12	03	61.90
E20	Salle ordinaire 13	03	61.90
E21	Salle ordinaire 14	03	61.90
E22	Salle d'histoire géographique 01	03	61.90
E23	Salle d'histoire geographique02	03	61.90

I.7 calcul thermique de paroi:

La chaleur set un forme d'énergie, son flux est toujours dirige des températures les plus élevées vers les températures les plus basses.

Des éléments tels que plancher, paroi, dalles, toit, fenêtre, porte opposant une certaine résistance aux échanges thermique le flux de chaleur qui traverse un élément est définie par le coefficient de transmission thermique k

I.7.1 calcul de coefficient de transmission thermique d'une paroi k :

Il est représenté ci-contre paroi composées d'une seule couche :

Son coefficient de transmission thermique k est calculé comme suit :

$$K=1/R_1+R_2+R_3$$

En pratique, une paroi (un mm) et généralement constitue de plusieurs couches de matériaux d'épaisseurs et de conductivité thermique différents

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

$$K=1/R_{tot}$$

Talque :

$$R_t = R1+\sum R+R_e$$

Donc : $K=1/Ri+\sum R+R_e$

$$Ri=1/hi \qquad R_e=1/h_e \qquad \text{et } R=e/\lambda$$

I.7 calcul le coefficient de transmission k :

- **Mur extérieur :**

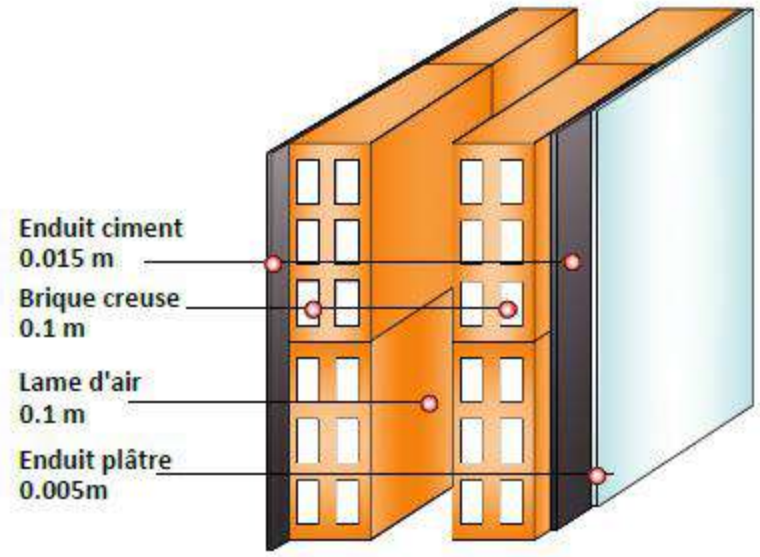


Figure I.5 : Mur extérieur

Tableau I.5: Résistance des différentes couches de la paroi extérieur

Les couches	Désignation	e (m)	ʎ (w/m. c°)	R	R =e/ʎ(m^2.c°/w)
1	Enduit ciment	0.015	1.4	0.014	0.616
2	Brique creuse	0.1	0.48	0.011	
3	Lame d'air	0.1	0.625	0.21	
4	Brique creuse	0.1	0.48	0.16	
5	Enduit ciment	0.015	1.4	0.21	
6	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.011	

Le coefficient de transmission thermique k pour :

Hiver :

R_i=0.11m^2 c°/w R_e=0.06m^2.c°/w

A.N

K=1/0.11+0.616+0.06

K_{hiver}=1.3w/m^2.c°

- **Mur intérieur (entre locaux) :**

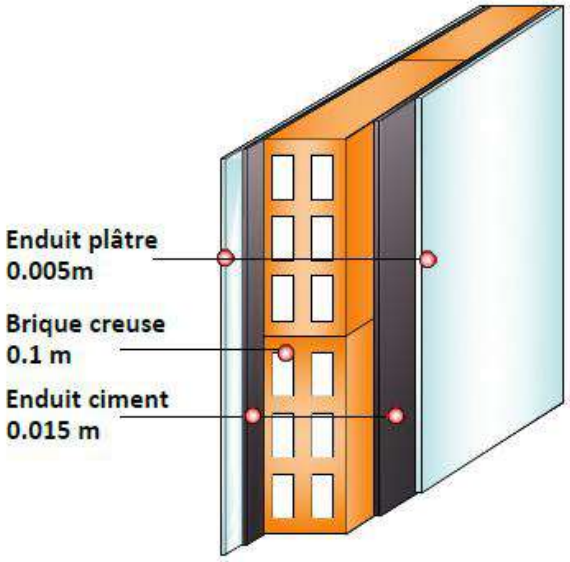


Figure I.6 : Mur intérieur (entre locaux)

Tableau I.6 : Résistance des différentes couches du mur intérieur.

Les couches	Désignation	*e (m)*	*ʎ (w/m^2 c°)*	*R*	*∑R (m^2 c°/w)*
1	Enduit plâtre	*0.005*	*0.35*	*0.014*	
2	Enduit ciment	*0.015*	*1.4*	*0.011*	
3	Brique Creus	*0.1*	*0.48*	*0.21*	*0.0260*
4	Enduit ciment	0.015	1.4	0.011	
5	*Enduit plâtre*	*0.005*	*0.35*	*0.014*	

Le coefficient de transmission thermique k pour :

Hiver :

Ri= 0.11 m^2 .c°/w R e=0.11m^2.c°/w

A.N K=1/0.11+0.260+0.11

K=2.08w/m^2.c°

- **Mur intérieur (contact avec circulation) :**

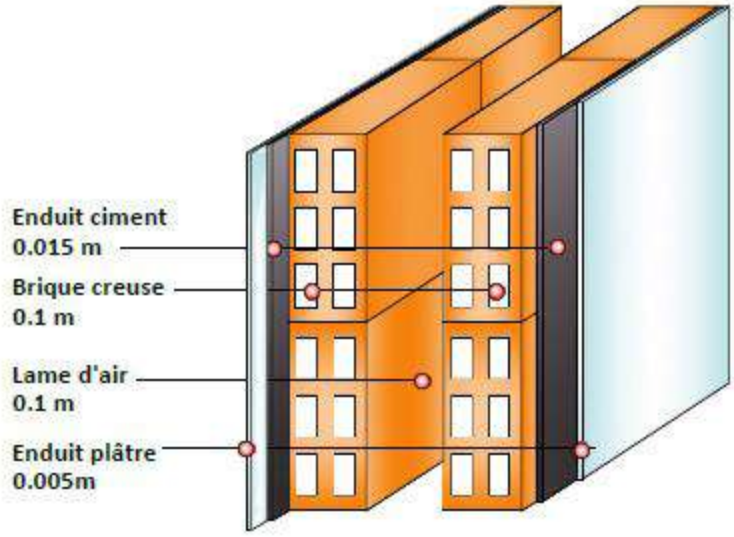


Figure I.8 : Mur intérieur (contact avec circulation)

Tableau I.7: Résistance des différentes couches du mur intérieur (contact avec circulation**)**

Les couches	Désignation	e(m)	ʎ (w/m^2.c°)	R *(m^2 c°/w)*	R=e/ʎ(m^2.c°/w)
1	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	0.360
2	Enduit ciment	0.015	1.4	0.011	
3	Brique creuse	0.1	0.21	0.21	
4	Lame d'air	0.1	0.16	0.16	
5	Brique creuse	0.1	0.21	0.21	
6	Enduit ciment	0.015	0.011	0.011	
7	Enduit plâtre	0.005	0.014	0.014	

Hiver :

Ri=0.11m^2 c°/w R e=0.11m^2 c°/w

A.N :

K=1/0.11+0630+0.11

A.N :

K=1.18w/m^2 c°

- **Plancher entre étage :**

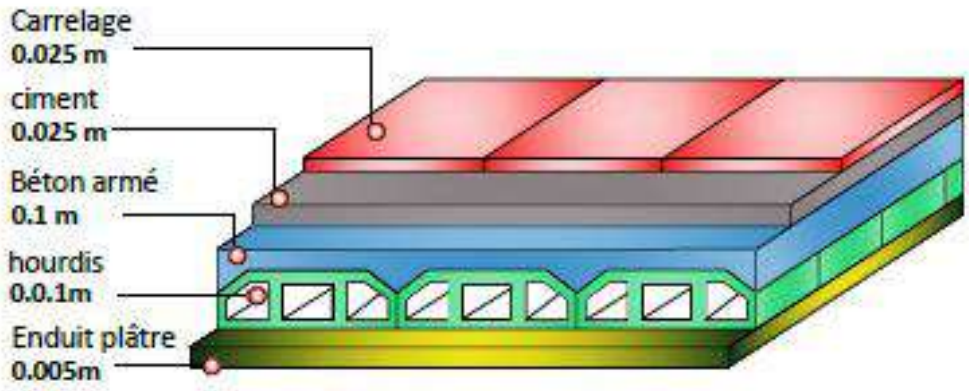


Figure I.9 : Plancher entre étage

Tableau I.8: Resistance couches du plancher entre étage

Les couches	Désignation	e(m)	ʎ (w/m^2 .c°)	R (m^2 c°/w)	∑R (m^2 c°/w)
1	Carrelage	0.025	0.55	0.045	0.236
2	Ciment	0.025	1.4	0.018	
3	Béton armé	0.1	1.75	0.057	
4	Hourdis	0.1	0.98	0.102	
5	Enduit plâtre	0.005	0.35	0.014	

Le coefficient de transmission thermique k pour :

Hiver :

Ri=0.17m^2 c°/w R e=0.17m^2 c°/w

K=1/0.17+0.236+0.17

K=1.4w/m^2 c°

- **Plancher sur sol** :

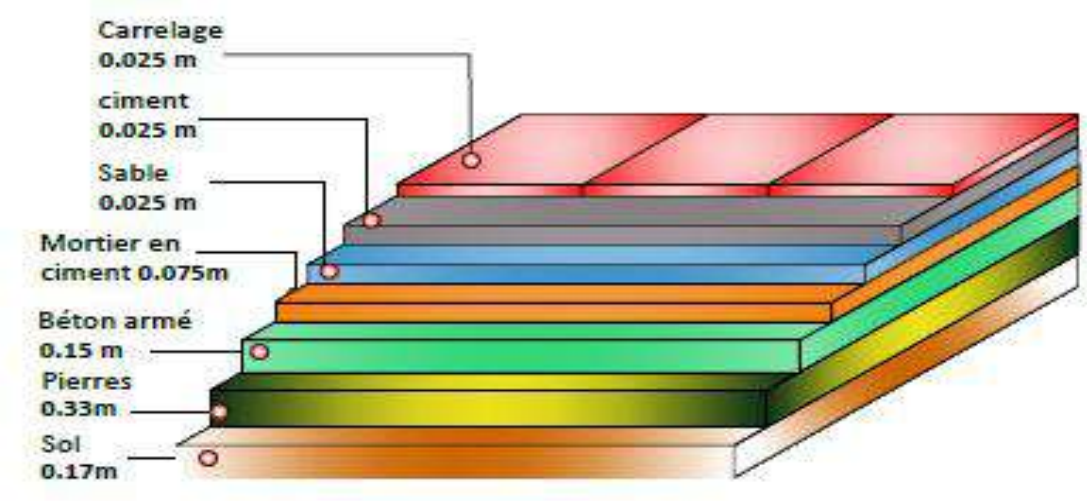


Figure I.10 : Plancher sur sol

Tableau I.9 : Résistance des déférentes couches du plancher sur sol

Les couches	Désignation	e(m)	ʎ (w/m^2 c°)	R (m^2 c°/w)	∑R (m^2 c°/w)
1	Carrelage	0.025	0.55	0.045	
2	Ciment	0.025	1.4	0.018	
3	Sable	0.025	0.67	0.037	
4	Mortier en ciment	0.75	1.4	0.053	0.429
5	Béton arme	0.15	1.75	0.086	
6	Pierres	0.33	2.67	0.12	
7	Sol	0.17	2.43	0.07	

Le coefficient de transmission thermique k pour :

Hiver :

Ri=0.17 m^2 c°/w R e=0.17m^2 c°/w

A.N :

K=1/0.17+0.429+0.17

K=1.3w/m^2 c°

- **Toiture :**

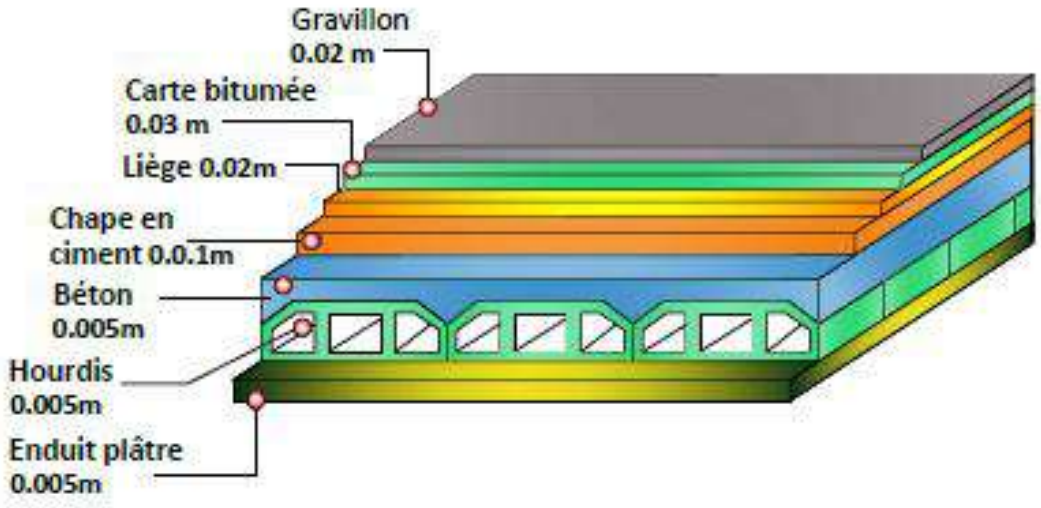


Figure I.11 : Toiture

Tableau I.10 : Résistance des différentes couches de la toiture.

Les couches	Désignation	e (m)	ʎ (w/m^2 c°)	R (m^2 c°/w)
1	Gravillon	0.02	0.95	0.021
2	Carte bitumée	0.03	0.2	0.15
3	Liège	0.02	0.06	0.33
4	Chape en ciment	0.01	1.63	0.006
5	Béton	0.2	1.75	0.11
6	Hourdis	0.1	0.98	0.10
7	Enduit plâtre	0.02	0.35	0.057
				∑R=0.774

Le coefficient de transmission thermique k pour :

Hiver :

R_i=0.17m^2 c°/w R_e=0.05m^2 c°/w

K=1/0.17+0.774+0.05

K=1w/m^2 c°

- **Portes et fenêtres :**

Tableau I.11 : valeur de coefficient k pour les fenêtres et les portes. (Annexe tableau A.2)

Désignation		K (w/m^2 c°)
Portes	*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

I .7.2 Etude de la stabilité thermique :

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

I.7.3 la résistance minimale R_{min} :

La résistance thermique d'une paroi expose à l'extérieur doit -être supérieur a une certaine valeur appelée résistance minimale R min, qui assure une bonne isolation thermique de la paroi est limitant les échange de la chaleur entre l'intérieur et l'extérieur et un confort aux occupants en limitant l'échange par rayonnement entre les occupants et la surface intérieurs des parois exposes à l'extérieur, elle est calcules par la formule suivant :

$$R_{min}=\eta\,(T_i-T_e)\,/h_i\,\Delta\,\theta_{max}$$

Avec :

T_i : la température de l'air intérieur **(c°).**

T_e : la température extérieur **(c°).**

h_i : coefficient superficiel de la chaleur **(m^2.c°/w).**

η: Coefficient donne en fonction de la position de l'élément de construction.

η **:1.0** pour mur extérieur.

ɳ :0.9 pour terrasse et plancher sur sol

ɳ :0.75 pour les plancher sur vide sanitaire ventile.

ɳ :0.6 pour plancher sur vide sanitaire ventile.

Δ θ max=la différence de température maximale entre l'air intérieur et la surface des parois **(c)°**

Δ θ max : 5c° *pour les murs extérieurs.*

Δ θ max : 4.5c°pour les terrasses.

On doit vérifier

R paroi> R min avec **R paroi=1/k (m².c°/w).**

I.7.4 application au projet :

Mur extérieur :

T_i=21c° Te=0c° hi =9.09 ɳ=1 Δ θ max=5c°.

R_{min}=1(21-0)/9.09.5 → R_{min}=0.46m².c°/w

K=1.3w/m² c° R_{paroi}=1/k →R_{paroi}=0.769m².c°/w

R_{min}<R_{paroi} donc la structure est bonne

Le tableau suivant montre la vérification de la condition R_{paroi}> R_{min} pour chaque type de paroi

Extérieur de la construction.

Tableau I.12: vérification de la condition (R_{paroi} > R_{min}) pour chaque type de paroi extérieur de la construction

Paroi	T_i(c°)	T_e(c°)	ΔT (c °)	K (w/m² c°)	Δ θ' (c °)	ɳ	R_{paroi}	R_{min}	R_{paroi} >R_{min}
Mur extérieur	21	0	21	1.3	5	1	0.77	0.46	Vérifiée
Toiture	21	0	21	1	4.5	0.9	1	0.68	Vérifiée
Plancher sur sol	21	0	21	1.3	4.5	0.9	0.77	0.24	Vérifiée

On a trouve que la résistance minimale des parois de projet est vérifiée donc la construction est bonne :

I.7.5 étude 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 de construction.

L'humidité qui apparait parfois dans la surface a 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 fit perdre leur caractéristique d'isolation thermique.

L'étude se ces phénomènes est complexe .nous nous limiterons ici a une analyse qualitative et en nous intéressant uniquement au régime permanant, c'est à-dire que nous supposons que les états ambiances (température et degré hygrométrique de l'aire) l'intérieur et extérieur ne varient pas.

I.7.5.1 la condensation superficielle :

En hiver les faces intérieurs des donnant sur l'extérieur sont à une température θ_i inferieur à la température T_i de l'ambiance intérieur :

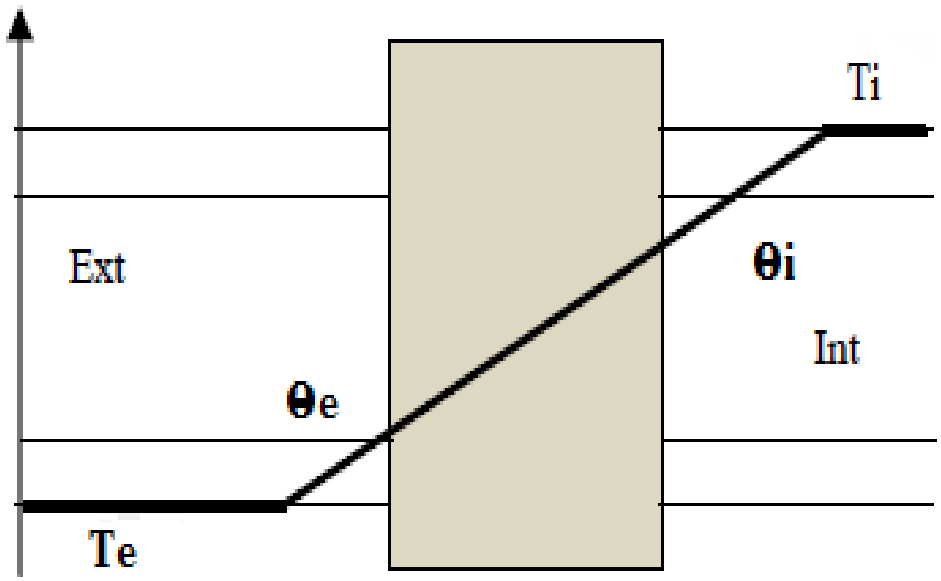


Figure I.12 Différents températures de la condensation superficielle

θ_i est donne par la relation suivent :

$\theta_i = T_i - 1/h_i (T_i - T_e) k s$ (C°)

OU :

T_i=la température intérieur du local (C°)

h_i : le coefficient d'échange superficiel de la surface intérieur (m^2.c°/w)

T_e : la température extérieur (c°)

K : le coefficient de transmission surfacique de la paroi si la température superficielle est inférieur au point de rose de l'ambiance intérieur $(\theta_i < T_r)$

I.7.5.2 Application au projet :

Contact avec l'extérieur :

On a :

T_i=21c° et T_e=0c°

Ø=50% →T_r=10.19C° **annexe tableau B.8.**

θ_i=18C°>T_r=10.19C°

On a trouvé que la température superficielle intérieur et supérieur a la température de rosée ce qui signifie qu'il y a pas de condensation superficielle.

I.7.5.3 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 bases sur l'étude de variation de la pression de saturation comparée à la pression partielle de la vapeur d'eau a travers la paroi.

I.7.5.4 détermination du risque de condensation dans une paroi [diagramme de Glaser] :

Cette détermination set 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 trace du diagramme de Glacer

Le diagramme de l'air humide nous a montré que pour une ambiance donne (température et humidifié) il y aura condensations 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 inferieur a la pression de saturation .c'est cette dernière notion qui est utilisé pour évaluer les risque de condensation dans la masse des parois.

I.7.5.5 application au projet :

Contact avec extérieur :

$T_j = T_J - 1 - K(e_j / \lambda_j . (T_i - T_e)$ (C°)

Donc :

$T_1 = 18 - 1.3(0.005/0.35).(21-0) \rightarrow T_1 = 17.61$ (C °)

$T_1 = 17.61 - 1.3(0.015/14).21-0) \rightarrow T_1 = 17.32$ (C °)

$T1 = 17.32 - 1.3(0.015/14).(21-0) \rightarrow T_1 = 11.63$ (C°)

$T_1 = 11.63 - 1.3(0.1/0.625).(21-0) \rightarrow T_1 = 7.26$ (C °)

$T_1 = 7.26 - 1.3(0.1/0.48).(21-0) \rightarrow T_1 = 1.57$ (C°)

$T_1 = 1.57 - 1.3(0.015/14).(21-0) \rightarrow T_1 = 1.52$ (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 I.13 : les pressions partielles au niveau des interfaces.

T (C°)	21	17.61	17.32	11.63	7.26	1.57	1.52	0
Ps (k p a)	2.486	2.01	1.98	1.37	1.03	0.684	0.682	0.61

Détermination des pressions partielles :

$\varphi = p_v / p_s \rightarrow p_v = \varphi \times p_s$ (K p a)

$P_{Vi} = \varphi \times p_{si}$ $\varphi = 50\%$ $p_{vi} = 0.5 \times 2 = 1$ (k p a)

$P_{Ve} = \varphi \times p_{se}$ $\varphi = 75\%$ $p_{Ve} = 0.75 \times 0.682 = 0.51$ (K p a)

Tableau I.14 : résistance de chaque couche de la paroi extérieur.

Les couches	e (m)	λ (w/m^2.c°)	R (m^2 C° /W)	$\sum$R (m^2 C° /w)
1	0.005	0.35	0.014	0.016
2	0.015	1.4	0.011	
3	0.1	0.48	0.21	
4	0.1	0.625	0.16	
5	0.1	0.48	0.21	
6	0.015	1.4	0.011	

On a :

$P_{vn} = p_{ve} + (e_n/\pi_n) \times (p_{ve} - p_{vi}/\sum e_n/\pi_n)$ k p a

$P_{ve} - p_{vi}/\sum e_n/\pi_n = 1 - 0.51/1.46 = 0.34$

$Pv_1 = p\,v_e + (e_1/\pi_1).0.34 = 0.53$ k p a

$Pv_2 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e_2/\pi_2).0.34 = 0.66$ k p a

$Pv_3 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e/\pi + e/\pi).0.34 = 0.98$ k p a

$Pv_4 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e_2/\pi_2 + e_3/\pi_3 + e_4/\pi_4).0.34 = 1.02$ k p a

$Pv_5 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e_2/\pi_2 + e_3/\pi_3 + e_4/\pi_4 + e_5/\pi_5).0.34 = 1.34$ k p a

$Pv_5 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e_2/\pi_2 + e_3/\pi_3 + e4/\pi_4 + e_5/\pi_5).0.34 = 1.34$ k p a

$Pv_6 = p\,v_e + (e_1/\pi_1 + e_2/\pi_2 + e_3/\pi_3 + e_4/\pi_4 + e_5/\pi_5 + e_6/\pi_6).0.34 = 1.46$ k p a

e(m)	0.005	0.015	0.1	0.1	0.1	0.015
P s (k p a)	2.01	1.98	1.37	1.03	0.684	0.682
P v (k p a)	1.46	1.34	1.02	0.98	0.66	0.53

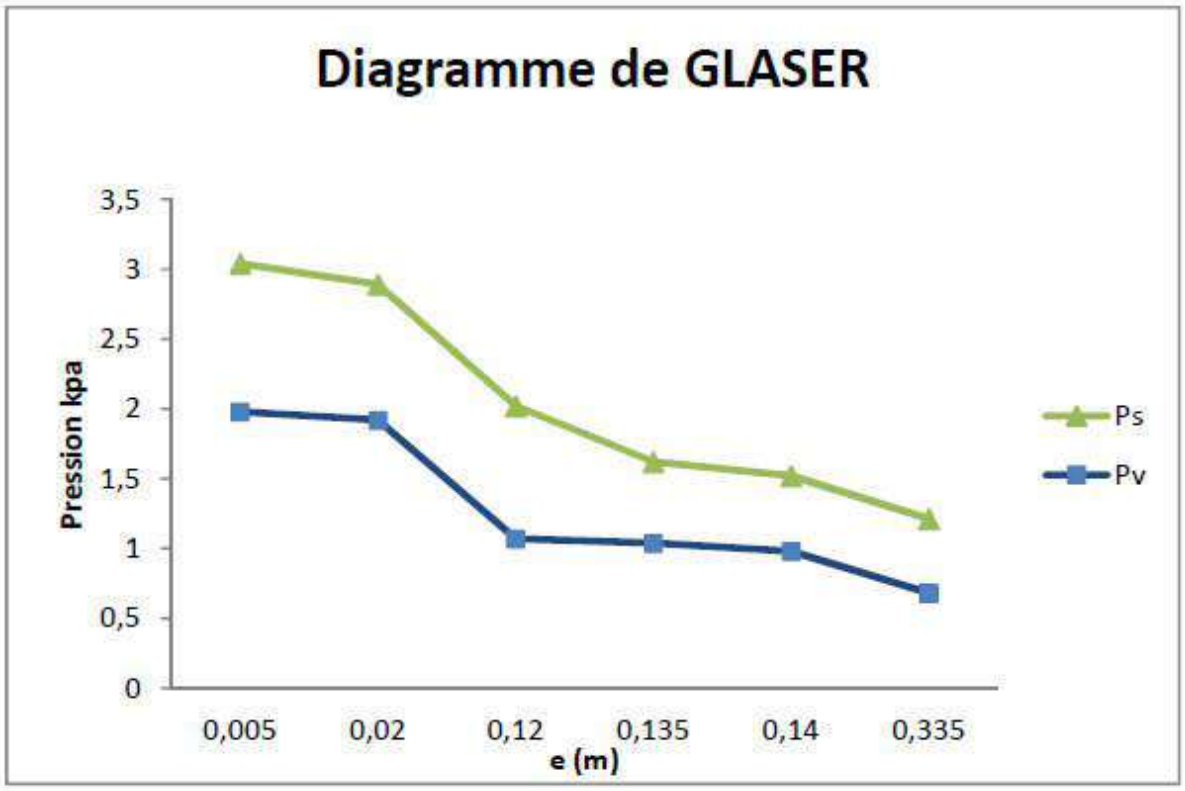


Figure I.13 : Diagramme de GLASER (mur extérieur)

D’après le diagramme **I.12** on constat 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 la masse dans le mur extérieur.

Chapitre II : Bilan thermique

Bilan thermique

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 déperditions thermiques pour un local.

On en distingue trois factures :

- ✓ **Facture géométrique** : tel que les dimensions du local (surfacique, volume)
- ✓ **Facteur géographique** : tel que la latitude, l'orientation du local et l'altitude
- ✓ **Facture thermique** : due aux occupants leur nombre, activité et due de l'occupation

II.1 Méthode de calcul du bilan thermique hivernale :

On établit un calcul qui nous permet de détermine la puissance calorifique à mettre en œuvre pour maintenir la température stable pour cela on a choisi le document technique réglementaire **(DTR)** qui ou permettra d'effectuer les calculs suivent les normes et avec une grande précision

II.2 Présentation du document technique règlement(DTR) :

II.2.1objet de DTR :

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

Pour l'hiver :

- ✓ Détermination des déperditions des bâtiments
- ✓ Vérification la conformité à la **DTR** des bâtiments

II.2.2 Déperdition par transmission :

La distingue deux type de déperdition thermique :

- ✓ La déperdition par transmission à travers l'enveloppe d'immeuble (murs, portes, toit, fenêtre……)

Les déperditions par renouvellement d'air (fuite d'air)

II.2.2.1 Calcul des déperditions de base par transmission :

Pour les calculs de ces déperditions nous avons la formule suivante :

$$D_T = D_S + D_{LI} + D_{SOL} + D_{INC}$$

Sachons que :

DT : déperditions par transmission

D s : déperdition surfacique à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur

D li: déperdition à travers les liaisons

D sol : déperdition a traves les parois en contact avec le sol

D $_{inc}$: déperdition à travers les parois en contact avec les locaux non chauffées.

II.2.2.2 Les déperdition 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 :

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

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

K : coefficient global de transmission de la chaleur (w/m^2 c°)

T_e : température extérieur

T_i : température intérieur

II.2.2.3 Les déperditions à travers les ponts thermiques D li :

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

$D_{li} = k_i \times A \times (T_i - T_e)$

Pour simplifier les calculs on prend :

$D_{li} = 0.2 \times D_s$

II.2.2.4 Les déperditions par transmission à travers les parois en contact le sol D sol:

Dans ce type de déperditions on distingue trois types de parois, les plancher bas enterres, les murs enterrent et les planchers hauts enterrent .pour ce qui concerne l'immeuble étudie, on trouve deux parmi les trois types de parois, le plancher bas et mur enterre.

Les déperditions **D_{sol}** pour un plancher bas ou un mur enterrent, sont donnée par la formule suivant

$D_{sol} = k_s \times A \times (T_i - T_S)$

II.2.2.5 Les déperditions à travers les parois en contact avec des locaux non chauffent D_{inc} :

Les déperditions à travers les parois en contact avec un local non chauffe ou des locaux non chauffe D sont données par la formule suivante :

$D_{Inc} = T_{au} \times [\sum (k \times A \times \Delta T) + 0.2 \sum (k_i \times L \times \Delta T)]$

On constate que ces déperdition sont pondérées par un coefficient **T_{au}**, dit (coefficient de réduction de température) la valeur de T_{au} est comprise entre 0et 1, ce dernier est donne par la formule suivante :

$T_{au} = t_i - t_n / t_i - t_e = d_e / d_e - a\ c$

Avec :

t_I: température intérieur **(c°)**

t_n: température de l'espace non chauffe **(c°)**

t_e:température extérieur**(c °)**

a c : apports de chaleur des divers locaux chauffe vers le local non chauffée **(w/ c°)**

Annexe tableau B1.a, Annexe tableau B1.b

d_e : déperdition du local non chauffe vers l'extérieur **(w/c°)**

Calcul des déperditions non chauffées :

$$T_n = t_i - [t_i - t_e)\ (d_e / d_e - a\ c)]$$

II.2.3 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 déperdition le débit spécifique de ventilation.

Des déperditions supplémentaires par infiltration dues à l'effet de vent

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

$$D_r = 0.34 \times (Q_v + Q_{s)} \times \Delta T$$

0.34 : la chaleur volumique d'air.

Q v : le débit volumique de chauffage

$$Q_v = MAX\ [(0.6 \times v_h)\ ;\ Q_{V\ réf]}$$

V : volume habitable.

Q_v : le débit extrait de référence

$$Q_{v\ réf} = (5Q_{v\ min} + Q_{v\ max}) / 6$$

Q_s : le débit supplémentaire par infiltration dans un ventilateur.

$$Q_s = \sum p_p \times e\ v$$

$$\sum p_p = p_0 \times A$$

e v : coefficient d'exposition au vent effectue à la parois**, Annexe tableau B.2**

P_p: infiltration due à l'air de la paroi.

P_0 : infiltration surfacique a l'air de l'ouvrant .**Annexe tableau B.3**

$Q_{v\ min}$: **Annexe tableau B.4**

$Q_{v\ max}$: **Annexe tableau B.5**

C. vérification :

$$D_t \leq 1.05 D_{ref}$$

$D_{réf}$: déperdition de référence.

D_t : déperdition par transmission.

$$D_{réf} = a\ S_1 + b\ S_2 + c\ S_3 + d\ S_4 + E S_5$$

Les si représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur .elle concernent

Respectivement

S_1 : la toiture

S_2 : le plancher

S_3: les murs

S_4 : les ports

S_5: les fenêtres

Tableau II .1 : a, b, c, d, e .Annexe tableau B .6

	Immeuble collectif				
zone	***A***	***B***	***C***	***D***	***E***
B'	***0.9***	***2.40***	***1.20***	***3.50***	***4.50***

II.3 Calcul du bilan hivernal :

II.3.1 Calcul des températures des locaux non chauffés:

$T_n = t_i - [(t_i - t_e)(d_e/d_e - a\ c)]$

Tableau II.3 : température des locaux non chauffées du RDC

RDC	
Local	(C°)
Circulation commune	16.8
Sanitaire	7.5

Tableau II.4 : température des locaux non chauffées de l'E01.

E01	
Local	(C°)
Circulation commune	14.5
Sanitaire	11.55

II.3.2 Exemple de calcul d'un local :

On prend par exemple le local (**salle ordinaire 01**) de **221.265 m^3**, il se trouve dans l'un des angles de r e z-de –chaussée.

Les caractéristiques du local sont les suivantes :

Une paroi extérieure (mur double cloison) est de **7.45m × 3 m** avec (k =1.3 w/m^2.c°)

Une paroi extérieur (mur double cloison) et de **9.9m×3m** avec (k=1.3 w/m^2.c°) **comporte 6 fenêtre 5.04 m^2** (k=5w/m^2 c°).

La paroi intérieur (en contact avec l'espace non chauffée est de 9.9m×3m **(k=2.08w/m^2 c°)** comporte **2 porte 3.96m^2** (k =4w/m^2 c°) et 4 fenêtre 3.36 m^2 **(k=5w/m^2 c°).**

La paroi intérieure en contact avec l'espace chauffée et de **7.45m ×3m**(k =2.08w/m^2 c°)

T$_e$= 0 c° **T$_S$**= 10 c° (d'après les conditions de base de la région).

T$_i$=21c° (la température désirée).

T $_n$=18.9c (d'après les calculs).

Les déperditions de base sont données par la formule suivante :

$$D_T = D_S + D_{li} + D_{sol} + D_{Inc.}$$

Les déperditions surfaciques par transmission à travers les parois D $_s$:

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

$$D_S = k \times A \times (T_i - T_e)$$

-MDC : D $_S$=1.3×22.35 ×(21-0)=610.155w

-MDC : D $_S$=1.3×24.66 ×(21-0)=673.218w

-MSC : D $_S$=2.08×22.38 ×(21-18.9)=97.7558w

-MSC : D$_S$=2.08×22.35 ×(21-21)=0w

- portes :

En Bois : D$_P$=4×1.98 ×(21-3)=142.56w

Fenêtre extérieur : D $_f$=5× 0.84 ×(21-0)=88.2w

Fenêtre intérieur : D $_f$=5×0.84 ×(18-0)=75.6w

- **Déperdition à travers les parois en contact avec le sol D $_{sol}$:**

D $_{sol}$=1.3×62.60 ×(21-10)=895.18w

D $_{s.\,total}$ =∑D$_m$+∑D $_p$+D $_f$+D $_s$

D $_{s\,.total}$=2582.6688w

- **Déperdition à travers les liaisons D_{li} :**

$$D_{li}=D_{S.total}\times 0.2$$

$$D_{li}=2582.6688\times 0.2=516.533768w$$

$$D_{li}=516.533768w$$

- **Déperdition par renouvellement d'air D_r :**

$$D_r=0.34\times(Q_V+Q_S)\times\Delta T$$

$$Q_v=0.6\times V_h$$

$$Q_V=0.6\times 221.265=132.759m^3/h$$

$$Q_s=\sum p_p\times e\ v$$

$$Q_S=(1.98\times 2\times 1.2+0.84\times 6\times 4)\times 1.47=57.57696m^3/h$$

$$D_r=0.34\times(221.265+57.5796)\times 21=1990.95044w$$

$$D_{total}=5090.15301w$$

II .3.3 Résultats des calculs du bilan thermique hivernal 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 Portes m^2		Surface total des Fenêtres (m^2)	ΔT1 (C°)	ΔT2 (C°)	ΔT3 (°C)	DT (W)	Dl (W)	Dr (W)	D_{total} (W)
					extérieur	intérieur								
R1	20,88	13,02	12,5		1,98		2,52	21	4	11	1510,13	302,03	291,39	2103,55
R2	9,63	8,46	9,8		1,98		0,84	21	4	11	614,81	122,96	186,15	923,92
R3	9,96	6,48	9,8		1,98		1,68	21	4	11	664,78	132,96	221,42	1019,16
R4	23,43	1,62	17		1,98		2,52	21	4	11	1153,18	230,64	349,22	1733,03
R5	11,52		17,8		1,98		1,68	21	4	11	710,46	142,09	324,24	1176,78
R6	15,72		7,55		1,98		0	21	4	11	562,10	112,42	121,97	796,49
R7	6,75		16,35		1,98		1,68	21	4	11	928,02	185,60	305,60	1419,22
R8	30,84	29,43	55,6		3,96		3,36	21	4	11	2124,91	424,98	905,51	3455,40
R9	23,07		23,2		1,98		1,68	21	4	11	1215,88	243,18	393,64	1852,69
R10	57	41,55	149,1		8,8		4,2	21	4	11	4290,08	858,02	2203,40	7351,50
R11	5,52		9,1		1,98		1,68	21	4	11	478,10	95,62	212,42	786,14
R12	45,99		32,1		1,98		3,36	21	4	11	1929,33	385,87	578,55	2893,74
R13	45,99		32,1		1,98		3,36	21	4	11	1929,33	385,87	578,55	2893,74
R14	66,45		62,6		3,96		8,4	21	4	11	3006,89	601,38	1207,07	4815,33
R15	46,41		62,6		3,96		8,4	21	4	11	3006,89	601,38	1207,07	4815,33
R16	10,98		28,9		1,98		4,2	21	4	11	1114,01	222,80	572,69	1909,51
R17	21,91		61,9		3,96		8,4	21	4	11	2273,32	454,66	1198,07	3926,05
R18	21,9		61,9		3,96		8,4	21	4	11	2273,32	454,66	1198,07	3926,05
R19	21,91		61,9		3,96		8,4	21	4	11	2273,32	454,66	1198,07	3926,05
R20	21,9		61,9		3,96		8,4	21	4	11	2273,32	454,66	1198,07	3926,05
R21	10,98	13,5	30,9		1,98		4,2	21	4	11	1080,22	216,04	598,39	1894,66
R22	10,98	9,84	30,9		1,98		4,2	21	4	11	1080,22	216,04	598,39	1894,66
R23	21,96	19,68	61,9		3,96		8,4	21	4	11	2161,54	432,31	1198,07	3791,92

R24	21,96	19,68	61,9		3,96		8,4	21	4	11	2161,54	432,31	1198,07	3791,92
R25	21,96	19,68	61,9		3,96		8,4	21	4	11	2437,05	487,41	1198,07	4122,53
R26	21,96	22,05	61,9		3,96		8,4	21	4	11	3352,52	670,50	1198,07	5221,10
R27	21,96		61,9		3,96		8,4	21	4	11	4092,99	818,60	1198,07	6109,66
R28	4,26	10,47	6,5		1,98		0,84	21	4	11	403,73	80,75	143,74	628,22
R29	5,52		9,1		1,98		1,68	21	4	11	478,10	95,62	212,42	786,14
R30	7,6	7,6	44,3		9,1		0	21	4	11	1850,70	370,14	683,96	2904,79
R31	10,98		28,9		1,98		4,2	21	4	11	1114,01	222,80	572,69	1909,51
R32	567,4		924	924	4,4		81,2	21	4	11	51551,2	10310,24	15339,7	77201,17

II .3.4 Résultats des calculs du bilan thermique hivernal 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)	D_{total} (W)
					extérieur	intérieur								
E1-1	31,59	19,17	31,1	31,1	1,98		3,36	21	6,3	0	2282,80	456,56	565,70	3305,06
E1-2	30,75	6,81	31,1	31,1	1,98		4,2	21	6,3	0	2261,83	452,37	600,96	3315,16
E1-3	12,72		19	19	1,98		1,68	21	6,3	0	1115,52	223,10	339,66	1678,28
E1-4	22,56		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3279,20	655,84	1253,76	5188,80
E1-5	9,06	4,62	12,55	12,55	1,98		0,84	21	6,3	0	772,70	154,54	232,79	1160,03
E1-6	9,06	11,7	14	14	1,98		1,68	21	6,3	0	1086,60	217,32	287,99	1591,92
E1-7	32,94		61,9	61,9	3,96		3,36	21	6,3	0	3310,37	662,07	986,48	4958,93
E1-8		29,22	12,3	12,3	1,98		1,68	21	6,3	0	959,61	191,92	253,55	1405,08
E1-9	16,2	14,76	47,2	47,2	3,96		4,2	21	6,3	0	4210,62	842,12	832,82	5885,56
E1-10	70,44	51,84	163	163	8,8		11,76	21	6,3	0	8905,68	1781,14	2699,43	13386,25
E1-11	22,35		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	1251,59	250,32	1198,07	2699,98

E1-12	23,46		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3311,63	662,33	1198,07	5172,04
E1-13	23,46		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3352,52	670,50	1198,07	5221,10
E1-14	23,46		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3311,63	662,33	1198,07	5172,04
E1-15	23,46		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3311,63	662,33	1198,07	5172,04
E1-16	23,46		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3311,63	662,33	1198,07	5172,04
E1-17	23,46	22,35	61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3311,63	662,33	1198,07	5172,04
E1-18	42,33	20,82	61,9	61,9	3,36		10,08	21	6,3	0	3918,66	783,73	1261,05	5963,45
E1-19	22,56	20,28	61,9	61,9	3,36		8,4	21	6,3	0	3468,66	693,73	1190,52	5352,90
E1-20	22,56	20,28	61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3468,66	693,73	1198,07	5360,46
E1-21	22,56	20,28	61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	3468,66	693,73	1198,07	5360,46
E1-22	45,21	22,65	61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	2720,59	544,12	1198,07	4462,78
E1-23	44,01		61,9	61,9	3,96		8,4	21	6,3	0	4027,27	805,45	1198,07	6030,80

Tableau II.9 : Déperditions thermiques total.

Nivaux	**$D_{t}(w)$**
RDC	95623.74
Salle de sport couverte	77201.17
1^{ere}Etage	108187.17
$\sum D_{total}(w)$	281012,08

II.3.3 Vérification :

- **Exemple le local (salle ordinaire01) :**

$D_{réf} = (0.9\times S_1 + 2.4\times S_2 + 1.2\times S_3 + 3.5\times S_4 + 4.5\times S_5)\times \Delta T$

Dans notre cas, on n'a pas de toiture ; donc $S_1=0$

$\mathbf{S_2\times\Delta T}=62.60\times11=688.6\ m^{2^\circ}c$

$\mathbf{S_3\times\Delta T}= (22.35\times21) + (24.66\times21) + (22.38\times2.1)=1034.208\ m^2°c$

$\mathbf{S_4\times\Delta T}=1.98\times18=35.64\ m^2°c$

$\mathbf{S_5\times\Delta T}=0.84\times21+0.84\times18=32.76\ m^2°c$

$\mathbf{D_{réf}}=2.4\times688.6+1.2\times1034.208+3.5\times35.64+4.5\times32.76=3165.8496w$

D'où

$$\mathbf{1.05\times D_{réf}=3324.14208w}$$

Apres calcul on a :

$D_{s.\ total}=2582.6688w$

Donc : $2582.6688<3324.14208w$

Alors peut dire que la condition vérifie.

Chapitre III
Choix du système de chauffage et dimensionnement de réseau

III.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.

III.1.1 radiateur 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.

III.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.

III.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.

III.2 le Choix des radiateurs pour notre l'école :

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 (**III.1**) : radiateurs type : fonte à colonnes gamme horizontale à éléments

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

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

locaux	Ti (c°)	ΔT (c°)	déperdition (w)	Puissance de radiateur (w)	Nombre de radiateur	Model	Puissance nominale (w)
R01	21	59	2103,51	1111	2	C1B700411	2222
R02	21	59	923,92	1010	1	C1B700410	1010
R03	21	59	1019,16	1111	1	C1B700411	1111
R04	21	59	1733,03	1818	1	C1B700418	1818
R05	21	59	1176,78	1212	1	C1B700412	1212
R06	21	59	796,49	808	1	C1B700408	808
R07	21	59	1419,22	1515	1	C1B700415	1515
R08	21	59	3455,4	1818	2	C1B700418	3636
R09	21	59	1852,69	1818	1	C1B700418	1818
R10	21	59	7351,5	1919	4	C1B700419	7676
R11	21	59	786,14	808	1	C1B700408	808
R12	21	59	2893,74	1515	2	C1B700415	3030
R13	21	59	2893,74	1515	2	C1B700415	3030
R14	21	59	4815,33	1616	3	C1B700416	4848
R15	21	59	4815,33	1616	3	C1B700416	4848
R16	21	59	1909,51	1919	1	C1B700419	1919
R17	21	59	3926,05	2020	2	C1B700420	4040
R18	21	59	3926,05	2020	2	C1B700420	4040
R19	21	59	3926,05	2020	2	C1B700420	4040
R20	21	59	3926,05	2020	2	C1B700420	4040
R21	21	59	1894,66	1919	1	C1B700419	1919
R22	21	59	1894,66	1919	1	C1B700419	1919
R23	21	59	3791,92	1919	2	C1B700419	3838
R24	21	59	3791,92	1919	2	C1B700419	3838
R25	21	59	4122,53	1414	3	C1B700414	4242
R26	21	59	5221,1	1818	3	C1B700418	5454
R27	21	59	6109,66	1616	4	C1B700416	6464
R28	21	59	628,22	707	1	C1B700407	707
R29	21	59	786,14	808	1	C1B700408	808
R30	21	59	2904,79	1515	2	C1B700415	3030
R31	21	59	1909,51	1919	1	C1B700419	1919

Tableaux (III.2) : les puissances des radiateurs (1ere Etage)

locaux	T (C°)	ΔT (c°)	Déperdition (w)	Puissance de radiateur (w)	Nombre de radiateur	Model	Puissance nominale (w)
E01	21	59	3305,06	1717	2	C1B700417	3434
E02	21	59	3315,16	1717	2	C1B700417	3434
E03	21	59	1678,28	1717	1	C1B700417	1717
E04	21	59	5188,8	1818	3	C1B700418	5454
E05	21	59	1160,03	1212	1	C1B700412	1212
E06	21	59	1591,92	1616	1	C1B700416	1616
E07	21	59	4958,93	1717	3	C1B700417	5151
E08	21	59	1405,08	1414	1	C1B700414	1414
E09	21	59	5885,56	2020	3	C1B700420	6060
E10	21	59	13386,25	1919	8	C1B700419	15352
E11	21	59	2699,98	1414	2	C1B700414	2828
E12	21	59	5172,04	1818	3	C1B700418	5454
E13	21	59	5221,1	1818	3	C1B700418	5454
E14	21	59	5172,04	1818	3	C1B700418	5454
E15	21	59	5172,04	1818	3	C1B700418	5454
E16	21	59	5172,04	1818	3	C1B700418	5454
E17	21	59	5172,04	1818	3	C1B700418	5454
E18	21	59	5963,45	2020	3	C1B700420	6060
E20	21	59	5352,9	1818	3	C1B700418	5454
E21	21	59	5360,46	1818	3	C1B700418	5454
E22	21	59	5360,46	1818	3	C1B700418	5454
E23	21	59	4462,78	1515	3	C1B700415	4545

III.3 La 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.

Calcul de la chaudière à installer dans un logement et donne par la formule suivante :

$P_{chaudières}=1,1\sum p_{radiateur\ total}$ (III.1)

A.N

$P_{chaudières}=1,1.205434=225977.4w$

$P_{chaudières}=225977.4w=226kw$

Pour notre cas on choisir une chaudière qui alimentant les circuits d'après [6] le catalogue CHAPEE notre choix c'est porte la chaudière de type **c 226**

MODELE	ARIZONA EVALUATION C226
Puissance calorifique nominale(w)	226
Type générateur	Chauffage
Contenance en eau (L)	270
Température de fumer(C°)	175
Raccordement départ/retour (mm)	80/80
Diamètre de sorte de fumée (mm)	250(248ext)
Poids (kg)	520



Figure (III-2) : chaudière du groupe ARIZONA EVALUATION C226 [6]

III.4 Dimensionnement De La Chemine

III.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.

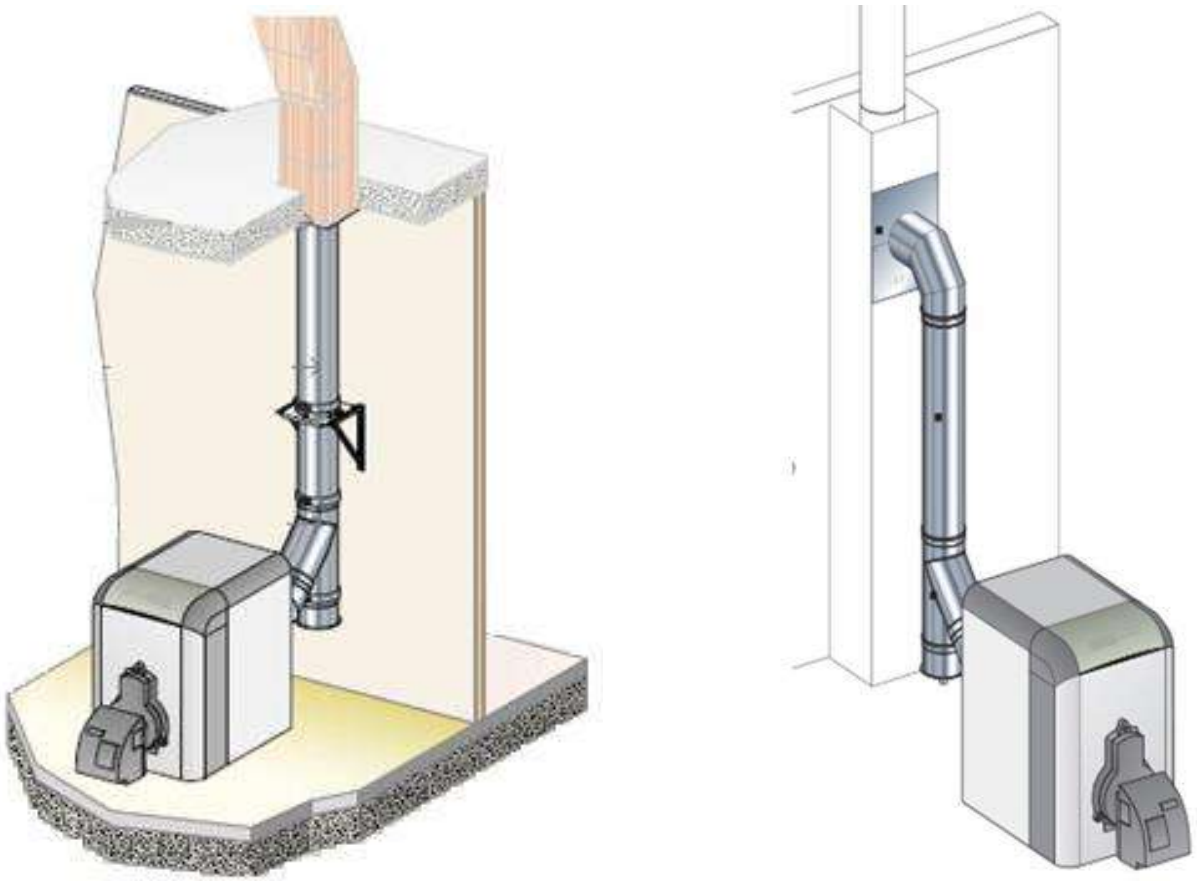


Figure (III-3) : la cheminé

III.4.2 Calcul de dimensionnement de la chemine

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

$H_{chemine}=h.(\rho_e-\rho_i)$ (III-2)

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

Il est donne par la formule suivent :

$h=h\,B+1$ (III-3)

- h_B : représente la hauteur du bâtiment (m)
- ρ_e : représente la masse volumique de l'air extérieur (kg/m3)
- ρ_i : représente la masse volumique des gaz combustion (kg/m3)

$S_{chemine}=P_{Chaudière}/[(10^{6}.(h/10)^{0.5}]$ (III-4)

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

III.4.3 application au projet

III.4.3.1 Le tirage de la cheminée sera calculé par la relation suivant :

$h_{cheminée}=h(\rho_e-\rho_i)$ (III.5)

h : représenter la hauteur de la cheminée (m)

Il est donne par la formule suivante :

$h=h_b+1$ (III.6)

h_b : représenter la hauteur de l'école(m)

P_e : représenter la masse volumique de l'air extérieur (kg/m)

P_i : représenter la masse volumique de l'air intérieur (kg/m)

$S_{cheminée}=p<_{chaudières}/[10^{6}.h/10)^{0.5})]$ (III.7)

h : représenter la hauteur de la cheminée (m)

$P_{chaudières}$: représenter la puissance de la chaudière (w)

III.4.3.2 application de projet :

On a la hauteur de notre l'école est 6m ce qui nous donne h cheminée =7m

On prend ρ_e= 1.293kg/m^3et ρ_i=0.927kg/m^3

h=7(1.293-0.927)=2.562mcE

Pour calcule de la section de la cheminée on emploi l'équation de HERODY :

On a h =2.562mcE et on à $P_{chaudière}$ =226KW

Donc S=0.49m^2

III.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.

III.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 :

$$S_{\text{Ouverture haute}} = S_{\text{cheminée}}/2 \quad \text{(III.8)}$$

$$S_{\text{ouvertures basse}} = S_{\text{cheminée}} + S_{\text{ouverture haute}} \quad \text{(III.9)}$$

A.N :

$S_{\text{ouvertures haute}} = 0.49/2 = 0.24m^2$

$S_{\text{ouvertures basse}} = 0.24+0.49 = 0.75m^2$

III.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 où 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.

III.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:

$$V_{total} = V_{tuy} + V_{rad} + V_{ch.} \quad \text{(III-10)}$$

V_{tuy} : Volume de la tuyauterie.

V_{rad} : Volume d'eau dans les radiateurs.

V_{ch} : Volume d'eau dans la chaudière.

III.5.2.2 Calcul de volume d'expansion

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

$$V_{exp} = V_{tot}\,(Cm - Cr) \quad \text{(III-11)}$$

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

$$T_{moye} = (\text{t départ chaudière} + \text{t retours})/2 \quad \text{(III-12)}$$

C_r : coefficient dilatation à la température de remplissage.

Calcul de volume total du réservoir (vase) :

$$V\ vase = V_{exp} / (1 - (P_1/P_2)) \quad \text{(III-13)}$$

Avec ;

P_1 ; Pression effective de soufflage correspondant à la hauteur statique + 1 bar.

P_2 ; 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 → C_r = 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 = 1974.4L.

Contenance en eau dans la chaudière = 1504 L.

Contenance en eau dans les radiateurs = 270 L.

- Contenance en eau total :

$V_{total} = V_{tuy} + V_{ch} + V_{rad}$

V_{tot} = 3748.4L

$T_{moy} = (t_{départ\ chaudière} + t_{retour})/2$

= (90+70)/2= 80°c → C_m=0 ,0288.

$V_{exp} = V_{tt} (C_m – C_r)$

V_{exp} =3748.4. (0,0004-0,0288)

V_{exp} =106.45L

V vase = V_{exp} / (1 – (P1/P2)

Avec :

P1 = 0.7+1 =1.7 bar.

P2 = 5+1 = 6 bar.

V_{vase}=148.53L.



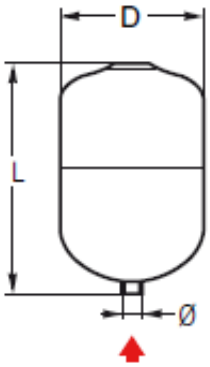


Figure (III-4) : vase d'expansion SALAMSON

III.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 :

$$P_{\text{Pompe de circulation}} = P_{\text{statique}} + \Delta P_{\text{réseau}} \quad \text{(III-14)}$$

- P_{statique} : représente la pression due à la colonne d'eau dans notre installation, elle se calcule à partir la hauteur statique Δ h de l'installation (m), elle est égale à **0.035 bar** pour notre installation.
- $\Delta P_{\text{réseau}}$: représente la perte de charge totale associée au tronçon le plus défavorable, dans notre cas $\Delta P_{\text{tronçon défavorable}}$ = 3500 Pa = **0.035bar**.

On prévoit une pompe de circulation dans le circuit d'aller, débit de **19.48 m3/h** avec un **hmt** égale **3.5 m c E**.

D'après **[6]** catalogue **SALMSON PRIUX MASTER/D** les caractéristiques de la pompe de circulation sélectionnées sont dans le tableau suivant.



Figure (III-5) : pompe de circulation **SALAMSON PBS125-220/4/4/18**

III.6 calcul des réseaux de tuyauteries :

Une fois le type de chauffage, il est nécessite de tracer le schéma de principe de tout l'installation avec l'emplacement de la chaudière, des corps de chauffe, des tuyauteries et des accessoire 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 loguer.

Il est nécessaires aussi de calcule les pertes de charges liée a cette installation comportes les pertes de charges linéaire est singuliers.

Les pertes de charge linéaire et les pertes de charges singulières :

La perte de charge linéaire est

Les pertes de charges linéaires dues aux frottements entre les parois du conduit : la valeur de la perte de charge linéaire est donnes par la formule suivant en :

$$\Delta PL = \lambda . L/D . \rho/2V^2 \qquad \text{(III-15)}$$

ʎ : représenter le coefficient de perte de charge linéaire

L : représenter le loguer de la conduite parcourue (m)

D : représenter le diamètre du conduit parcoure (m)

P : représenter la masse volumique de fluide considérée a la température (kg/m)

V : représenter la vitesse parcoure par le fluide (m/s)

Les pertes de charges singulières :

Les pertes de charges singulier sont dues accidents de parcours tel que les vannes, les conduit,…etc.

Les valeurs des pertes de charges singuliers et donnes par la formule suivante :

$$\Delta P\ s = \sum \xi\ \rho/2v^2 \qquad \text{(III-16)}$$

- P : représenter la masse volumique de fluide considéré a la température T (kg/m^3)
- ξ : représenter le coefficient de perte de charge singulier
- v : représenter la vitesse parcoure 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 charge

Pour faire un calcule précis des pertes de charge linéaire et singulières, on peut pour déterminer le circula ture, estimer rapidement la perte de charge de la boucle la plus défavorisée en considérant un J de15 mm CE/m

Application au projet :

Longueur de tuyauterie aller-retour chaudière –émetteur le plan élongé 117m

Estimation de la perte de charge totale de cette boucle la plus défavorisée :

ΔP=117m 117×2=234 15mmCE=3510mmCE=3.5mCE

Début =p $t_{otal\ de\ chaudière}$.1.6/20

19.48 m^3/h

Chapitre IV

Estimation

Le critère utilise pour procéder à une étude économique de projet d'une installation de chauffage, est celui de la valeur global actualisée des couts d'investissement et des couts d'exploitation durant la période d'amortissement de projet.

Les couts d'investissement et les couts annuels d'exploitation sont actualisé, puis additionnés pour produire un chiffre unique, Apple la valeur globale actualisée.

Il note que toutes les dépenses ont été évaluées

IV.1 étape de l'étude économique :

Pour bien définie les étapes de l'étude économique, les différents éléments constitutifs des couts d'investissement et des couts d'exploitation ainsi que les formulations, qui nous permettent de les estimer, sont précisées dans ce qui suit :

IV.1.1Investissement :

Il existe plusieurs façons défini un investissement le plus souvent, cette expression l'acquisition de moyen de production tell que les bâtiments ou les équipements, les dépense d'investissement peuvent être classées en trois catégories distinctes qui sont :

-les couts directs

-les couts indirects

-les imprévus

IV.1.1.1Couts directs :

Il s'agit des couts de fournitures de l'installation de tous les ouvrages nécessaire au système de chauffage de la structure

- **Cout d'équipement :**

Couts de pompe à chaleur et tous accessoires indispensable :

La détermination du cout des équipements se fait d'après des revendeurs spécialises

- **couts des tubes :**

La détermination des couts des tubes se fait sur la base :

-le prix des différents tubes utilise dans l'installation majorée de 1%pour tenir compte des éventuelles pertes lors des travaux de pose des tubes on obtient le cout des tubes de la manière suivante :

$C_{tube=}$ **(1.01) prix (1.03)** L [DA]

L : en (m) est la longueur de la tuyauterie.

IV.1.1.2couts indirects

Les couts indirects dont il est tenu compte dans la présente étude comprennent les éléments de couts suivants :

-Etude et ingénier :

Charge de maitre de l'ouvrage

Les couts de l'ensemble de ces éléments sont estimés **à10%**des couts directs.

IV.1.1.3 Imprévus :

Pris sur les travaux, ils ont pour objet de prendre en considération les frais exceptionnels

Relevant par exemple de retards imprévus pour cause

D'intempéries, de modification dans la construction ou encore des réévaluations des prix

-les imprévus constituent une marge d'erreur, nous permettent de ne pas sous-estimer le cout du projet.il sont évalués **à10%** des couts directs.

IV.1.1.4 Investissement : estimation des charges d'exploitation :

Les charges d'exploitation relatives au projet comprennent essentiellement :

-les frais d'énergie

-les frais du personnel

-les frais d'entretien

IV.2 Estimation du chiffre d'investissement :

L'investissement comprend l'ensemble des couts relatifs à la conception de l'installation aux équipements et leur transport, à leur installation et à la formation des personnels d'exploitation et de maintenance.

- ✓ **Les radiateurs en fonte :**

3 éléments (41056.75DA)…….374kw

10 élément (84459.60 DA)…….906kw

18 éléments (42229.80 DA)…….1200kw

- ✓ **La chaudière :** le cout spécifique de notre **ARIZONA Evaluation c226**est d'environ 556143.01DA

- ✓ **La pompe** :

Le cout spécifique de notre SALMSON PBS est d'environ **229.456 DA**

- ✓ **Vase d'expansion** :
  Pour la vase d'expansion type **SALAMSON** PRIOX Master /D de notre projet le cout spécifique de notre vase d'expansion est d'environ **30.894 DA**
- ✓ **Aérotherme** :
  Le cout spécifique des aérothermes de notre projet 6 Aérotherme de 5 KW d'environ **7846.53 DA×6=47079.18DA**
- ✓ **La tuyauterie :**
  Le cout spécifique des tuyauteries de notre projet est d'environ **198.865DA**

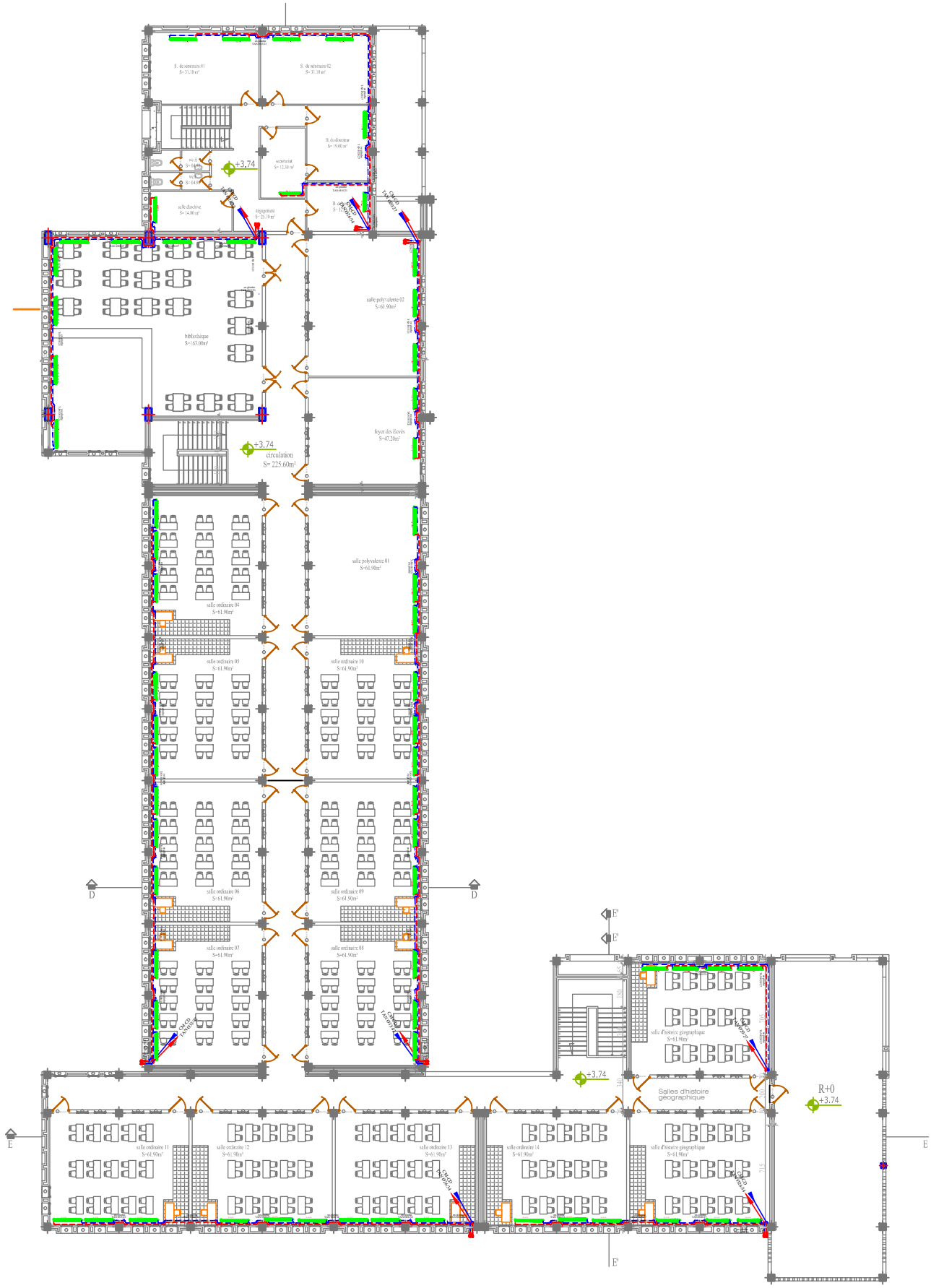
  En général et bien que le bilan économique soit propre à chaque installation, le cout complet annuel (incluant Investissement, les couts de fonctionnement st de maintenance) est supérieur à celui d'une installation conventionnelle.

Conclusion générale

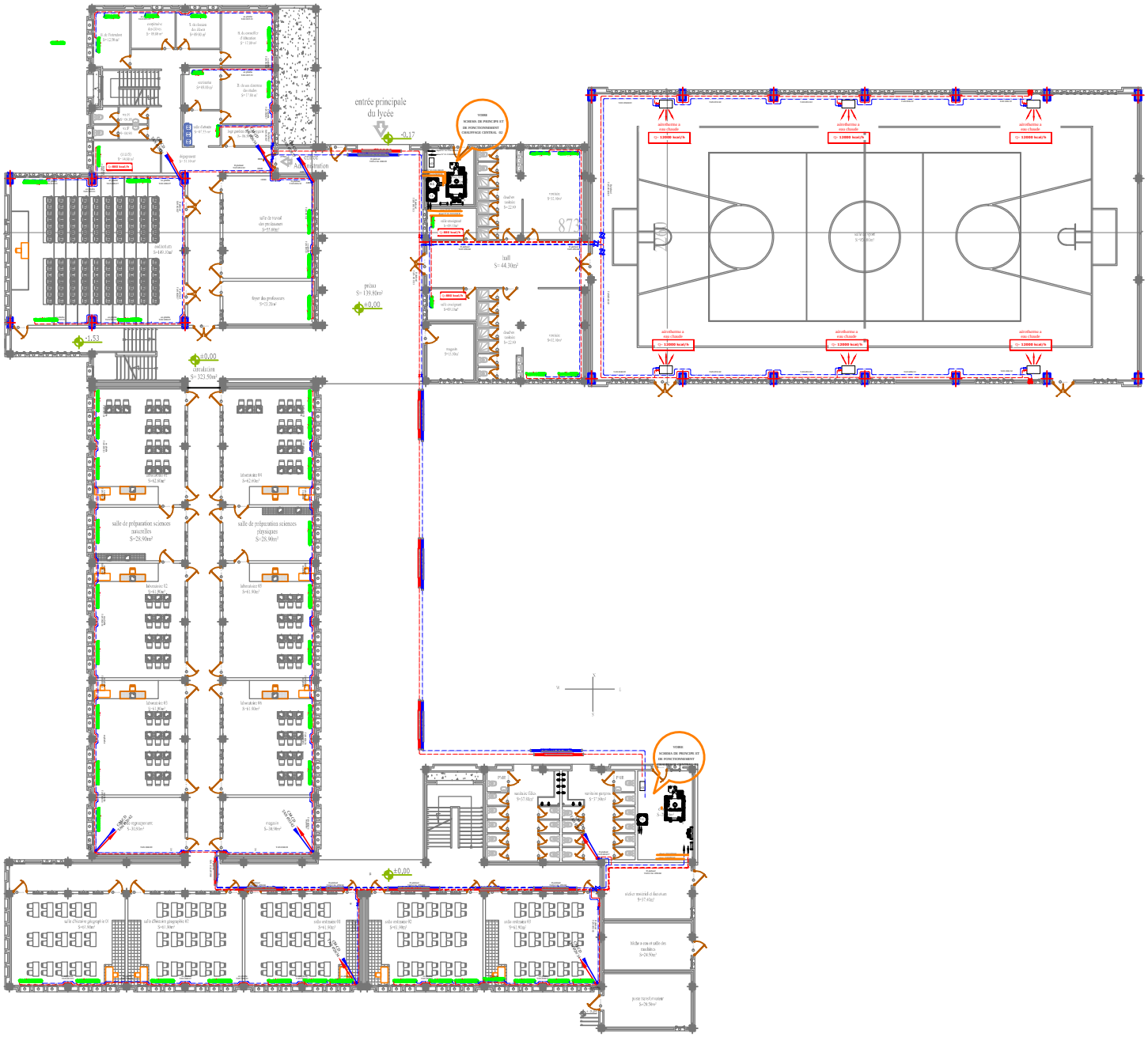
CONCLUSION GENERAL

- L'étude des installations de chauffage nous a permis d'améliorer nos connaissance dans ce domaine qui reste un domaine très vaste, et de mieux recevoir I 'importance et la nécessite de chauffage central dans la vie de l'être humain.
- Durant touts les étapes de notre étude on a toujours essayé de conserver les conditions de confort ainsi que les conditions économiques, comme nous avons traité le produit de al condensation superficielle et dans la masse des parois.
- Nous espérons à travers ce projet de fin d'étude d'avoir été à la hauteur de la tache qui nous à été à la confiée et d'avoir été méthodique dans ce projet
- Nous espérons aussi que notre étude représente une aide et une documentation riche aux étudiants qui s'intéressent au domaine du chauffage.

Implantation du radiateurs



PLAN 1er etage


entrée principale
du lycée
-0.17
Administration
hall
S= 44.30m²
préau
S= 139.80m²
±0.00
-1.53
circulation
S= 323.50m²
salle de préparation sciences naturelles
S= 28.90m²
salle de préparation sciences physiques
S= 28.90m²
laboratoire 04
S= 42.10m²
laboratoire 05
S= 41.90m²
laboratoire 06
S= 42.10m²
laboratoire 07
S= 41.90m²
salle de travail des professeurs
S= 95.00m²
foyer des professeurs
S= 52.20m²
magasin
S= 38.00m²
salle d'histoire géographie art
S= 315.00m²
salle d'histoire géographie 01
S= 61.20m²
salle d'histoire géographie 02
S= 61.20m²
salle entretien 01
S= 61.20m²
salle entretien 02
S= 61.20m²
salle entretien 03
S= 61.20m²
salle entretien 04
S= 61.20m²
vestiaire filles
S= 57.30m²
vestiaire garçons
S= 57.90m²
salle de musculation et d'aérobisme
S= 57.40m²
buvette
S= 24.50m²
poste transformateur
S= 28.50m²
aérothermie à eau chaude
Q= 12000 kcal/h
VOIR SCHEMA DE PRINCIPE ET DE FONCTIONNEMENT CHAUFFAGE CENTRAL 02

PLAN RDC

Références bibliographique

Référence bibliographique

[1] Document technique réglementaire (DTR) C 3.2 Réglementaire thermique des bâtiments.

[2] livres aides mémoire Génie climatique

[3] H. REITSCHELLE et W. RAISS (traite de chauffage) édition DUNOD 1974.

- **Les catalogues** :

  [4] chaudière……ARIZONA

  [5] radiateur……CHAPEE ANTHEA 2008

  [6] vase d'expansion……Réservoirs **PROGRES PDF**

  [7] pompe ……SALAMSON LOWARA-FLC 2013 PDF

Annexe

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 : Zone 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 A.3 : Les résistances thermiques d'échange superficiel 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 A.4 : 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 A.6 : 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 A.7 : 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 A.8 : 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 A.9 :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 A.10 : 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 m^2/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

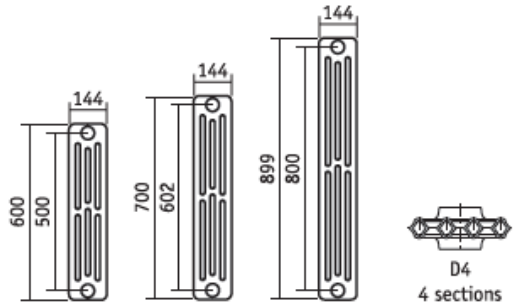
Définition : Toute circulation dont le taux horaire de renouvellement d'air est égal à 4. Les circulations communes avec trappes ou gaines de désenfumage ouvertes en permanence et les parkings publics rentrent dans ce cas.

Tau = 0,9

Annexe Tableau B1 : catalogue radiateur chappée 2018 **[6].**

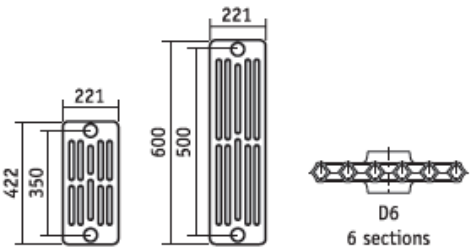
DUNE

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 B2 : 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 B3 : 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

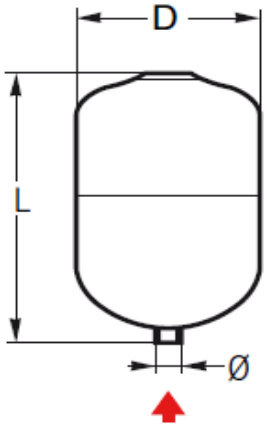


Figure 1*
* à raccorder sur tuyauterie

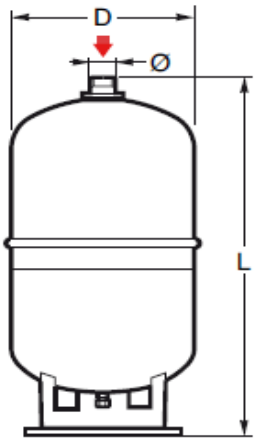


Figure 2

Annexe Tableau B4 : 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 C 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