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

Université Dr. YAHIA Fares de MÉDÉA

Faculté des Sciences et de la Technologie



Département de Génie la Matière

Spécialité Génie climatique

Option : Energie et Froid Industriel

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme master

En énergie et froid industriel

THEME

ÉTUDE D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL DE L'HOTEL M'SALLAH

Réalisé par :

BACHOUCHE HOUSSEYN

BELHADJ ABD ELHAK

Encadré par :

Dr : BELHADJ ABD ELMOUNIEM

CO Pr : ABEU DURA SALAM

Promotion : 2015/2016

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour bien mener ce travail à son terme.

Nos vifs remerciements vont à notre promoteur monsieur :

Dr : belhadj abd elmouniem *pour nous avoir donné l'opportunité d'effectuer ce travail sous sa direction et pour ses précieux conseils.*

Nous remercions aussi monsieur :

Pr : abeu dura salam *pour leurs aide et ses conseils.*

Et tous ceux qui ont m'ont aidé pour mener ce travail

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A MES CHERS PARENTS.
A TOUT LA FAMILLE BACHOUCHE.
A MES FRERES ET MES SŒURS.
A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS.
A LES PETITES HAYET, MARAME, RAYEN
MOUSTAFA NOURAINE ET BILAL RABIA.

Housseyn

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A MES PARENTS
A MA FAMILLE
A TOUS LES CHERCHEURS DU MONDE
A MES FRERES ET MES SEOURS
A TOUS MES AMIS
ET A TOUS CEUX QUI ME SONT CHER

Abd Elhak

RESUME

L’étude de installation de chauffage central considérant la région de Médéa froid hivernal utilisation de l’énergie disponible du gaz de ville avec le vérification le problème de condensation dans la masse et la condensation superficielle et l’utilisation de lame d’air comme un isolant thermique.

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

ABSTRACT

Study the installation of central heating system considering tidal Médéa cool area in Winter using the available power of city gas with verification the problem of condensation in the cluster and surface condensation and Using air a thermal insulator.

Key words : heat transfer, condensation, heat thermique, central heating, regulation, pert charge, sizing network.

ملخص

دراسة تركيب نظام التدفئة المركزية باعتبار منطقة المدية باردة شتاءا باستعمال الطاقة المتوفرة المتمثلة في غاز المدينة مع التحقق من مشكل التكثف في الكتلة والتكثف السطحي واستعمال الهواء كعازل حراري.

الكلمات المفتاحية : انتقال الحرارة ،التكثف, موازنة حرارية، التدفئة المركزية, تنظيم, شبكة التحجيم

.

TABLE DES MATIERES

RESUME

INTRODUCTION GENERALE ……11

CHAPITRE I : DESCRIPTION DU PROJET

I.1) l'objectif du projet**..……...……..….13**

I.2) paramètres climatisations**…..…….…….....13**

CHAPITRE II : CALCUL THERMIQUE ET ETUDE DE LA CONDENSATION

II.1) transmission de chaleur**…...……..…….....18**

II.2) valeurs des coefficients de transfert de chaleur superficiels intérieures et extérieures**..20**

II.3) calcul des coefficient globaux de transfert de chaleur **…….....20**

II.4) application au projet**……..……..…… 21**

II.5) les condensations**……...…..……..….28**

II.6) étude de résistance thermique minimal des parois**……....…….30**

II.7) application au projet**…….…..…....30**

CHAPITRE II : CALCUL DES BILANS THERMIQUES LES DEPERDITIONS

III.1) introduction**…….……...…….…..41**

III.2) calcul des besoins calorifique les déperditions**……...…..41**

III.3) application au projet**….....……..……44**

CHAPITRE IV : CHOIX DE SYSTEME DE CHAUFFAGE

IV.1) choix de système de chauffage**…….……49**

IV.2) choix des radiateurs**…….……..51**

IV.3) choix de la chaudière**……...…….…….56**

IV.4) dimensionnement de la chemine**……...…….....57**

IV.5.) la chaufferie**……...…….….58**

IV.6) choix du vase d'expansion**……..……..59**

CHAPITRE V : SYSTEME DE REGULATION

V.1) introduction**…….63**

V.2) boucle régulation**…….…….....63**

V.3) appareils de régulation utiliser dans le système de chauffage**……...…63**

V.4) choix du mode de régulation**….……....65**

V.5) application au projet**…….…....65**

CHAPITRE VI : CALCUL ET DIMENTIONNEMENT DU RESEAU

VI.1) introduction**……..…....68**

VI.2) calcul du réseau de tuyauteries**……..…..68**

VI.3) les pertes de charges linéaires et les pertes de charge singulières**……...…..……68**

VI.4) calcul et dimensionnement de notre réseau**……...……....69**

CONCLUSION GENERALE…….……..**83**

REFERONCE BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

TABLE DES TABLEAUX

Tableau (I-1) : répartition des locaux (sous-sol)**…..……...…...……14**

Tableau (I-2) : répartition des locaux (rez-de-chaussée)**…..……...……14**

Tableau (I-3) : répartition des locaux (1er étage)**…..……...……...……15**

Tableau (I-4) : répartition des locaux (2eme étage)**…....……..……...…16**

Tableau (I-5) : conditions climatiques extérieures**…….....….16**

Tableau (I-6) : conditions climatiques intérieures**…….....….16**

Tableau (II-1) : coefficient de transfert de chaleur (mur extérieur de 33cm)**……..21**

Tableau (II-2) : coefficient de transfert de chaleur (mur extérieur de 13cm)**……..22**

Tableau (II-3) : coefficient de transfert de chaleur (mur intérieur de 33cm)**……..23**

Tableau (II-4) : coefficient de transfert de chaleur (mur intérieur de 13cm)**……..24**

Tableau (II-5) : coefficient de transfert de chaleur (plancher sur sol)**……25**

Tableau (II-6) : coefficient de transfert de chaleur (plancher entre étage)**……..26**

Tableau (II-7) : coefficient de transfert de chaleur (la dalle toiture)**……...……27**

Tableau (II-8) : coefficient de transfert de chaleur (menuiserie)**……27**

Tableau (II-9) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 13cm) pour t_i=21(°C) **……...……32**

Tableau (II-10) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 33cm) pour t_i=21(°C)**…….....33**

Tableau (II-11) : vérification de la condensation dans la masse **(**toiture) pour t_i=21(°C)**…...34**

Tableau (II-12) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 13cm) pour t_i=15(°C)**……35**

Tableau (II-13) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 33cm) pour t_i=15(°C)**……35**

Tableau (II-14) : vérification de la condensation dans la masse **(**toiture) pour t_i=15(°C)**…...36**

Tableau (III-1) : bilan thermique et massique (rez-de-chaussée)**……45**

Tableau (III-2) : bilan thermique et massique (1er étage)**……46**

Tableau (III-3) : bilan thermique et massique (2eme étage)**……..…47**

Tableau (IV-1) : les puissances des radiateurs (rez-de-chaussée)**…...……53**

Tableau (IV-2) : les puissances des radiateurs (1er étage)**……...……54**

Tableau (IV-3) : les puissances des radiateurs (2eme étage)**…….……55**

Tableau (IV-4) : la caractéristique de la chaudière**…….…….56**

Tableau (IV-5) : la valeur de n**……..…60**

Tableau (IV-6) : la caractéristique de la vase d'expansion**……..61**
Tableau (VI-1) : les diamètres nominaux des tuyauteries ainsi que la vitesse**……70**
Tableau (VI-2) : des pertes de charge pour le circuit CH $A_{27}A'_{27}$ CH'**…….……..74**
Tableau (VI-3) : des pertes de charge pour le circuit CH $A_{50}A'_{50}$ CH'**…….…..75**
Tableau (VI-4) : des pertes de charge pour le circuit CH $B_{21}B'_{21}$ CH'**…….…..76**
Tableau (VI-5) : des pertes de charge pour le circuit CH $B_{60}B'_{60}$ CH'**…….…..77**
Tableau (VI-6) : des pertes de charge pour le circuit CH $C_9C'_9$ CH'**…….…..……78**
Tableau (VI-7) : des pertes de charge pour le circuit CH $C_{48}C'_{48}$ CH'**……..……79**
Tableau (VI-8) : l'équilibrage du réseau**…….80**
Tableau (VI-9) : les caractéristiques de la pompe**……...81**

TABLE DES FIGURES

Figure (I-1) : L'HOTEL MSALAH……13
Figure (II-1) : conduction……18
Figure (II-2) : convection……18
Figure (II-3) : rayonnement……19
Figure (II-4) : Mur double cloison d'épaisseur 33cm en contact avec l'extérieur……..21
Figure (II-5) : mur simple cloison d'épaisseur 13cm en contact avec L'extérieur……..22
Figure (II-6) : Mur double cloison d'épaisseur 33cm en contact avec l'intérieur……...23
Figure (II-7) : mur simple cloison d'épaisseur 13cm en contact avec L'intérieur…….....24
Figure (II-8) : Plancher sous-sol……..25
Figure (II-10) : sont reportés les éléments de base constituant la dalle toiture……...26
Figure (II-11) : Diagramme de GLASER pour mure ext 13 cm pour t_i=21(°C)…..……...36
Figure (II-12) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=21(°C)…..……....37
Figure (II-13) : Diagramme de GLASER pour toiture pour t_i=21(°C)…….....…....37
Figure (II-14) : Diagramme de GLASER pour mure ext 13 cm pour t_i=15(°C)…….....38
Figure (II-15) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=15(°C)…….....38
Figure (II-16) : Diagramme de GLASER pour toiture pour t_i=15(°C))…….....37
Figure (IV-1) : chauffage à eau chaude de type fermé……49
Figure (IV-2) : radiateur……..51
Figure (IV-3) : chaudière du groupe CHAPEE……...…56
Figure (IV-4) : cheminé……...……56
Figure (IV-5) : vase d'expansion……61
Figure (V-1) : thermostat numérique……..……..63
Figure (V-2) : sonde de température……64
Figure (V-3) : une vanne à trios vois……...64
Figure (V-4) : schéma de principe de l'installation de chauffage ……..……..…66
Figure (IV-1) : Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée……..…71
Figure (IV-2) : Isométrie des corps de chauffe 1er étage……..…72
Figure (IV-3) : Isométrie des corps de chauffe 2eme étage……...73
Figure (IV-4) : pompe de circulation……..……..……....81

Liste des abréviations

SIGNE	NOMINALE DE SIGNE	UNITE
λ	coefficient de conductivité thermique	Kcal/ h.m. ^oC
δ	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
α_c	coefficient de convection	Kcal/h.m^2.^oC
Q	la quantité de chaleur	Kcal /h
α_r	coefficient d'échange superficiel par rayonnement	Kcal/h.m^2.^oC
q	caractérise le flux de chaleur par rayonnement	Kcal/h.m^2
T_1-T_2	températures de surface de la paroi et du fluide respectivement.	K
R_{th}	résistance thermique de la paroi	h.m^2.^oC/Kcal
α_i	coefficient de transfert de chaleur superficiel intérieur	Kcal/h.m^2.^oC
α_e	coefficient de transfert de chaleur superficiel extérieur	Kcal/h.m^2.^oC
δ_i	épaisseur de la $I^{ème}$ couche	M
λ_i	conductivité thermique de la $I^{ème}$ couche	Kcal/h.m.^oC
k	coefficient de transfert de chaleur	Kcal/h.m^2.°C
R_n	résistance thermique de couche considérée	h.m^2.°C/Kcal
φ_i	l'humidité intérieure	(%)
φ_e	l'humidité extérieure	(%)
P_{si}	la pression de saturation intérieure	mm Hg
P_{se}	la pression de saturation extérieure	mm Hg
P_{pi}	la pression partielle intérieure	mm Hg
M	débit massique	(g/h).
P	différance de pression entre deux couches exprimées	MmHg
δ	épaisseur de la couche constituant la paroi	M
Π	coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	g/m.h.mmHg
Q_{tr}	Déperditions par transmission	Kcal/h
Z	coefficient de majoration.	-
ZH	Majoration pour l'orientation	%

ZU	Majoration pour interruption	%
Za	Majoration.	-
Q_v	Déperdition par ventilation	Kcal/h
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	Kcal/h. personne
Q_L	chaleur latente	Kcal/h. personne
N	puissance de machine électrique	KW
$Q_{éc}$	Apports dû à l'éclairage	Kcal/h
H	est le coefficient de déperditions thermique de la pièce	(W/K).
ΔT_n	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/K
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

INTRODUCTION GENERALE

Les installations de chauffage ont pour rôle de maintenir en hiver tout local où séjournent des êtres humains à une température donnée. on devrait dire plus exactement qu' elle consiste à compenser les pertes calorifiques du corps humain pendant la saison froid en réchauffant son environnement de façon à réaliser un équilibre entre production de chaleur et déperdition et assurer 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 central est le système de chauffage le plus utilise actuellement, son 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 est de plus en plus élevé.

I.1) L'OBJECTIF DU PROJET :

Le projet consiste à établir l'installation de chauffage d'un hôtel M'SALLAH au nord d'Algérie (Médéa) il composer d'un sous-sol, rez-de-chaussée et deux étage R+2 dans la totalité des locaux 77 La désignation des locaux est résumée dans le tableau (I-1), (I-2), (I-3) et (I-4)



Figure (I-1) : L'HOTEL MSALAH

I.2) PARAMETRE CLIMATIQUE :

I.2.1) introduction :

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.2.2) conduction extérieur :

Les conductions sont déterminées d'après des données météorologiques géographique (zone B), ces dernier sont résumé dans le tableau (I-5).

I.2.3) conduction intérieur :

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

Elles sont déterminer en fonction des conductions des conforts les conductions intérieur sont résumées dans le tableau (I-6).

Tableau (I-1) : répartition des locaux (sous-sol)

N° DE LOCAL	DESIGNATION	SURFACE
S 01	Dépôt 1	83
S 02	Dépôt 2	28
S 03	Dépôt 3	7.5
S 04	Dépôt 4	7
S 05	Ligererie	32
S 06	Chambre froid	20
S 07	Chaufferie	36
S 08	Halle cage d'escalier	32.73

- **Les locaux de sous-sol non chauffent**

Tableau (I-2) : répartition des locaux (rez-de-chaussée)

N° DE LOCAL	DESIGNATION	SURFACE
R 01	Restaurant	190.00
R 02	Cafeteria	127.3
R 03	Local commercial 1	19.84
R 04	Salle de conférence	39.68
R 05	Local commercial 2	19.84
R 06	Salle coiffure	26.95
R 07	Bureau 1	6.00
R 08	Bureau 2	8.00
R 09	Administration	16.00
R 10	Bureau du directeur	18.00
R 11	Chambre 1	15.20
R 12	Chambre 2	20.52
R 13	Magasin	17.95
R 14	Cuisine	90.00
R 15	Salle tv	46.60
R 16	Halle cage d'escalier	127.87

Tableau (I-3) : répartition des locaux (1er étage)

N° DE LOCAL	DESIGNATION	SURFACE
E1-01	**Chambre 01**	**18.98**
E1-02	**Chambre 02**	**18.98**
E1-03	**Chambre 03**	**18.98**
E1-04	**Chambre 04**	**18.98**
E1-05	**Chambre 05**	**18.98**
E1-06	**Chambre 06**	**18.98**
E1-07	**Chambre 07**	**16.25**
E1-08	**Chambre 08**	**16.25**
E1-09	**Chambre 09**	**16.25**
E1-10	**Chambre 10**	**16.25**
E1-11	**Chambre 11**	**16.25**
E1-12	**Chambre 12**	**16.25**
E1-13	**Chambre 13**	**16.25**
E1-14	**Chambre 14**	**16.25**
E1-15	**Chambre 15**	**14.85**
E1-16	**Chambre 16**	**14.85**
E1-17	**Chambre 17**	**14.85**
E1-18	**Chambre 18**	**14.85**
E1-19	**Chambre 19**	**14.85**
E1-20	**Chambre 20**	**14.85**
E1-21	**Chambre 21**	**10.20**
E1-22	**Chambre 22**	**10.20**
E1-23	**Chambre 23**	**25.11**
E1-24	**Chambre 24**	**25.11**
E1-25	**Chambre 25**	**25.11**
E1-26	**Chambre 26**	**25.11**
E1-27	**Chambre 27**	**25.11**
E1-28	**Chambre 28**	**16.33**
E1-29	**Halle cage d'escalier**	**181.20**

Tableau (I-4) : répartition des locaux (2eme étage)

N° DE LOCAL	DESIGNATION	SURFACE
E2-01	Chambre 01	18.98
E2-02	Chambre 02	18.98
E2-03	Chambre 03	18.98
E2-04	Chambre 04	18.98
E2-05	Chambre 05	18.98
E2-06	Chambre 06	18.98
E2-07	Chambre 07	16.25
E2-08	Chambre 08	16.25
E2-09	Chambre 09	16.25
E2-10	Chambre 10	16.25
E2-11	Chambre 11	16.25
E2-12	Chambre 12	16.25
E2-13	Chambre 13	16.25
E2-14	Chambre 14	14.85
E2-15	Chambre 15	14.85
E2-16	Chambre 16	14.85
E2-17	Chambre 17	14.85
E2-18	Chambre 18	14.85
E2-19	Chambre 19	14.85
E2-20	Chambre 20	14.85
E2-21	Chambre 21	10.20
E2-22	Chambre 22	10.20
E2-23	Halle cage d'escalier	147.68

Tableau (I-5) : conduction climatique extérieur d'après **[1]**

					Période hivernale	
Zone	Altitude (m)	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Ecart diurne (°C)	t° de base (°C)	L'humidité Relative (%)
B	950	36.27	2.75	15	1	20

Tableau (I-6) : conductions climatiques intérieurs d'après **[1]**

DESIGNATION	PERIODE HIVERNALE	
	ti (°c)	φ (%)
sanitaire, cuisine, hall et Cage d'escalier	15	50
Chambre, bureau, restaurant, cafeteria, salle conférence, Local commercial, salle coiffure, salle TV	21	50

II.1) TRANSMISSON DE LA CHALEUR :

Le transfert de chaleur se fait par trios mécanismes

II.1.1) conduction :

La chaleur transmise par contact entre les molécules sans déplacement de la matière, la quantité de la chaleur est déterminée par la loi de (FOURIER) pour un régime permanent.

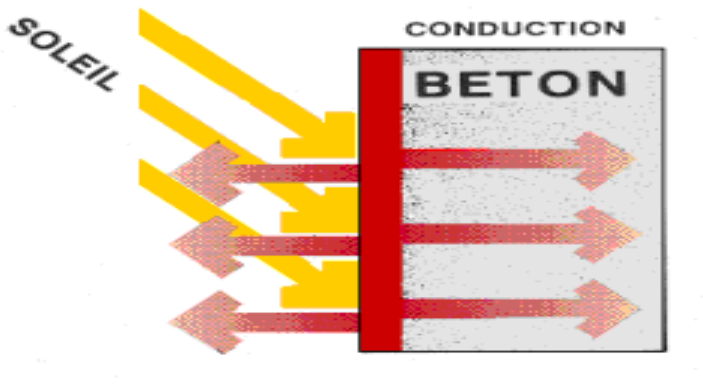


Figure (II-1) : conduction

$$Q= (\lambda /\delta) .S. (t_1-t_2)\text{.....(II-1).}$$

- Q : la quantité de chaleur transmise par conduction exprime en (Kcal /h).
- λ : coefficient de conductivité thermique exprime en (Kcal/ h.m. ºC).
- δ : épaisseur de la paroi en (m).
- t_1-t_2 : températures des corps chaud et froid respectivement exprime en (ºC).
- S : surface d'échange exprime en (m^2).

II.1.2) convection :

Le transfert de chaleur se fait d'un fluide à un corps solide, la quantité de la chaleur est donnée par la loi de « NEWTON ». D'après **[2]**

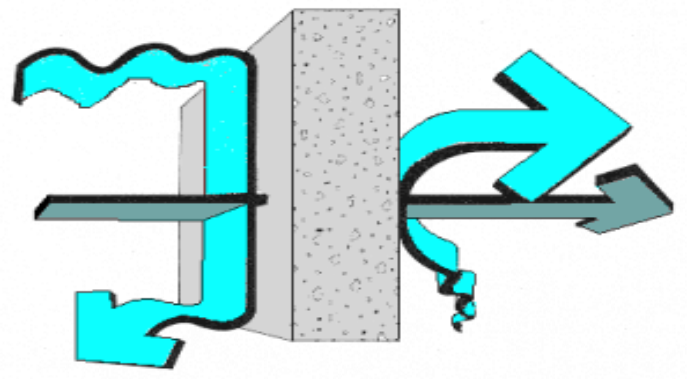


Figure (II-2) : convection

$Q= \alpha_c . S. (t_1-t_2)$……(II-2).

- Q : la quantité de chaleur transmise par conduction exprime en (Kcal /h).
- α_c : coefficient de convection exprime en (Kcal/h.m^2.ºC).
- S : surface d'échange exprime en (m^2).
- t_1-t_2 : températures du corps solide respectivement exprime en (ºC).

II.1.3) rayonnement :

Le transfert de chaleur par rayonnement est un transfert par des phénomènes électromagnétique et qui a lieu même en l'absence de matière, la quantité de chaleur rayonnée est déterminée par la relation suivante : d'après **[2]**

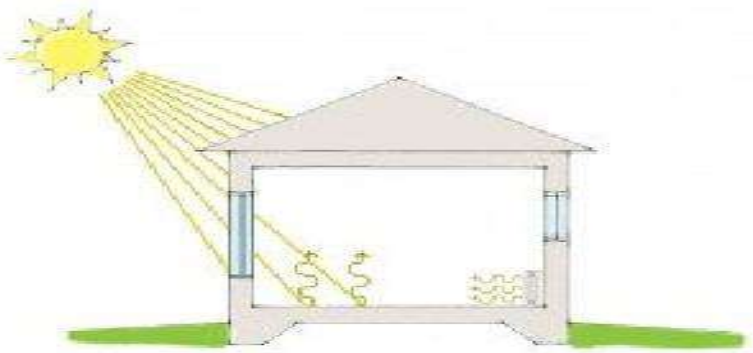


Figure (II-3) : rayonnement

$Q= \alpha_r . S. (t_1-t_2)$……..….....(II-3).

- Q : la quantité de chaleur rayonnée exprime en (Kcal /h).
- α_r : coefficient d'échange superficiel par rayonnement exprime en (Kcal/h.m^2.ºC).
- t_1-t_2 : températures de surface de la paroi et du fluide respectivement exprime en (ºC).

α_r : est donné par la relation suivante :

$\alpha_r = q /(t_1-t_2)$……..…….....(II-4).

Avec :

$q=C ((T_1/100)^4-(T_2/100)^4)$……..……..(II-5).

- q : caractérise le flux de chaleur par rayonnement exprime en (Kcal/h.m^2)
- C : coefficient de rayonnement entre la surface de la paroi et le fluide.
- T_1-T_2 : températures de surface de la paroi et du fluide respectivement exprime en(K).

II.2) VALEURS DES COEFFICIENTS DE TRANSFERT DE CHALEUR SUPERFICIELS INTERIEURS ET EXTERIEURS :

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 :

α_i=7 (Kcal/h.m^2. ºC). α_e=20 (Kcal/h.m^2.ºC).

•Pour un flux vertical :

*** flux ascendant :**

α_i=7 (Kcal/h.m^2. ºC). α_e=20 (Kcal/h.m^2.ºC).

*** flux descendant** :

α_i=5 (Kcal/h.m^2. ºC). α_e=20 (Kcal/h.m^2. ºC).

II.3) CALACUL 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]**

$$k = 1 / R_{th} = 1 / ((1/\alpha_i) + \sum (\delta_i / \lambda_i) + (1/ \alpha_e) \quad \text{..... (II-6)}$$

- R_{th} : résistance thermique de la paroi exprime en (h.m^2.ºC/Kcal).
- α_i : coefficient de transfert de chaleur superficiel intérieur exprimé en (Kcal/h.m^2.ºC)
- α_e : coefficient de transfert de chaleur superficiel extérieur exprimé en (Kcal/h.m^2.ºC)
- δ_i : épaisseur de la I^{ème} couche exprimée en (m).
- λ_i : conductivité thermique de la I^{ème} couche exprimer en (Kcal/h.m.ºC).

II.4) APPLICATION AU PROJET :

II.4.1) mur extérieur de 33cm :

Figure (II-4) : Mur double cloison d'épaisseur 33cm en contact avec l'extérieur

Tableau (II-1) : coefficient de transfert de chaleur (mur extérieur de 33cm) :

N° de la Couche	Désignation	δ	λ	R	ρ	C_p	.10-3
		m	Kcal/hm°c	$hm^2°c/Kcal$	Kg/m^3	Kcal/Kg°c	g/mhm mhg
-	Air intérieur	-	-	0.143	-	-	-
01	Enduit de plâtre	0.015	0.60	0.025	1000	0.18	13
02	Brique creuse	0.10	0.40	0.25	1000	0.20	30
03	Lame d'aire	0.10	0.0209	0.210	1.293	0.24	90
04	Brique creuse	0.10	0.40	0.25	1000	0.20	30
05	Enduit de ciment	0.015	1.20	0.013	3100	0.18	6
-	Air extérieur	-	-	0.05	-	-	-
$K=1/R_{th}=1/0.938$ donc $K=1.066$ Kcal/h.m^2.°c							

II.4.2) mur extérieur de 13cm :

Figure (II-5) : mur simple cloison d'épaisseur 13cm en contact avec L'extérieur

Tableau (II-2) : coefficient de transfert de chaleur (mur extérieure de 13cm) :

N° de la Couche	Désignation	δ	λ	R	ρ	C_p	.10-3
		m	Kcal/hm°c	$hm^2°c/Kcal$	Kg/m^3	Kcal/Kg°c	g/mhm mhg
-	Air intérieur	-	-	0.143	-	-	-
01	Enduit de plâtre	0.015	0.60	0.025	1000	0.18	13
02	Brique creuse	0.10	0.40	0.25	1000	0.20	30
05	Enduit de ciment	0.015	1.20	0.013	3100	0.18	6
-	Air extérieur	-	-	0.05	-	-	-
$K=1/R_{th}=1/0..482$ donc $K=2.07$ Kcal/h.m^2.°c							

II.4.3) mur intérieure de 33cm :

Figure (II-6) : Mur double cloison d'épaisseur 33cm en contact avec l'intérieur

Tableau (II-3) : coefficient de transfert de chaleur (mur intérieure de 33cm) :

N° de la couche	Désignation	δ	λ	R
		M	Kcal/hm°c	hm ^{2}°c/Kcal
-	Air intérieur	-	-	0.143
01	Enduit de plâtre	0.015	0.60	0.025
02	Brique creuse	0.100	0.40	0.250
03	Lame d'air	0.100	0.0209	0.21
04	Brique creuse	0.100	0.40	0.250
05	Enduit plâtre	0.015	0.60	0.025
-	Ar intérieur	-	-	0.143
$K=1/R_{th}=1/1.046$ donc $K=0.956$ Kcal/h.m^{2}.°c				

II.4.4) mur intérieure de 13cm :

Figure (II-7) : mur simple cloison d'épaisseur 13cm en contact avec L'intérieur

Tableau (II-4) : coefficient de transfert de chaleur (mur intérieure de 33cm) :

N° de la couche	Désignation	δ	λ	R
		M	Kcal/hm°c	hm ^{2}°c/Kcal
-	Air intérieur	-	-	0.143
01	Enduit de plâtre	0.015	0.60	0.025
02	Brique creuse	0.100	0.40	0.250
05	Enduit plâtre	0.015	0.60	0.025
-	Ar intérieur	-	-	0.143
$K=1/R_{th}=1/0.586$ donc $K=1.706$ Kcal/h.m^2.°c				

II.4.5) plancher sur sol :

Figure (II-8) : Plancher sous-sol

Tableau (II-5) : coefficient de transfert de chaleur (plancher sur sol) :

N° de la couche	Désignation	δ	λ	R
		m	Kcal/hm°c	hm ^{2}°c/Kcal
-	Air intérieur	-	-	0.143
01	Carrelage	0.020	0.900	0.022
02	Mortier en ciment	0.020	1.200	0.017
03	Sable	0.030	0.500	0.060
04	Béton	0.150	1.300	0.15
05	Pierre	0.200	3.00	0.067
06	Sole	80.00	1	80.00
-	Ar intérieur	-	-	0.143
$K=1/R_{th}=1/80.481$ donc $K=0.012$ Kcal/h.m^2.°c				

II.4.6 plancher entre étage :

Figure (II-9) : planche entre étage avec faux plafond

Tableau (II-6) : coefficient de transfert de chaleur (plancher entre étage) :

N° de la couche	Désignation	Δ	λ	R
		M	Kcal/hm°c	hm ^{2}°c/Kcal
-	Air intérieur	-	-	0.143
01	Carrelage	0.020	0.900	0.022
02	Mortier en ciment	0.020	1.200	0.017
03	Sable	0.020	0.500	0.040
04	Béton plein	0.050	1.300	0.038
05	Corps creux	0.150	0.420	0.357
06	Enduit de plâtre	0.015	0.600	0.025
-	Ar intérieur	-	-	0.200
	$K=1/R_{th}=1/0.785$ donc $K=1.274$ Kcal/h.m^2.°c			
	$K=1/R_{th}=1/0.889$ donc $K=1.112$ Kcal/h.m^2.°c			

II.4.7) toiture :

Figure (II-10) : sont reportés les éléments de base constituant la dalle toiture

Tableau (II-7) : coefficient de transfert de chaleur (la dalle toiture) :

N° de la Couche	Désignation	δ	λ	R	ρ	C_p	.10-3
		m	Kcal/hm°c	$hm^2°c/Kcal$	Kg/m^3	Kcal/Kg°c	g/mhm mhg
-	Air intérieur	-	-	0.143	-	-	-
01	gravillon	0.02	0.700	0.029	1500	0.200	5.00
02	Carton bitume	0.02	0.160	0.125	1100	0.400	150.00
03	liège	0.03	0.037	0.811	150	0.420	3.50
04	Béton plein	0.05	1.300	0.038	2200	0.210	10.00
05	Corps creuse	0.15	0.420	0.357	1400	0.100	20.00
06	Enduit de plâtre	0.015	0.600	0.025	1000	0.180	13.00
-	Air extérieur	-	-	0.142/0.200	-	-	-
		$K=1/R_{th}=1/1.57$ donc $K=0.634 Kcal/h.m^2.°c$					
		$K=1/R_{th}=1/1.63$ donc $K=0.612 Kcal/h.m^2.°c$					

II.4.8) menuiserie :

Tableau (II-8) : coefficient de transfert de chaleur (menuiserie) :

TYPE DE MENUISRIE	K(Kcal/ $h.m^2.°C$)
Prote extérieur en acier	5
Porte intérieur	2
Fenêtre extérieur, grande vitrine	5
Porte extérieur, grande vitrine	5

II.5) LES CONDENSATIONS :

Lorsque l'air humide est en contact avec une surface dont la température est inférieur à sa température de rosé, il se produit, sur cette surface des condensations sur les surfaces des parois (superficiels) ou à l'intérieur des parois dans la masse. D'prés **[3]**

A. condensation superficielle :

Condensation superficielle se manifeste sur les surfaces des parois des locaux chauffés sous forme d'un film liquide continu ou des gouttelettes d'eau, la condensation superficielle est vérifier à l'aide de la relation suivante.

$$t_{si} > t_r \quad \text{.....(II-7).}$$

- t_r : température de rosé.
- t_{si} : température superficielle de la paroi intérieure du local, qui est donné comme suite :

$$t_{si} = t_i - K.\ (t_i - t_e)/\ \alpha_i \quad \text{.....(II-8)}$$

- t_i : température intérieur exprimée en (°C).
- t_e : température extérieur exprimée en (°C).
- K : coefficient de transmission de chaleur exprimé en (Kcal/h.m^2.°C).
- α_i : coefficient superficiel de transfert de chaleur exprimé en (Kcal/h.m^2.°C).

B. condensation dans la masse :

La condensation peut aussi se produire à l'intérieur de paroi complexe, si celle-ci est perméable, la pression de vapeur étant plus élevée à l'intérieur qu'à extérieur, il se produit une migration de vapeur à travers les couches perméable, lorsque la vapeur arrive dans une zone où la température est inférieure au point de rosé elle se condense.

La détermination de la condensation dans la masse est basé sur la comparaison entre la pression partielle et la pression de saturation (DIAGRAME DE GLA-ZER) tel que :

Les pressions de saturation correspondent aux températures de chaque couche qui sont calculées à l'aide de formule récurrente :

$$t_n = t_c + \sum K.R_n\ (t_i - t_e) \quad \text{.....(II-9).}$$

- t_n : température de saturation de couche considéré exprimée en (°C).

- t_e : température extérieur exprimée en (°C).
- t_i : température intérieur exprimée en (°C).
- R_n : résistance thermique de couche considérée exprimée en ($h.m^2.°C/Kcal$).
- K : coefficient de transfert de chaleur exprimé ($Kcal/h.m^2.°C$).

En suite en tire les pressions de saturation d'après l'annexe A.6.

Les pressions partielles sont calculées à l'aide des formules :

$$P_{pi} = P_{si}. \varphi_i \quad \text{……..……..……..(II-10).}$$

$$\text{Et } P_{pe} = P_{se}. \varphi_e \quad \text{.....(II-11).}$$

- φ_i : représente l'humidité intérieure (%)
- φ_e : représente l'humidité extérieure (%)
- P_{si} : représente la pression de saturation intérieure (mm Hg)
- P_{se} : représente la pression de saturation extérieure (mm Hg)
- P_{pi} : représente la pression partielle intérieure (mm Hg).

En plus on détermine la résistance à la diffusion de vapeur d'eau pour les couches constituantes la paroi à l'aide de la loi de FICK.

$$m=P/R_d= P/(\delta/ \pi) \quad \text{……..……..(II-12).}$$

- m : débit massique exprimé en (g/h).
- P : différance de pression entre deux couches exprimées en (mmHg).
- R_d : résistance de la diffusion de vapeur exprimé en ($m^2.h$ .mmHg/g)
- δ : épaisseur de la couche constituant la paroi exprimée en (m).
- π : coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau exprimé en (g/m.h.mmHg).

➢ Donc à l'aide de ces données on trace le diagramme qui représente la variation de pression de saturation et partiel en fonction de l'épaisseur de la paroi.

➢ Pour éviter la condensation dans la masse il faut prévoir toujours que la courbe des Pressions partielles reste au-dessous de celle de la pression saturation

II.6) ETUD DE LA RESISTANCE THERMIQUE MINIMAL DES PAROIS :

Un bâtiment isolé thermiquement comporte plusieurs avantage (économie d'énergie, un bon confort thermique). On peut réaliser ces conditions d'après la vérification de résistance thermique d'une paroi par rapport à la résistance minimal de celle-ci tel que :

$R_{th} > R_{min}$ ..... (II-13)

La résistance minimale est donnée par la relation suivante :

$R_{min} = (t_i - t_e)/[\alpha_i . (t_i - t_r)]$ …….....……...(II-14).

- R_{min} : La résistance minimale exprimée en ($h.m^2.°C/Kcal$).
- R_{th} : La résistance de la paroi considérée exprimée en ($h.m^2.°C/Kcal$).
- α_i : coefficient de transmission de chaleur superficiel de la paroi intérieur exprimée en ($Kcal/h.m^2.°C$).
- t_i : température de milieux intérieur exprimé en (°C).
- t_e : température de milieux extérieur exprimé en (°C).
- t_r : température de l'air intérieur au point de rosé exprimé en (°C).

II.7) APPLICATION AU PROJET :

II.7.1) vérification de résistance minimale :

a) mur extérieure 33cm pour t_i=21°C :

- t_i=21°C
- φ_i=50%

} t_r = 10°C

α_i=7 $Kcal/hm^2°C$, t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i - t_r)]$=0.26 $hm^2°C/Kcal$

R_{th}=0.938 $hm^2°C/Kcal$ d'après le tableau (II-1)

$R_{th} > R_{min}$

b) mur extérieure 13cm pour t_i=21°C :

- t_i=21°C
- φ_i=50%

t_r = 10°C

α_i=7 Kcal/hm^2°C , t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i- t_r)]$=0.26 hm^2°C/Kcal

R_{th}=0.482 hm^2°C/Kcal d'après le tableau (II-2)

$R_{th} > R_{min}$

c) la toiture pour t_i=21°C :

- t_i=21°C
- φ_i=50%

t_r = 10°C

α_i=7 Kcal/hm^2°C , t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i- t_r)]$=0.26 hm^2°C/Kcal.

R_{th}=1.578 hm^2°C/Kcal d'après le tableau (II-7)

$R_{th} > R_{min}$

d) mur extérieure 33cm pour t_i=15°C :

- t_i=15°C
- φ_i=50%

t_r = 10°C

α_i=7 Kcal/hm^2°C , t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i- t_r)]$ = 0.4 hm^2°C/Kcal

R_{th}=0.938 hm^2°C/Kcal d'après le tableau (II-1)

$R_{th} > R_{min}$

e) mur extérieure 13cm pour t_i=15°C :

- t_i=15°C
- φ_i=50%

t_r = 10°C

α_i=7 Kcal/hm^2°C , t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i- t_r)]$=0.4 hm^2°C/Kcal

R_{th}=0.482 hm^2°C/Kcal d'après le tableau (II-2)

$R_{th} > R_{min}$

f) la toiture pour t_i=15°C :

- t_i=15°C
- φ_i=50%

} t_r = 10°C

α_i=7 Kcal/hm^2°C , t_e=1°C

$R_{min}=(t_i - t_e)/[\alpha_i(t_i- t_r)]$=0.4 hm^2°C/Kcal.

R_{th}=1.578 hm^2°C/Kcal d'après le tableau (II-7)

$R_{th} > R_{min}$

II.7.2) vérification de la condensation superficielle :

a) mur extérieur 33cm pour t_i=21°C :

t_i=21°C t_e=1°C t_r=10°C

k=1.066 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-1).

α_i=7 Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/ \alpha_i]$=17.96°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

b) mur extérieur 13cm pour t_i=21°C :

t_i=21°C t_e=1°C t_r=10°C

k=2.07 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-2).

α_i=7 Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/ \alpha_i]$=15.08°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

c) la toiture pour t_i=21°C :

t_i =21°C te=1°C tr=10°C

k=0.94 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-7)

α_i=7Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/\alpha_i]$=18°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

d) mur extérieur 33cm pour t_i=15°C :

t_i=21°C t_e=1°C t_r=10°C

k=1.066 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-1).

α_i=7 Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/\alpha_i]$=12.86°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

e) mur extérieur 13cm pour t_i=15°C :

t_i=15°C t_e=1°C t_r=10°C

k=2.07 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-2).

α_i=7 Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/\alpha_i]$=10.86°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

f) la toiture pour t_i=15°C :

t_i =21°C te=1°C tr=10°C

k=0.94 Kcal/hm^2°C d'après le tableau (II-7)

α_i=7Kcal/hm^2°C

$t_{si}=t_i-[k.(t_i-t_e)/\alpha_i]$=13.12°C

$t_{si}>t_r$ absence de la condensation superficielle.

II.7.3) vérification de la condensation dans la masse :

Tableau (II-9) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 13cm) pour t_i=21(°C)

-	Température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	MmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	21	18.607	9.3035	-	-
t_{pi}	15.08	12.82		1.154	1
t_1	14.05	12		3.333	2
t_2	3.7	5.961		2.50	3
t_3	3.16	5.739			
t_{pe}	1.09	4.95			
t_e	1	4.917	3.9336		

Tableau (II-10) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 33cm) pour t_i=21(°C)

-	température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	MmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	21	18.607	9.3035	-	-
t_{pi}	17.96	15.426		1.154	1
t_1	17.43	14.903		3.333	2
t_2	12.12	10.58		0.555	3
t_3	7.66	7.848		3.333	4
t_4	2.35	5.415		2.5	5
t_5	2.07	5.305			
t_{pe}	1.01	4.921			
t_e	1	4.917	3.9336		

Tableau (II-11) : vérification de la condensation dans la masse **(**toiture) pour t_i=21(°C)

-	température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	mmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	21	18.607	9.3035		-
t_{pi}	20.336	17.866		4.000	1
t_1	19.968	17.144		0.133	2
t_2	18.383	15.825		08.571	3
t_3	8.099	8.086		5.000	4
t_4	7.617	7.824		7.500	5
t_5	2.862	5.618		1.154	6
t_{pe}	2.545	5.492			
t_e	1	4.917	3.9336		

Tableau (II-12) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 13cm) pour t_i=15(°C)

-	Température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	MmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	15	12.773	6.386	-	-
t_{pi}	10.85	9.739		1.154	1
t_1	10.13	9.28		3.333	2
t_2	2.89	5.638		2.50	3
t_3	2.51	5.487			
t_{pe}	1.06	4.946			
t_e	1	4.917	3.9336		

Tableau (II-13) : vérification de la condensation dans la masse **(**mur extérieur 33cm) pour t_i=15(°C)

-	température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	MmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	15	12.773	6.386	-	-
t_{pi}	12.86	11.121		1.154	1
t_1	12.48	10.851		3.333	2
t_2	8.75	8.465		0.555	3
t_3	5.61	6.820		3.333	4
t_4	1.88	5.241		2.5	5
t_5	1.69	5.173			
t_{pe}	1.01	4.921			
t_e	1	4.917	3.9336		

Tableau (II-14) : vérification de la condensation dans la masse **(**toiture) pour t_i=15(°C)

-	température	Pression saturation	Pression partielle	Résistance la diffuions de la vapeur	N° de la couche
	(°C)	mmHg	mmHg	m²hmmHg/g	-
t_i	15	12.773	6.386		-
t_{pi}	13.73	11.774		4.000	1
t_1	13.47	11.577		0.133	2
t_2	12.36	10.765		08.571	3
t_3	5.16	6.610		5.000	4
t_4	4.82	6.457		7.500	5
t_5	1.65	5.158		1.154	6
t_{pe}	1.42	5.075			
t_e	1	4.917	3.9336		

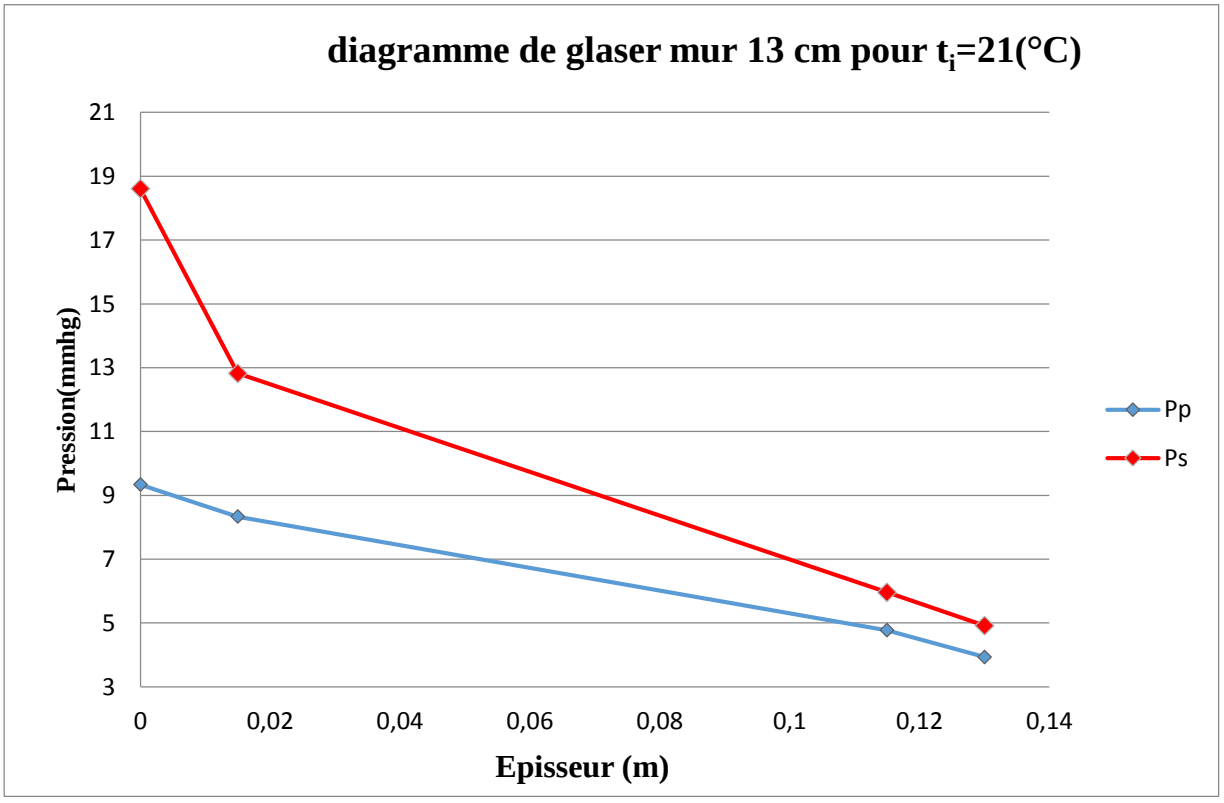


Figure (II-11) : Diagramme de GLASER pour mure ext 13 cm pour t_i=21(°C)

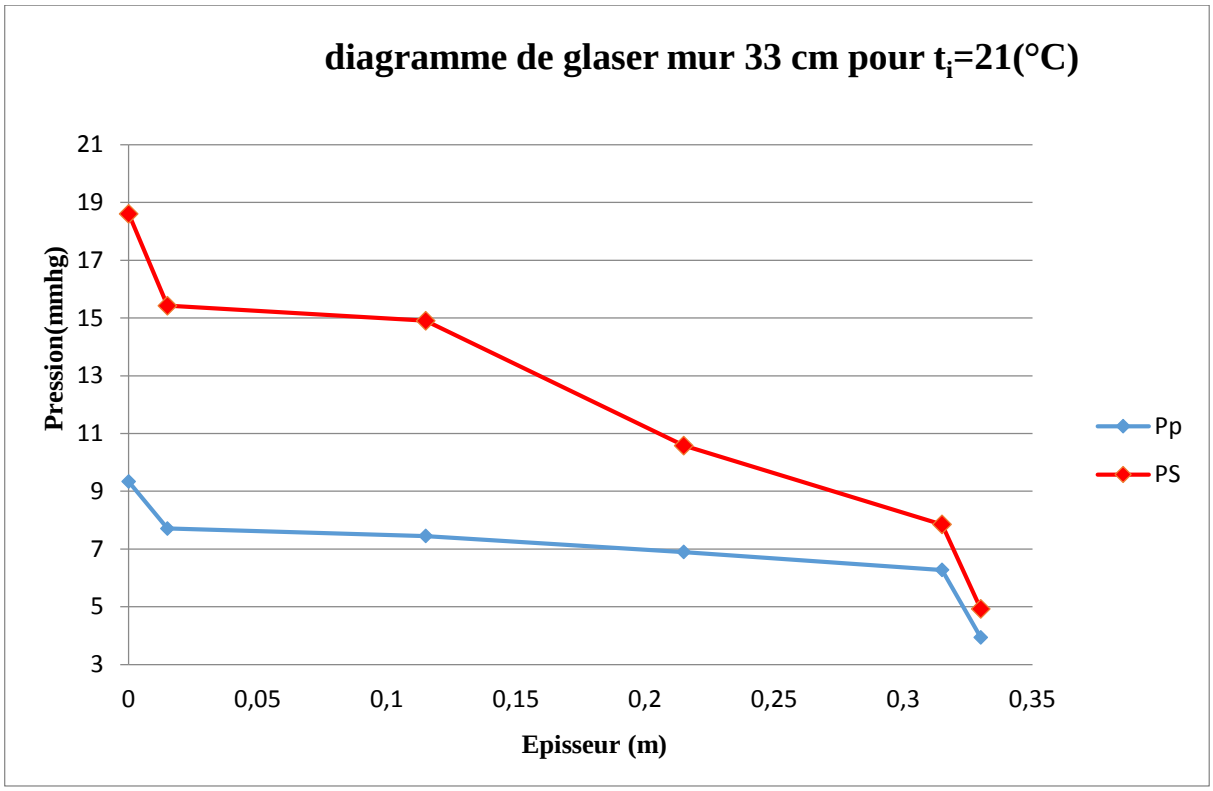


Figure (II-12) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=21(°C)

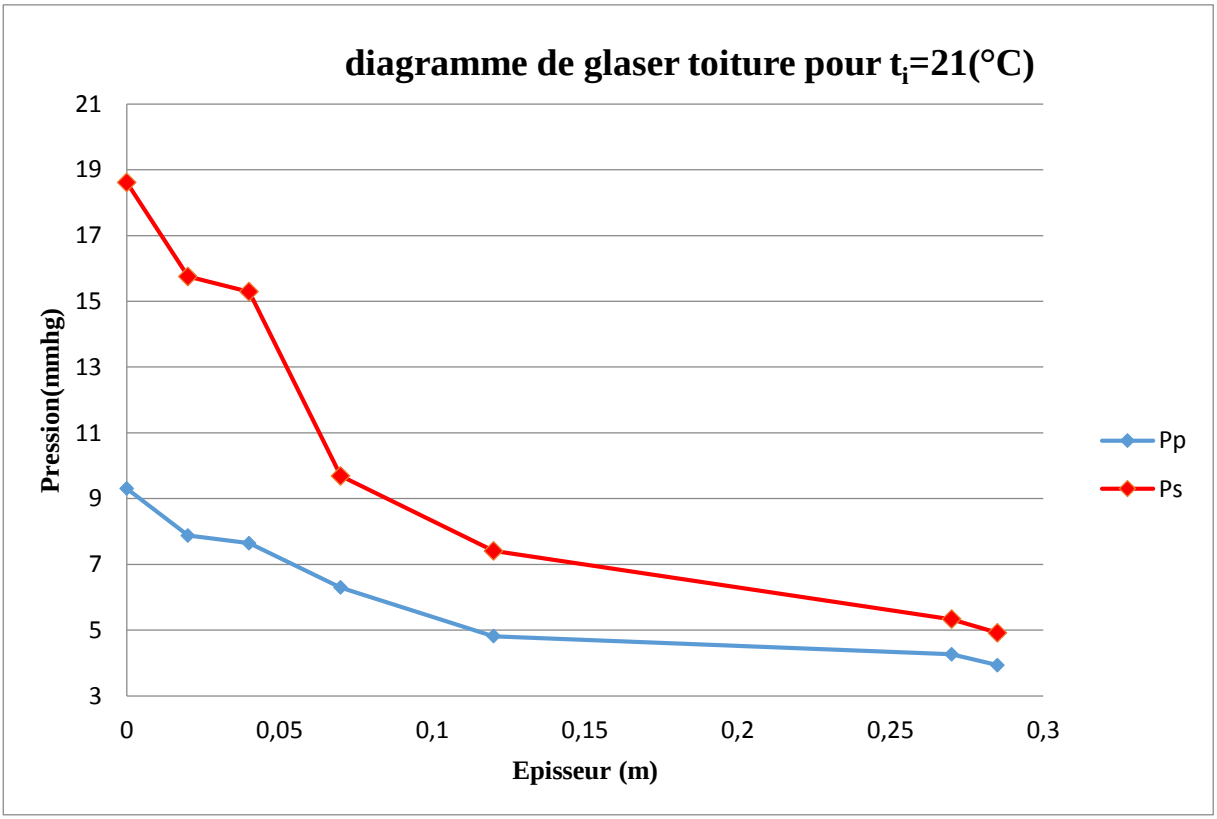


Figure (II-13) : Diagramme de GLASER pour toiture pour t_i=21(°C)

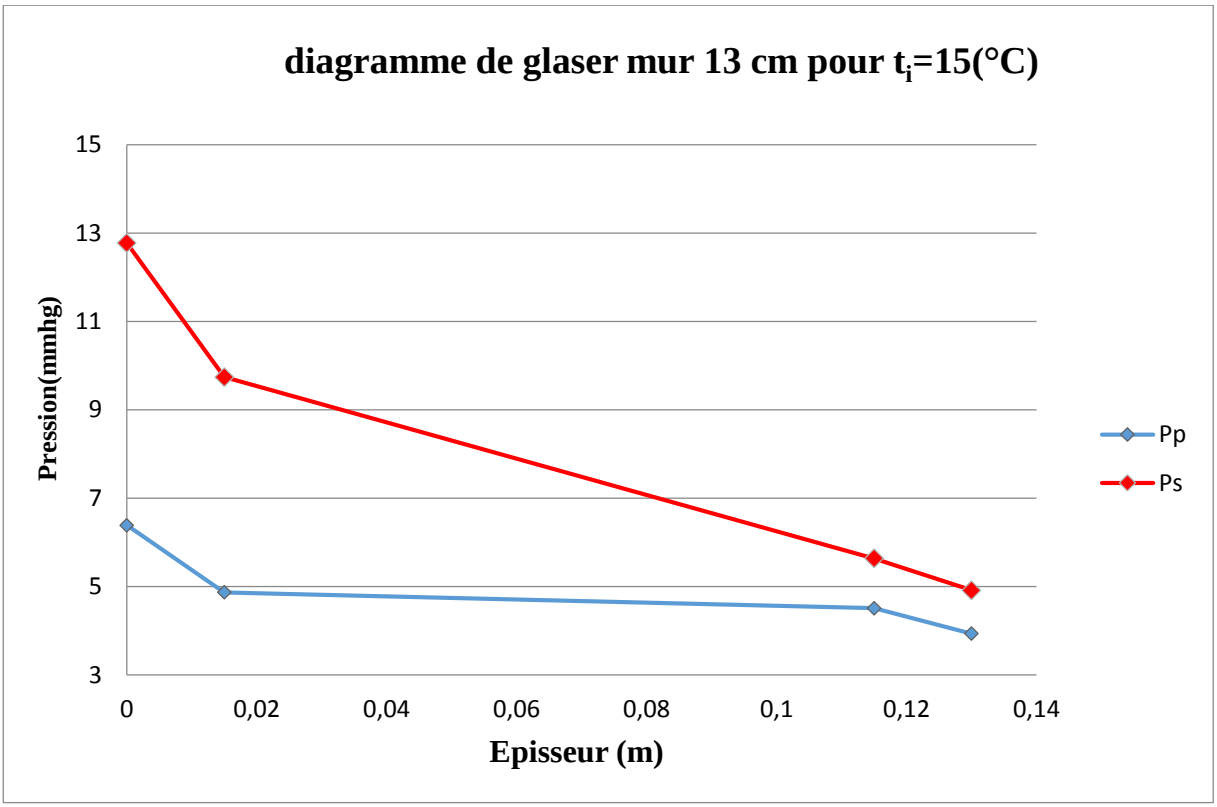


Figure (II-14) : Diagramme de GLASER pour mure ext 13 cm pour t_i=15(°C)

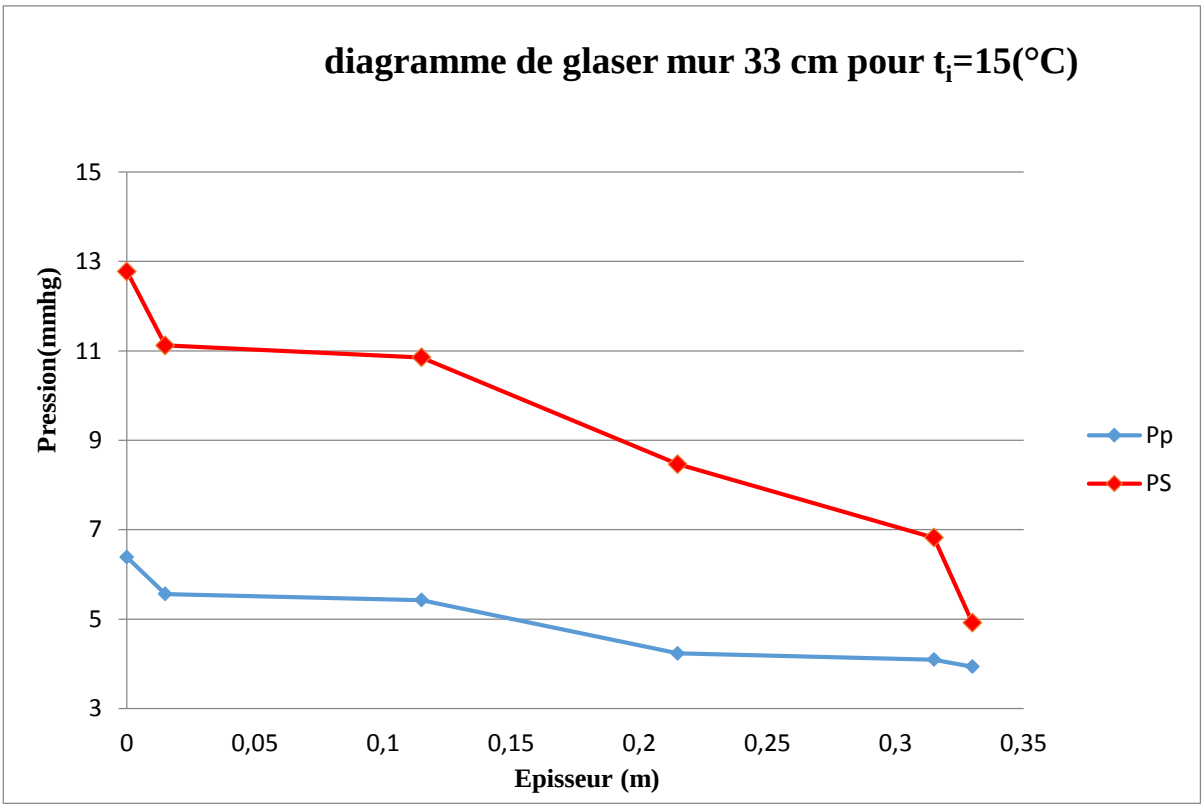


Figure (II-15) : Diagramme de GLASER pour mure ext 33 cm pour t_i=15(°C)

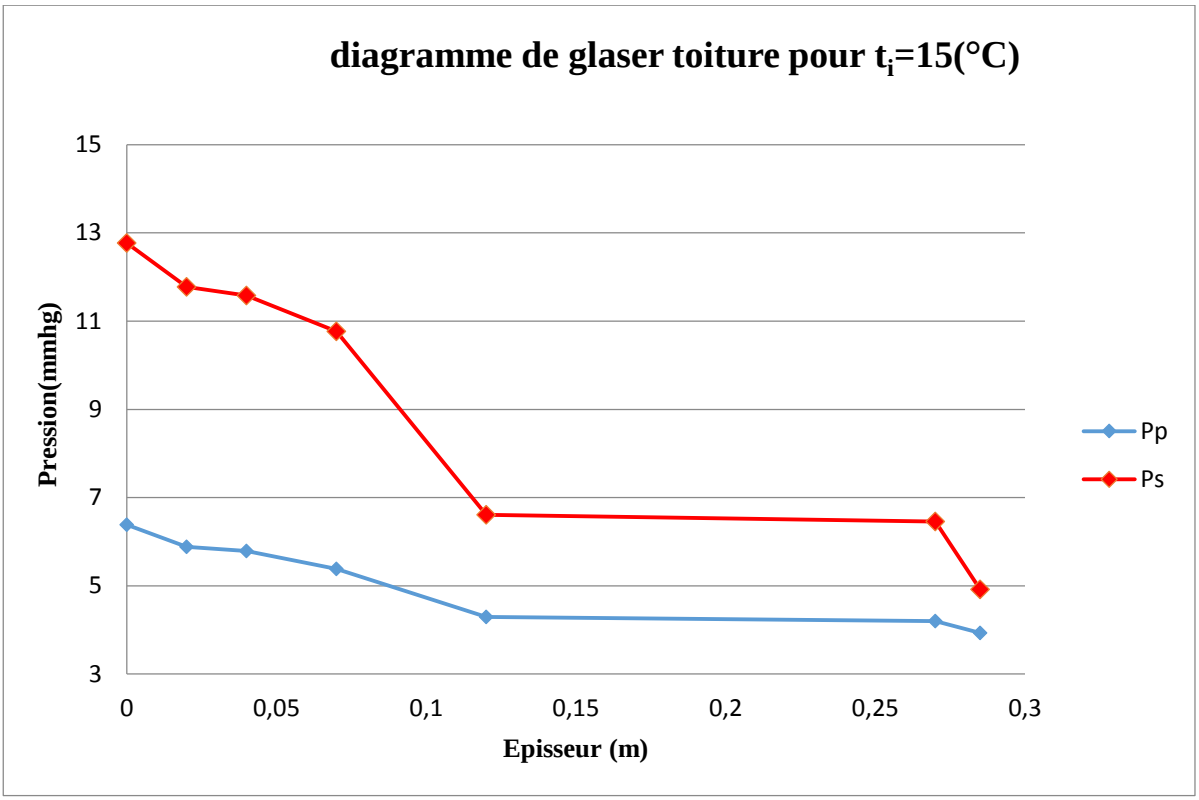


Figure (II-16) : Diagramme de GLASER pour toiture pour t_i=15(°C)

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.

III.1) INTRODUCTION

Le calcul de la quantité des calories nécessaire à l'installation mettant en œuvre les techniques du chauffage central, que ce soit pour fournir de la chaleur chauffage.

III.2) CALCUL LES BESOINS CALORIFIQUES LES DEPERDITIONS :

On distingue deux types de déperditions : d'après **[3]**

III.2.1) déperdition par transmission :

Les déperditions par transmission dépendent des éléments de l'enveloppe extérieure d'un bâtiment ou d'un local.

A partir des déperditions par transmission on obtient les besoins calorifiques correspondants en multipliant par transmission par coefficient de correction.

$$Q_{tr} = Q_0.Z \quad \text{.....(III-1)}$$

- Q_{tr} **:** Déperditions par transmission exprime en (Kcal/h).

$$Q_0=K.S\ (t_i-t_e) \quad \text{.....(III-2)}$$

- Q_0 : la perde calorifique par transmissions en (Kcal/h).
- K : coefficient de transmission global de chaleur de la paroi considérée en (Kcal/h.m^2.°C).
- S **:** surface de la paroi considérée en (m^2).
- t_i**:** température intérieur (°C).
- t_e **:** température extérieur (°C).
- Z **:** coefficient de majoration.

$$Z=1+Z_H+Z_U+Z_a=1+Z_d+Z_H \quad \text{.....(III-3)}$$

- ZH : Majoration pour l'orientation (%).
- ZU : Majoration pour interruption en (%).
- Za : Majoration.
- Zd : groupement de Za et ZU en fonction de coefficient D représentent la perméabilité thermique de l'enveloppe du local considéré.

$D= Q_0 / S_t (t_i-t_e)$……(III-4)

- **S_t :** la surface de l'enveloppe du local.

❖ **Z_H et Z_D D'après l'annexe (A.2) et (A.3)**

III.2.2) déperdition par ventilation :

La quantité de l'air qui pénètre sous l'effet du vent dans un local par les jointures des portes et des fenêtres fermées dépend des zones non étanches des parties de bâtiment situées au vent et des différences de pression entre extérieur et l'intérieur

Les besoins calorifiques pour compenser les pertes par ventilation peuvent être calculés par la relation.

$Q_v= (al)_{a.R.H} (t_i-t_e).Z_e$…..…….……...(III-5)

- Q_v **:** Déperdition par ventilation exprime en (Kcal/h).
- $\sum (al)_a$ **:** La perméabilité des fenêtres et portes au vent.
- R **:** La caractéristique du local.
- H : La caractéristique d'immeuble.
- t_i**:** température intérieur (°C).
- t_e **:** température extérieur (°C).
- Z_e : le facteur de majoration pour les fenêtres d'angles.

❖ **Ces constant sont déterminer à l'aide de l'annexe (A.4)**

III.2.3) les apports internes :

les charge dues à l'environnement intérieur sont essentiellement constituer par les dégagement au gain de chaleur et d'humidité à l'intérieur même du locaux climatiser pour obtenir un estimation valable de ces apports et limité la puissance maximal de l'installation à une valeur économique nous serons amenés à appliquer des coefficient de simultanéité à l'ensemble des gain intérieur ou à certain d'entrer eux.

Les gains intérieurs ont essentiellement pour origine

d'après **[3]**

A. Apports dues aux occupants :

L'homme peut être assimilé comme un générateur thermique dont une partie de l'énergie produite est utilisé pour maintenir constante la température intérieure du corps, l'autre partie

devant être dissipés dans les milieux ambiants sous forme de chaleur sensible ou latente par rayonnement, convection et évaporation

$Q_{oc} = Q_s + Q_l$…….. (III-6)

$Q_{oc} = N. Q_{oc}$ ……(III-7)

- N : nombre des occupants.
- Q_s : chaleur sensible dégagé par personne en (Kcal/h. personne).
- Q_L : chaleur latente en (Kcal/h. personne).

❖ **Q_s et Q_L D'après l'annexe (A.5)**

B. Apports dus aux machines électriques :

Les machines électriques que l'on peut rencontrer dans les locaux climatiser sont très diverses, en raison de leur fonctionnement à l'intérieur même du local climatiser, elles émettent tous une certaine quantité de chaleur dans l'ambiance.

$Q_M = 0.86.N. \psi$ ……(III-8)

- N : puissance de machine électrique en (KW).
- ψ : coefficient d'utilisation [0.30 ; 0.95].

C. Apports dus à l'éclairage :

En raison du fonctionnement de éclairage à l'intérieur même des locaux climatiser, on considère que toute l'énergie électrique consommée se transforme intégralement en chaleur, cette chaleur dégagée par convection rayonnement, la proportion de chaleur émise dépend de type de luminaire utilisé incandescence ou fluorescence.

Si l'éclairage fluorescent on fait une majoration de 20%.

$Q_{écl} = 0.86.N. \xi .S$……..……..……...(III-9)

- N : puissance installé par 1 m^2 de surface en (KW/m^2)

Est tiré d'après (3).

- ξ : coefficient de simultanéités [0 ; 1].
- $Q_{éc}$: Apports dû à l'éclairage en (Kcal/h).
- S : surface du plafond en (m^2).

III.3) APPLICATION AU PROJET <LOCAL E2-06> (hiver) :

1- les déperditions par transmission :

$Q_{tr}= Q_0 .Z$

- Mur ext (13cm) ver sud est : $Q_1= K.S (t_i-t_e)= (1.066).(11.85).(20)= 252.64$ Kcal/h
- Mur ext (13cm) ver nord est : $Q_2= K.S (t_i-t_e)= (2.07).(7.02).(20)= 379.08$Kcal/h
- Mur itr1 (13cm) : $Q_3= K.S (t_i-t_e)= (1.706).(4.5).(6)= 55.27$ Kcal/h.
- Mur itr2 (13cm) : $Q_4= K.S (t_i-t_e)= (1.706).(7.92).(6)= 81.06$ Kcal/h
- Mur itr2 (13cm) : $Q_5= K.S (t_i-t_e)= 0$ Kcal/h
- Toiture : $Q_6= K.S (t_i-t_e)= (0.634).(18.98).(20)= 240.66$ Kcal/h
- Fenêtre ext orienté vers le sud : $Q_7= K.S (t_i-t_e)= (5).(1.12)\ (20)=112.00$ Kcal/h.
- Plancher : $Q_8= 0$ Kcal/h.
- Porte intérieur : $Q_9= K.S (t_i-t_e)= (2).(1.98)\ (6)= 23.76$ Kcal/h.
- Porte balcon : $Q_{10}= K.S (t_i-t_e)= (5).(1.76)\ (20)= 176.00$ Kcal/h.

$Q_0= \sum Q_i = 1320.77$ Kcal/h.

Z_h=mur $_{ext}$ vers le sud $Z_h= -5\%$.

$D= Q_0 /(S_t.\ t)=430.20/56.12(20) = 0.38$ MOD(II) $Z_D=15\%$.

Z=1-(0.05) + (0.15)=1.1

$Q_{tr}= 1320.77\ (1.1)=1451.27$ Kcal/h.

2- les déperditions par ventilation :

$Q_v=\sum$ al.R.H $(t_i-t_e).Z_e$ $t_t=1$; $t_i=21$

L=2[(1.4+0.8) + (0.9+2.2)] = 10.60 m

$\sum al = (1.06).(3)=31.8$ m

Fenêtre bois simple : a=3

$S_{f,\ ext}/S_{p,\ int}=3.1/1.98 = 1.5656 < 3$

$R^*= 0.9$

Porte intérieur non étancher

Fenêtre bois

Région normal, site découverte maison d'aliment. $H^*=0.41$ fenêtre

normal $Z_e^*=1$.

$Q_v= (31.8)(0.9)(0.41)(21-1)1 = 225.68$ kcal/h.

3- les apports intérieurs :

A. Les apports par éclairages

Q_{ec}=0.8ξ.N.S =(0.86)(0.4)8(18.98)=52.20 Kcal/h.

B. Apports dus aux machines électriques :

Q_M= 0.86.N. ψ = (0.86)(200) = 172 Kcal/h

C. les apports par les occupants :

Q_s=n.85=2.75=150 kcal /h

Q_l =n.55=2.25=50 kcal /h.

W_{occ}=n .w =2.60=120g/L.

Q_{tot}= Q_M +Q_{ec+} Q_s + Q_l - Q_{tr-} Q_v= -(1451.27)-(225.68)+(150)+(50)+(52.20)+(172)

Q_{tot}= -1282.75 Kcal/h

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

Tableau (III-1) : bilan thermique et massique (rez-de-chaussée)

LOCAL	DEPERDITION		APPORET INTERIEUR						Qtot
			APPORET OCCUPANTS					Qmel	
	Qtr	Qv	Nbr	Qs	QL	W	Qecl		
-	Kcal /h	Kcal /h	-	Kcal /h	Kcal /h	g/L	Kcal /h	Kcal /h	Kcal /h
R 01	16185.36	1205.40	25	2125	1375	2250	522.88	172	-13195.89
R 02	9293.22	478.72	20	1700	1100	1800	350.32	215	-6406.62
R 03	2540.67	162.73	3	255	165	270	54.59	-	-2228.21
R 04	4405.50	309.36	15	1275	825	1350	109.20	86	-2419.66
R 05	2437.20	162.73	3	255	165	270	54.59	-	-2135.64
R 06	2670.06	162.73	6	510	330	540	70.45	344	-1578.34
R 07	376.64	162.73	2	170	110	180	16.51	86	-156.80
R 08	153.29	162.73	2	170	110	180	16.61	86	49.98
R 09	1131.36	162.73	3	255	165	270	44.03	86	-744.06
R 10	1157.17	162.73	2	170	110	180	60.68	86	-893.22
R 11	1106.00	162.73	2	170	110	180	42.35	172	-780.38
R 12	1006.83	162.73	2	170	110	180	56.46	172	-661.10
R 13	553.30	162.73	1	85	55	90	49.41	-	-526.62
R 14	3246.03	540.71	6	510	330	540	220.16	320	-2406.60
R 15	2624.28	162.73	10	850	550	900	128.24	172	-1186.77
R 16	-828.30	-	7	595	385	630	351.90	86	9700.7

❖ **Pour les locaux R8 et R16 non chauffe**

Tableau (III-2) : bilan thermique et massique (1er étage)

LOCAL	DEPERDITION		APPORET INTERIEUR						Qtot
			APPORET OCCUPANTS					Qmel	
	Qtr	Qv	Nbr	Qs	QL	W	Qecl		
-	Kcal /h	Kcal /h	-	Kcal /h	Kcal /h	g/L	Kcal /h	Kcal /h	Kcal /h
E1-01	2024.08	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-1843.91
E1-02	926.28	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-726.11
E1-03	926.28	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-726.11
E1-04	926.28	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-726.11
E1-05	973.68	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-773.51
E1-06	1413.70	225.68	2	150	50	80	53.85	172	-1214.53
E1-07	1449.97	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-1228.08
E1-08	665.65	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-443.76
E1-09	665.65	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-443.76
E1-10	546.47	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-324.58
E1-11	599.76	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-377.87
E1-12	581.99	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-360.10
E1-13	546.46	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-324.57
E1-14	887.70	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-665.81
E1-15	1268.10	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-1080.92
E1-16	967.78	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-780.60
E1-17	858.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-671.81
E1-18	858.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-671.81
E1-19	858.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-671.81
E1-20	1010.98	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-823.80
E1-21	708.68	194.83	1	75	25	40	27.52	172	-603.99
E1-22	708.68	194.83	1	75	25	40	27.52	172	-603.99
E1-23	1837.39	225.68	2	150	50	80	89.10	172	-1601.97
E1-24	1548.09	225.68	2	150	50	80	89.10	172	-1312.26
E1-25	1479.85	225.68	2	150	50	80	89.10	172	-1244.43
E1-26	1479.85	225.68	2	150	50	80	89.10	172	-1244.43
E1-27	1476.56	225.68	2	150	50	80	89.10	172	-1241.14
E1-28	1661.20	225.68	2	150	50	80	44.94	172	-1469.94
E1-29	7285.25	-	3	225	75	120	498.66	-	-6366.53

Tableau (III-3) : bilan thermique et massique (2eme étage)

LOCAL	DEPERDITION		APPORET INTERIEUR						Qtot
			APPORET OCCUPANTS					Qmel	
	Qtr	Qv	Nbr	Qs	QL	W	Qecl		
-	Kcal /h	Kcal /h	-	Kcal /h	Kcal /h	g/L	Kcal /h	Kcal /h	Kcal /h
E2-01	2332.78	225.68	2	150	50	80	52.20	172	-2134.24
E2-02	1212.98	225.68	2	150	50	80	52.20	172	-1014.46
E2-03	1212.98	225.68	2	150	50	80	52.20	172	-1014.46
E2-04	1212.98	225.68	2	150	50	80	52.20	172	-1014.46
E2-05	1212.98	225.68	2	150	50	80	52.20	172	-1014.46
E2-06	1451.27	225.68	2	150	50	60	52.20	172	-1282.75
E2-07	1565.61	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-1344.02
E2-08	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-09	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-10	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-11	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-12	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-13	773.22	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-551.33
E2-14	1114.44	194.83	2	150	50	80	44.72	172	-892.55
E2-15	1476.02	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-1288.82
E2-16	1066.92	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-879.74
E2-17	1062.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-879.74
E2-18	1062.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-879.74
E2-19	1062.99	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-879.74
E2-20	1218.92	225.68	2	150	50	80	40.86	172	-1031.74
E2-21	866.70	194.83	1	75	25	40	27.52	172	-761.01
E2-22	866.70	194.83	1	75	25	40	27.52	172	-761.01
E2-23	5303.76	-	3	225	75	120	406.17	-	-4597.59

IV.1) CHOIX DE SYSTEME DE CHAUFFAGE :

Le chauffage répond à un besoin physiologique de confort des individus. En matière industrielle, il permet la transformation des matières et le chauffage de procès industriel.

Dans le bâtiment, un équipement de chauffage assure le confort thermique des utilisateurs Il répond également à leurs besoins en termes de fourniture d'eau chaude sanitaire. Le chauffage comprend généralement un générateur comme une chaudière ou une pompe à chaleur, ... qui alimente un ou plusieurs émetteurs de chaleur comme des radiateurs ou un plancher chauffant. Ceux-ci transmettent la chaleur produite dans le local à chauffer. Cette même chaudière ou cette même pompe à chaleur pouvant produire également de l'eau chaude sanitaire.

Dans le cas général, le générateur est une chaudière gaz, fioul, ou bois et fournit de l'eau chaude à une température maximum inférieure à 90°. L'eau chaude de chauffage pouvant également être produite grâce à une énergie renouvelable avec par exemple des panneaux solaires thermiques. Cette eau chaude de chauffage peut également être produite par une pompe à chaleur générant de l'eau chaude à plus basse température (souvent inférieure à 60°C) eu égard aux performances du système thermodynamique de la pompe à chaleur. D'après **[4]**

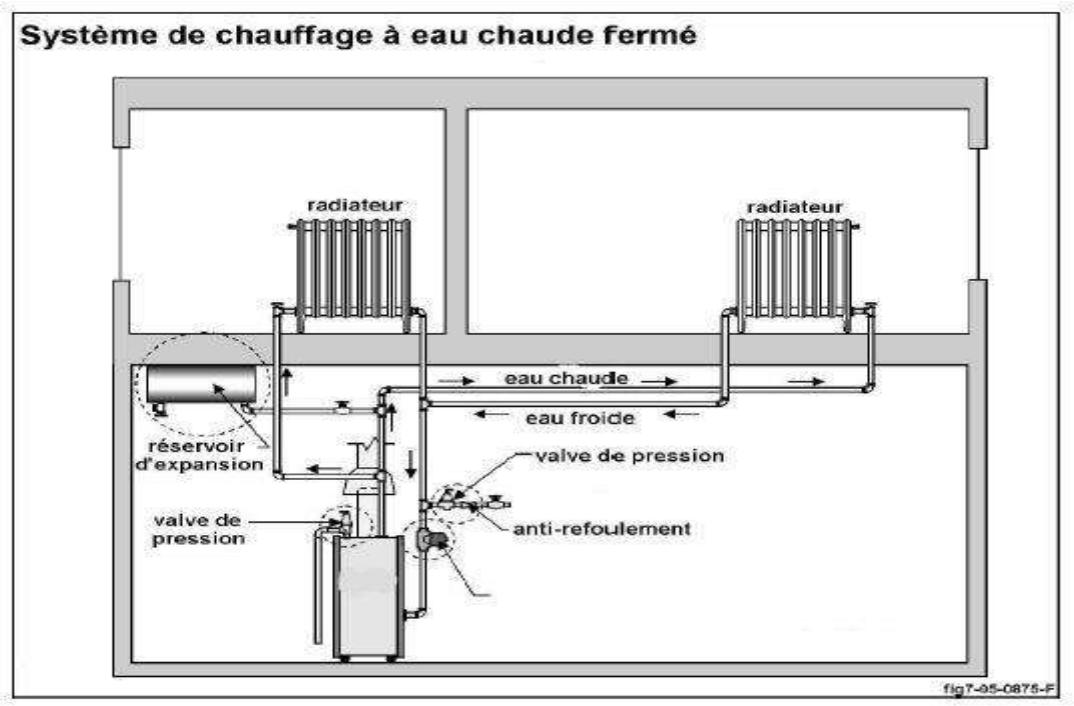


Figure (IV-1) : chauffage à eau chaude de type fermé

Les différents modes de chauffage :

- ✓ Le chauffage électrique dispose d'une large gamme d'appareils (convecteurs, panneaux rayonnants, etc.). Les deux principaux avantages de ces machines : l'installation est peu onéreuse et leur utilisation est simple, notamment grâce aux dispositifs de régulation et de programmation présents.
- ✓ Le chauffage au gaz est sans aucun doute plus économique et écologique que l'électricité. Le rendement de ce type d'appareil est intéressant. Il s'agit d'un mode de chauffage efficace très rapidement et longtemps.
- ✓ Le chauffage au fioul diffuse rapidement une chaleur homogène qui durera toute la journée. Il s'agit d'une bonne alternative en cas de non raccordement au gaz de ville. Malheureusement, ce n'est pas la solution la plus économique, le coût d'installation est important et le prix du fioul ne cesse d'augmenter.
- ✓ Le chauffage au bois peut se faire avec un poêle ou une cheminée. C'est un mode de chauffage très écologique au pouvoir calorifique important. Sans prix varie peu et, avec un récupérateur de chaleur, il offre un bon rendement.
- ✓ Le chauffage solaire a comme principal atout d'utiliser une énergie gratuite et très écologique. Cependant son installation est très coûteuse et vous aurez sûrement besoin d'un chauffage d'appoint pour rattraper les fréquents décalages entre les besoins en chaleur et la production réalisée.
- ✓ La pompe à chaleur restitue plus d'énergie que celle consommée. Sauf lorsqu'il fait grand froid où le rendement est moins efficace. Il vous sera donc peut-être utile d'ajouter un chauffage d'appoint. Elle est moins polluante que le chauffage électrique et surtout plus économique à l'utilisation

IV.2) CHOIX DES RADIATEURS :

IV.2.1) les radiateurs :

Un radiateur de chauffage est un échangeur thermique qui diffuse dans l'air ambiant par rayonnement et convection la chaleur qui lui a été apportée par un flux de chaud qui circule à l'intérieur ou par effet Joule. Les radiateurs sont conçus de façon à diffuser le plus possible de chaleur, ce qui explique leurs formes souvent complexes dessinées à exposer le maximum de surface chaude au contact de l'air ambiant.

Il existe plusieurs types de radiateurs : radiateur en fonte, radiateur à ailettes en alliage, radiateur à accumulation, panneau rayonnant, radiateur décoratif, radiateur soufflant, à gaz, etc…



Figure (IV-2) : radiateur

V.2.2) puissance thermique d'un radiateur :

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

$$P=h.s.\ \Delta T_n \quad \text{……..…(IV-1)}$$

- H : est le coefficient de déperditions thermique de la pièce (W/K).
- S : est la surface d'échange du radiateur (m^2).
- ΔT_n : est la déférence de température normalisée du corps de chauffe, et ayant pour valeur générale 60 (°C)

$$\Delta T_n = [(T_d-T_r)/2]-T_i \quad \text{…… (IV-2)}$$

Pour notre projet on va prendre : T_d=90 ℃ ; T_r=70℃.

A.N :

$\Delta T_n = [(90+70)/2]-21$

$\Delta T_n = 59℃$

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

$$P_{corps\ de\ chauffe} = dep/\{(T_d-T_r)/\ln[(T_d-T_r/T_r-T_i).1/\Delta T_n]\}^n \ldots\ldots\ldots \text{(IV-3)}$$

n la coefficient de correction pour les radiateurs pris en général 0.287.

❖ **Avec : 1 Kcal/h = 1.1625 W**

Exemple de calcul :

Soit local **E1-01** de surface 19.56 m^2, ayant pour valeur des déperditions 2138.93 W avec $\Delta T = 59℃$

On doit faire une correction :

$P_{corps\ de\ chauffe} = dep/\{(T_d-T_r)/\ln[(T_d-T_r/T_r-T_i).1/\Delta T_n]\}^n$

D'où la puissance de notre radiateur sera P = 2213.15 w

Pour notre cas on choisi une radiateure d'après **[5]** le catalogua **CHAPEE ANTHEA** acier tubulaire

De puissance nominale p_n= 2352 W

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

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

Local	T_i (°C)	ΔT (°C)	Déperdition (W)	Puissance radiateur (W)	N° de radiateur	Modale	Puissance nominale (w)
R-01	21	59	15307.22	15838.37	6	4T	2694
R 02	21	59	7431.68	7689.55	4	2T	1932
R 03	21	59	2585.42	2675.13	1	4T	2694
R 04	21	59	2806.80	2904.20	2	2T	1483
R 05	21	59	2477.34	2563.30	1	4T	2644
R 06	21	59	1830.87	1894.40	2	2T	950
R 07	21	59	181.96	188.27	1	2T	375
R 09	21	59	863.11	893.06	1	3T	897
R 10	21	59	1036.13	1073.09	1	3T	1081
R 11	21	59	905.24	936.65	1	2T	950
R 12	21	59	766.88	793.49	1	2T	799
R 13	21	59	610.88	632.08	1	2T	665
R 14	15	65	2791.63	2544.32	2	3T	1282
R 15	21	59	1260.65	1304.40	2	2T	665

Tableau (IV-2) : les puissances des radiateurs (1er étage)

Local	T_i (°C)	ΔT (°C)	Déperdition (W)	Puissance radiateur (W)	N° de radiateur	Modale	Puissance nominale (w)
E1-01	21	59	2138.93	2213.15	1	4T	2358
E1-02	21	59	842.28	871.51	1	3T	897
E1-03	21	59	842.28	871.51	1	3T	897
E1-04	21	59	842.28	871.51	1	3T	897
E1-05	21	59	897.21	929.40	1	2T	950
E1-06	21	59	1408.85	1457.74	1	2T	1485
E1-07	21	59	1424.57	1474.00	1	2T	1485
E1-08	21	59	514.76	532.62	1	2T	570
E1-09	21	59	514.76	532.62	1	2T	570
E1-10	21	59	376.51	389.57	1	2T	475
E1-11	21	59	438.33	453.54	1	2T	475
E1-12	21	59	417.71	432.21	1	2T	475
E1-13	21	59	376.50	389.56	1	2T	475
E1-14	21	59	772.34	799.14	1	2T	825
E1-15	21	59	1253.87	1297.38	1	4T	1347
E1-16	21	59	905.49	936.92	1	2T	950
E1-17	21	59	779.30	806.34	1	2T	825
E1-18	21	59	779.30	806.34	1	2T	825
E1-19	21	59	779.30	806.34	1	2T	825
E1-20	21	59	955.61	988.76	1	4T	1010
E1-21	21	59	700.63	724.94	1	2T	760
E1-22	21	59	700.63	724.94	1	2T	760
E1-23	21	59	1858.28	1922.76	1	2T	1932
E1-24	21	59	1522.70	1575.53	1	2T	1656
E1-25	21	59	1443.54	1493.63	1	4T	1516
E1-26	21	59	1443.54	14.93.63	1	4T	1516
E1-27	21	59	1439.72	1489.68	1	4T	1516
E1-28	21	59	1705.13	1464.30	1	4T	1852
E1-29	15	65	7385.24	6731.03	4	4T	1684

Tableau (IV-3) : les puissances des radiateurs (2eme étage)

Local	T_i (°C)	ΔT (°C)	Déperdition (W)	Puissance radiateur (W)	N° de radiateur	Modale	Puissance nominale (w)
E1-01	21	59	2475.71	2567.18	1	4T	2694
E1-02	21	59	1177.12	1217.60	1	2T	1256
E1-03	21	59	1177.12	1217.60	1	2T	1256
E1-04	21	59	1177.12	1217.60	1	2T	1256
E1-05	21	59	1177.12	1217.60	1	2T	1256
E1-06	21	59	1487.99	1539.62	1	3T	1544
E1-07	21	59	1559.06	1613.16	1	2T	1656
E1-08	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-09	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-10	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-11	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-12	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-13	21	59	639.54	661.73	1	2T	665
E1-14	21	59	1035.36	1071.28	1	3T	1081
E1-15	21	59	1495.05	1546.93	1	2T	1656
E1-16	21	59	1020.49	1055.90	1	3T	1081
E1-17	21	59	1020.49	1055.90	1	3T	1081
E1-18	21	59	1020.49	1055.90	1	3T	1081
E1-19	21	59	1020.49	1055.90	1	3T	1081
E1-20	21	59	1196.81	1238.34	1	2T	1256
E1-21	21	59	888.77	913.40	1	2T	914
E1-22	21	59	888.77	913.40	1	2T	914
E1-23	15	65	5333.20	4860.74	3	2T	1656

IV.3) CHOIX DE LA CHAUDIERE :

IV.3.1) calcule de la puissance de chaudière à installer :

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

$P_{chaudiére}=1,1.P_{corps\ de\ chauffe}$ ……..……...(IV-4)

A.N : $P_{chaudiére}= 1,1.109070 = 119977$ W

$P_{chaudiére}= 119977$ W = 119,977 KW

Pour notre cas on a choisi une chaudière qui alimentant les circuits d'après **[6]** le catalogue **CHAPEE** notre choix c'est porté la chaudière de type C 120 :

Tableau (IV-4) : la caractéristique de la chaudière

Modèle	ARIZONA PROGRESS C 120
Puissance calorifique nominale (KW)	120
Type générateur	Chauffage
Contenance en eau (L)	270
Température de fumée (°C)	175
Raccordement départ/retour (mm)	50 /50
Diamètre de sorte de fumée (mm)	180
Poids (Kg)	539



Figure (IV-3) : chaudière du groupe CHAPEE

IV.4) DIMENSIONNEMENT DE LA CHEMINE :

IV.4.1) la 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 dessus 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-4) : cheminé

IV.4.2) dimensionnement de la chemine :

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

$h_{chemine}$=h.(ρ_e - ρ_i)……………………………….…………….(IV-5)

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

Il est donne par la formule suivent :

$h=h_B+1$……(IV-6)

- h_B : représente la hauteur du bâtiment (m)
- ρ_e : représente la masse volumique de l'air extérieur (kg/m^3)
- ρ_i : représente la masse volumique des gaz combustion (kg/m^3)

$S_{chemine} = P_{chaudiére} / [(10^6 . (h/10)^{0.5}]$…… (IV-7)

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

IV.4.3) application au projet :

On a la hauteur de notre HOTEL est à 14 m ce qui nous donne $h_{cheminé}$=15 m.

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

A.N : h=15 (1.293- 0.927) =5.49 mec. .

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

On a h= 45.49 mec et on a $P_{chaudiére}$ = 120 KW

Donc S= 0.16m^2.

IV.5.) LA CHAUFFERIE :

IV.5.1) la chaufferie :

Une chaufferie est un local technique abritant la (ou les) chaudière(s), et les équipements destinés à assurer le bon fonctionnement du chauffage et souvent la production et le stockage de l'eau chaude sanitaire (ECS).

IV.5.2) 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 :

$$S_{ouverture\ haute} = S_{chemine}/2 \quad \text{.....(IV-8)}$$

$$S_{ouverture\ basse} = S_{chemine} + S_{ouverture\ haute} \quad \text{.....(IV-9)}$$

A.N: $S_{ouverture\ haute} = 0.16/2 = 0.8\ m^2$

$S_{ouverture\ basse} = 0.8 + 016 = 0.24\ m^2$

IV.6) CHOIX DU VASE D'EXPANSION :

Dans tous les circuits de chauffage, on doit placer un vase d'expansion qui est en communication permanent avec les circuits de chauffage, il est pour but :

- L'expansion de l'eau contenue dans l'installation ;
- Couvrir les pertes et assurer le dégazage.

IV.6.1) calcul du volume nominal minimal du vase d'expansion :

Le volume de vase d'expansion V_n se calcule d'après la relation suivante :

$$V_n = (\Delta V_i + V_r) \cdot [(P_f + 1)/(P_f - P_i)] \quad \text{.....(IV-10)}$$

- ΔV_i : représente l'augmentation du volume initial d'eau de l'installation pris à la température de référence moyenne de 10 °C (L)
- V_r : représente la contenance résiduelle en eau de l'installation, elle est au minimum égal à **5%** de la contenance de l'installation à 10 °C (L)

On a :

$$\Delta V_i = n \cdot V_i \quad \text{.....(IV-11)}$$

- n : représente le pourcentage de dilatation de l'eau, la valeur de n est donnée dans le tableau suivant :

Tableau (IV-5) : la valeur de **n**

T_a (°C)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
n %	0.40	0.75	1.17	1.67	2.24	2.86	3.55	4.31	5.11	5.99

- Ta : la température d'aller (°C).

$$P_f = P_{do} + \Delta P_{do} \quad \text{(IV-12)}$$

- P_f : représente la pression finale de l'installation, inferieure à la pression d'ouverture de la soupape de sécurité (bar).
- P_{do} : représente la pression de début d'ouverture la soupape (souvent appelée pression de tarage) ; N'excède pas 2.5 bar (bar).
- ΔP_{do} : représente la différence de pression entre la pression de l'installation et la pression de début d'ouverture la soupape. En règle générale dans ces cas des installations de chauffage on prend ΔP_{do} = 0.5 bar (bar).

$$P_i = P_{st} + P_v \quad \text{(IV-13)}$$

- P_i : représente la pression initiale de l'installation (bar)
- P_{st} : représente la pression statique de l'installation (bar)
- P_v : représente la pression de vaporisation, elle est égale à 0 lorsque la température ne dépasse pas 100 °C.

$$P_{st} = 0{,}1 . \Delta h \quad \text{(IV-14)}$$

- Δh : étant égale à la différence d'altitude entre le point le plus haute de l'installation et le point ou se trouve la tubulure de raccordement du vase d'expansion (m)

❖ **Puisque 1m de colonne d'eau égale à 0.1 bar**

IV.6.1) application au projet :

Calcul : $\Delta V_i = n . V_i$, avec n= 3.55 % à T_{aller} = 90 °C.

On à $V_i = V_{chaudière} + V_{radiateurs} + V_{conduites}$

$V_{chaudière}$ = 270 L

$V_{radiateurs}$ = 1429 L

$V_{conduites}$ = 3618.94 L

Donc V_i = 3888.94 L = 3.88894 m^3

ΔV_i = 3.55 . 3888.94 = 138.05 L

Calcul V_r = 0.005 . 3888.94 = 19.44 L

Calcul P_f = 2.5-0.5 = 2 bar

Calcul $P_i = P_{st} + P_v$

Avec P_{st} = 0.1 . 11.7 = 1.17 bar et P_v = 0 bar lorsque la température ne dépasse pas 100 °C.

Donc P_i = 1.17 + 0 = 1.17 bar

Enfin calculons le volume de notre vase d'expansion :

V_n = (138.05+19.44).[(2+1)/(2+1.17)] = 149.04 L

D'après **[7]** le catalogue de **RESERVOIRS** on sélectionne une vase d'expansion de type :

Tableau (IV-6) : la caractéristique de la vase d'expansion

Le modèle	**RESERV-150L-6B-VT-M**
Réf. Article	**4000155**
Capacité en litre	**150**
Hauteur en (mm)	**970**
Diamètre de raccordement	**510**
La pression de service en bar	**6**



Figure (IV-5) : vase d'expansion

V.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]**

V.2) BOUCLE REGULATION :

Une boucle de régulation comprend :

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

V.3) APPARAIELS DE REGULATION UTILISER DANS LE SYSTEME DE CHAUFFAGE :

V.3.1) Thermostat :

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



Figure (V-1) : thermostat numérique

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



Figure (V-2) : sonde de température

V.3.3) vanne :

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 a 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 entrées et deux sortie.



Figure (V-3) : une vanne à trios vois

VI-4) CHOIX DU MODE DE REGULATION :

Parmi les modes de régulation, il existe :

V.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.

V.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]**

V.5) APPLICATION AU PROJET :

On prévoie deux sondes, l'une à l'extérieur et l'autre placée sur le circuit de l'eau chaude (l'aller).Ce mode de régulation consiste à maintenir la température de départ de l'eau et la température ambiante constante.

Les deux sondes transmettent leurs indications au régulateur R qui les compare à celle de consigne, et donne au brûleur ou à la pompe pour ajuster selon les bosons de débit d'eau chaude, et ou servomoteur qui agit sur la vanne à trois voies pour faire le mélange.

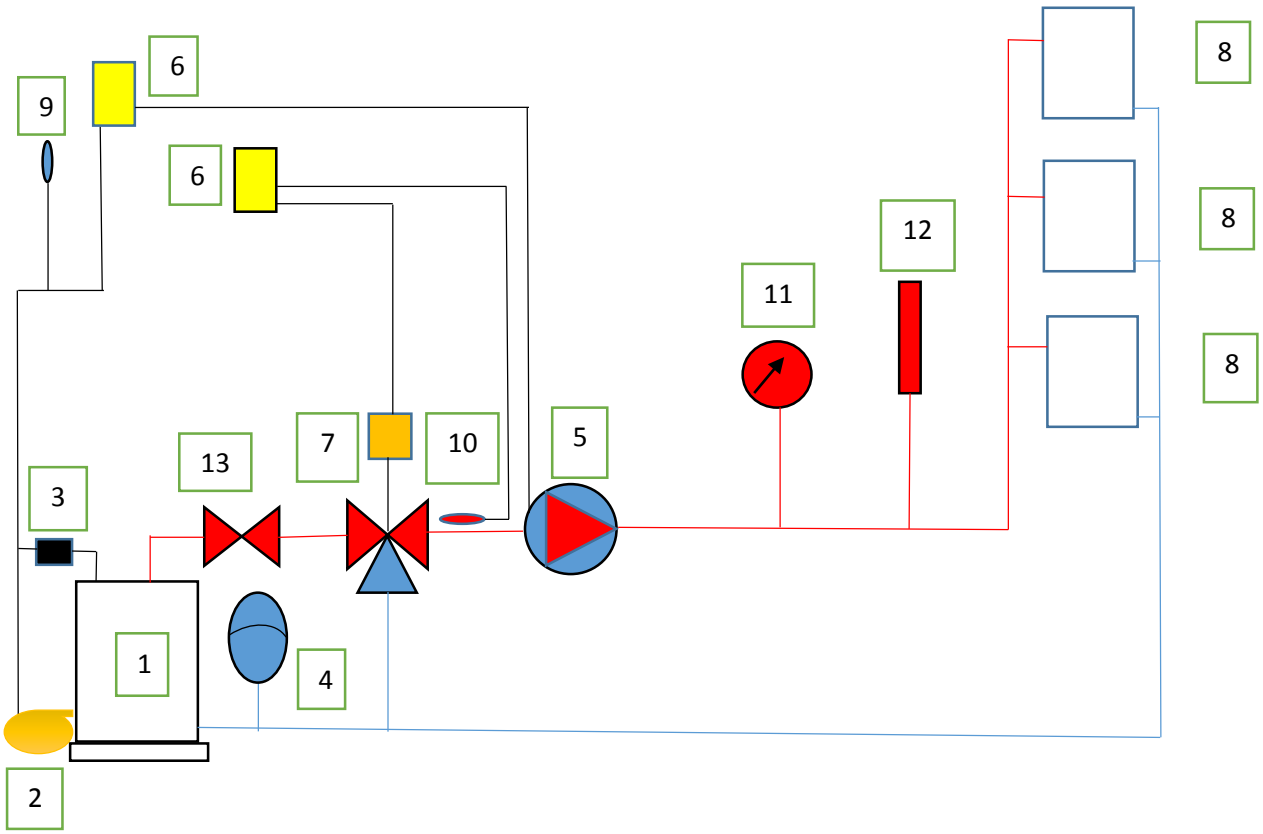


Figure (V-4) : schéma de principe de l'installation de chauffage

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

VI.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]**

VI.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.

VI.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.

VI.2) CALCUL DU RESEAU 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]**

VI.3) LES PERTES DE CHARGES LINEAIRES ET LES PERTES DE CHARGE SINGULIERES :

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 :

$$\Delta P_L = \lambda \cdot L/D \cdot \rho/2\ v^2 \quad \text{.....(VI-1)}$$

- λ : représente le coefficient de perte de charge linéaire.
- L : représente la longueur de la conduite parcourue (m).
- D : représente diamètre de la conduite parcourue (m).
- P : représente la masse volumique de fluide considérée à la température T (Kg/m^3).
- v : représente la vitesse parcourue par le fluide (m/s).

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

VI.3.2) 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 :

$$\Delta P_s = \sum \xi . \rho/2\ v^2 \text{……..……....(VI-2)}$$

Pour les valeurs des singularités l'annexe.

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

$$\Delta P_T = \Delta P_L + \Delta P_s \text{……..……(VI-3)}$$

❖ Les pertes de charges exprimées en (Pa)

VI.4) CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DE NOTRE RESEAU :

VI.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]**

$$\Delta P/L = c^{et} \text{…….(VI-4)}$$

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

VI.4.2) application au projet :

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

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

An :

❖ On a **1 bar = 10 m CE** et 1 **bar = 10^5 Pa.**

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

❖ On a **1 Calo = 4.185 joule/s** et **1 joule = 1 Watt**.

Donc **1Kcal/h = 1.1625 Watt.**

Les diamètres nominaux utilisés pour le calcul sont donnée par le tableau suivant (une partie de la table de **H.Reitschell** et **W.Raiss** avec unités convertis) d'prés **[4]** :

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

Diamètre nominal (mm)	**15/21**	**20/27**	**26/34**	**33/42**	**50/50**
R (Pa/m)	**La quantité de chaleur (W) pour 20°C de différence de température + la vitesse de l'eau (m/s)**				
10	**4917.37** **0.32**	**11020.50** **0.38**	**20925** **0.44**	**44058.70** **0.50**	**117412.50** **0.70**

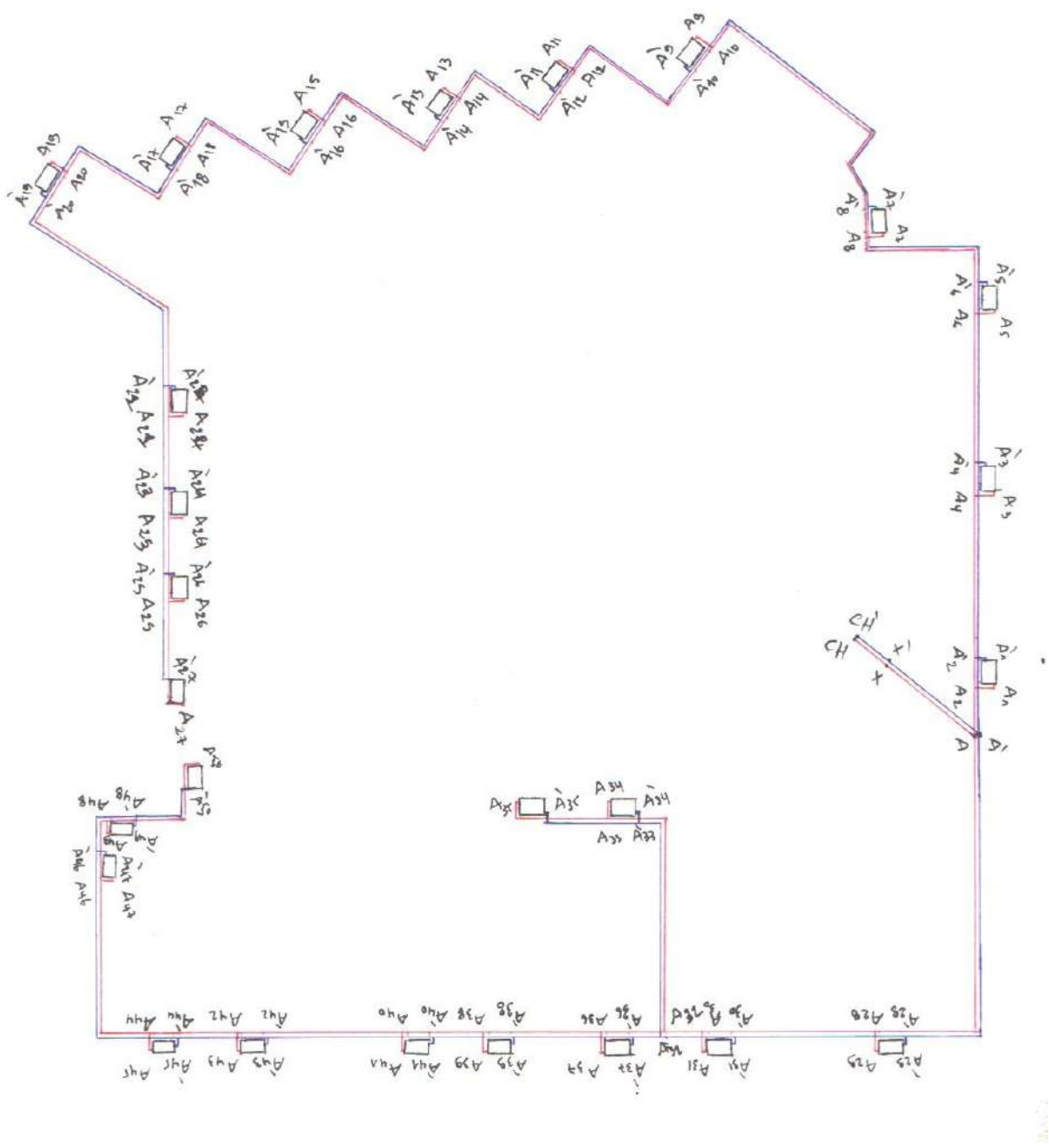


Figure (IV-1) : Isométrie des corps de chauffe rez-de-chaussée

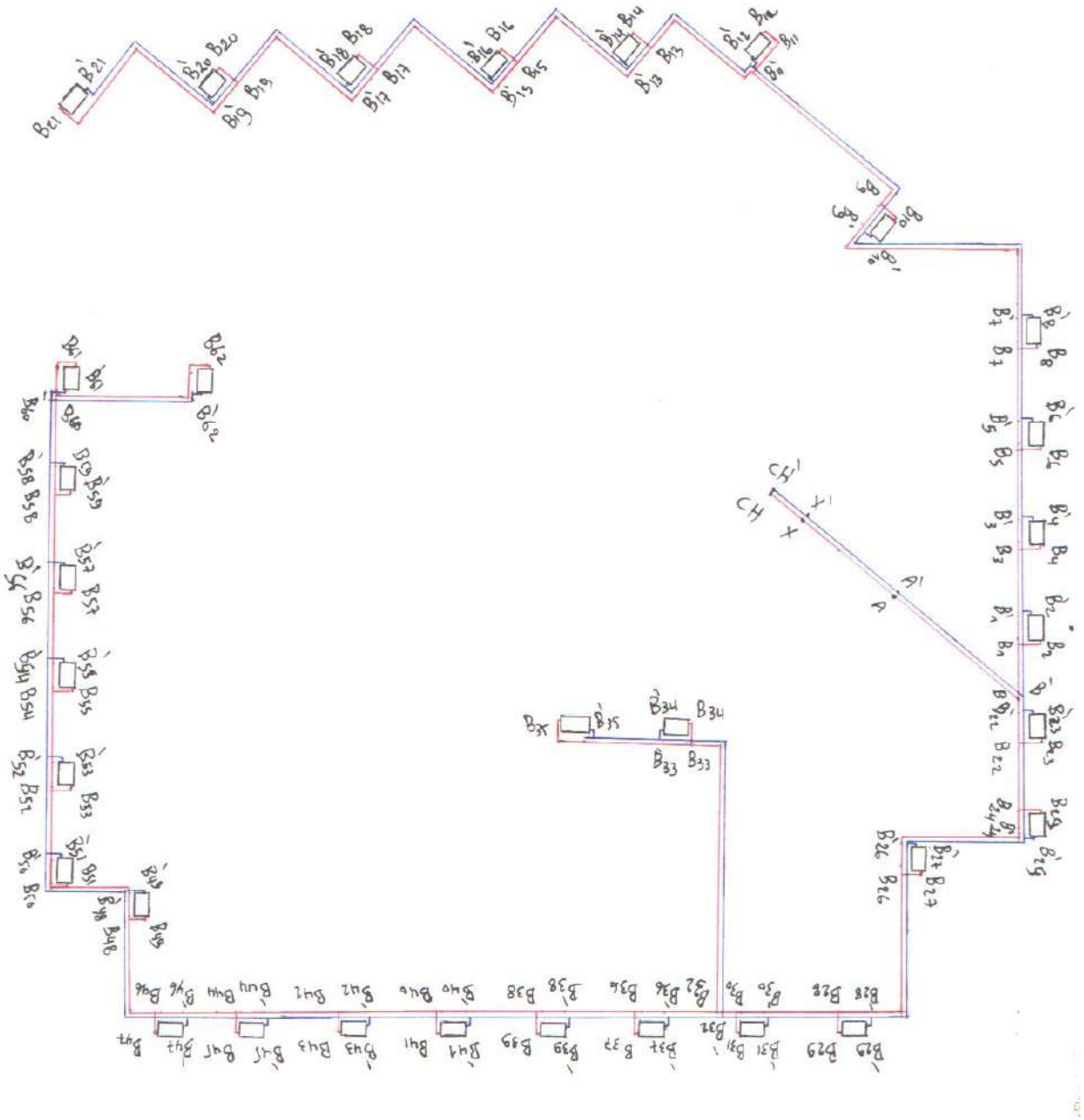


Figure (IV-2) : Isométrie des corps de chauffe 1er étage

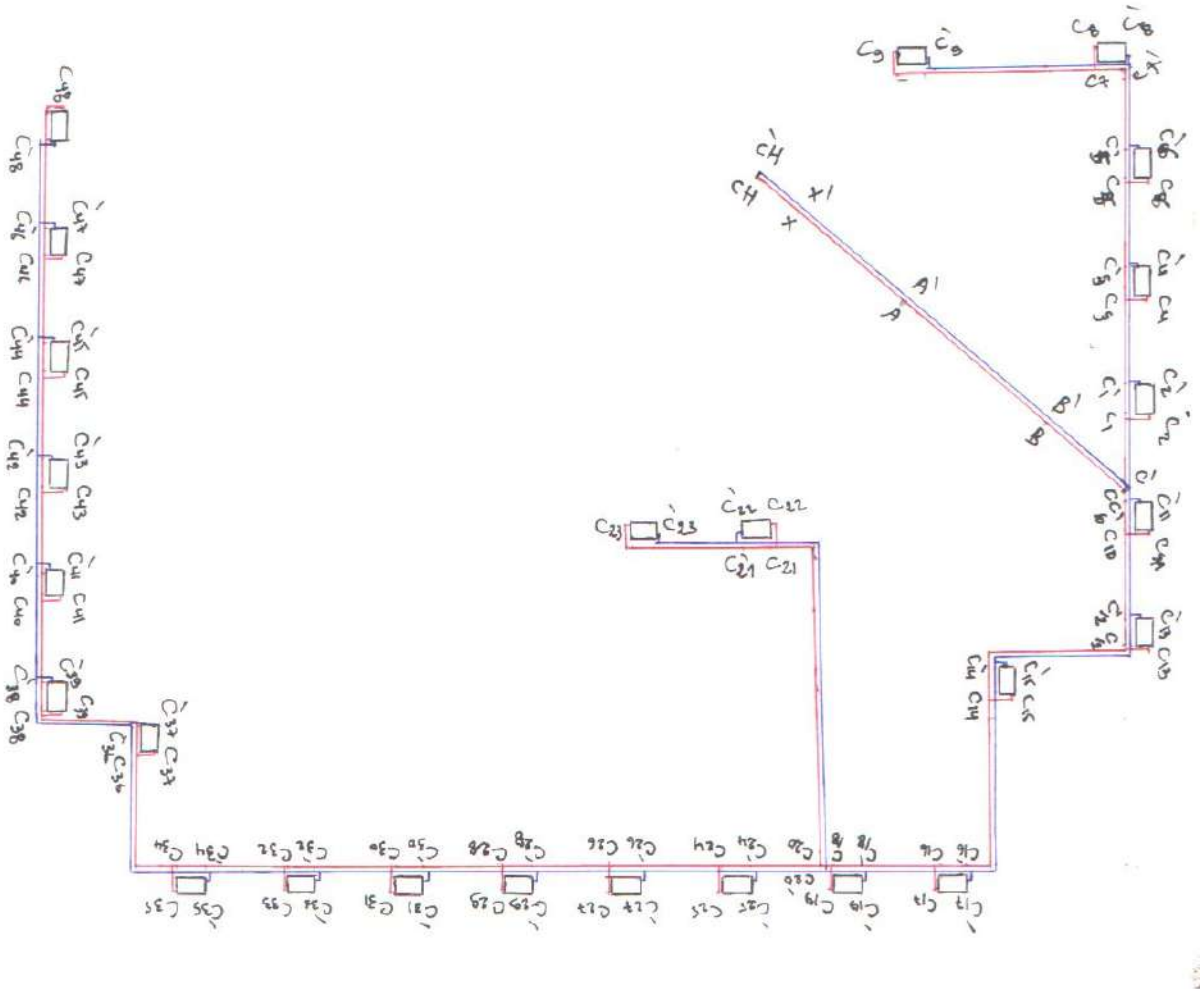


Figure (IV-3) : Isométrie des corps de chauffe 2eme étage

On prend la masse volumique de l'eau à 80 °C (température moyenne de l'eau chaude **90°C-70°C) ρ = 971.81 Kg/m³**

On cherche le circuit le plus défavorisé

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

Tableau (VI-2) : des pertes de charge pour le circuit **CH $A_{27}A'_{27}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	∑ ξ	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$A_{25}A_{27}A'_{27}A'_{25}$	8.33	2694	15/21	0.18	0.12	8	233.14	125.95	359.09
$A_{25}A_{26}A'_{26}A'_{25}$	1.1	1485	15/21	0.10	0.06	8.5	10.99	41.30	52.29
$A_{23}A_{25}A'_{25}A'_{23}$	5.8	4179	15/21	0.27	0.18	3.2	331	113.35	444.35
$A_{23}A_{24}A'_{24}A'_{23}$	1.1	1485	15/21	0.10	0.06	8.5	10.99	41.30	52.29
$A_{21}A_{23}A'_{23}A'_{23}$	7.6	5664	20/27	0.20	0.24	1.8	237.98	49.99	287.97
$A_{21}A_{22}A'_{22}A'_{21}$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	23.51	133.82	157.33
$A_{19}A_{21}A'_{21}A'_{19}$	31.8	8358	20/27	0.29	0.35	3	1493.03	122.59	1615.62
$A_{19}A_{20}A'_{20}A'_{19}$	2.2	1932	15/21	0.13	0.08	8.5	35.13	69.80	104.93
$A_{17}A_{19}A'_{19}A'_{17}$	13.2	10290	20/27	0.36	0.43	2	884.30	125.95	1010.25
$A_{17}A_{18}A'_{18}A'_{17}$	2.2	1932	15/21	0.13	0.08	8.5	35.13	69.80	104.93
$A_{15}A_{17}A'_{17}A'_{15}$	14.2	12222	26/34	0.26	0.52	1.8	404.24	59.12	463.36
$A_{15}A_{16}A'_{16}A'_{15}$	2.2	1932	15/21	0.13	0.08	8.5	35.13	69.80	104.93
$A_{13}A_{15}A'_{15}A'_{13}$	14.4	14154	26/34	0.30	0.60	1.8	524.78	78.72	603.50
$A_{13}A_{14}A'_{14}A'_{13}$	2.2	1932	15/21	0.13	0.08	8.5	35.13	69.80	104.93
$A_{11}A_{13}A'_{13}A'_{11}$	12.8	16086	26/34	0.34	0.68	2.4	575.19	134.81	710
$A_{11}A_{12}A'_{12}A'_{11}$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	32.51	133.82	157.33
$A_9A_{11}A'_{11}A'_9$	14	18780	26/34	0.40	0.79	1.4	834.46	108.84	943.30
$A_9A_{10}A'_{10}A'_9$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	23.51	133.82	157.33
$A_7A_9A'_9A'_7$	22.2	21474	33/42	0.27	0.90	5.3	503.28	187.74	691.02
$A_7A_8A'_8A'_7$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	23.51	133.82	157.33
$A_5A_7A'_7A'_5$	13.4	24168	33/42	0.30	1.02	3.4	375.04	148.69	523.73
$A_5A_6A'_6A'_5$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	32.51	133.82	157.33
$A_3A_5A'_5A'_3$	16	26862	33/42	0.34	1.13	5.2	551.22	292.09	843.31
$A_3A_4A'_4A'_3$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	32.51	133.85	157.33
$A_1A_3A'_3A'_1$	17.4	29556	33/42	0.37	1.25	5.2	679.04	345.90	1024.94
$A_1A_2A'_2A'_1$	0.85	2694	15/21	0.18	0.12	8.5	32.51	133.85	157.33
$AA_1A'_1A'$	4.6	32250	33/42	0.40	1.36	2.8	209.81	217.69	427.50
X A A· X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH $A_{27}A'_{27}$ CH'= 16912.73 Pa									

Tableau (VI-3) : des pertes de charge pour le circuit **CH $A_{50}A'_{50}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	$\sum \xi$	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$A_{48}A_{50}A'_{50}A'_{48}$	3.6	950	15/21	0.06	0.04	8	14.69	13.99	28.68
$A_{48}A_{49}A'_{49}A'_{48}$	0.8	950	15/21	0.06	0.04	8.5	3.27	14.87	18.14
$A_{46}A_{48}A'_{48}A'_{46}$	17.2	1900	15/21	0.12	0.08	4.4	240.7	30.79	271.49
$A_{46}A_{47}A'_{47}A'_{46}$	0.8	475	15/21	0.03	0.02	8.5	0.8	3.72	4.52
$A_{44}A_{46}A'_{46}A'_{44}$	15.8	2375	15/21	0.15	0.10	3.5	326.28	38.27	364.55
$A_{44}A_{45}A'_{45}A'_{44}$	0.8	897	15/21	0.06	0.04	8.5	3.27	14.87	18.14
$A_{42}A_{44}A'_{44}A'_{42}$	6.4	3272	15/21	0.21	0.14	3.2	236.19	68.57	304.76
$A_{42}A_{43}A'_{43}A'_{42}$	1	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	77.47	20.24	97.71
$A_{40}A_{42}A'_{42}A'_{40}$	11.6	4353	15/21	0.28	0.19	3.2	711.95	121.9	833.85
$A_{40}A_{41}A'_{41}A'_{42}$	0.8	950	15/21	0.06	0.04	8.5	3.27	14.87	18.14
$A_{38}A_{40}A'_{40}A'_{38}$	5.8	5304	20/27	0.18	0.23	1.8	116.57	28.33	144.9
$A_{38}A_{39}A'_{39}A'_{38}$	1	799	15/21	0.05	0.03	8.5	2.97	10.33	13.30
$A_{36}A_{38}A'_{38}A'_{36}$	8.4	6103	20/27	0.21	0.26	1.4	222.125	30	252.12
$A_{36}A_{37}A'_{37}A'_{36}$	0.8	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.62	6.61	8.23
$A_{32}A_{36}A'_{36}A'_{32}$	4	6768	20/27	0.23	0.29	1.4	122.5	35.99	158.49
$A_{33}A_{35}A'_{35}A'_{33}$	7.4	665	15/21	0.04	0.03	8	15.02	6.22	21.24
$A_{33}A_{34}A'_{34}A'_{33}$	0.8	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.62	6.61	8.23
$A_{32}A_{33}A'_{33}A'_{32}$	28	1330	15/21	0.09	0.06	5.8	232.65	22.83	255.48
$A_{30}A_{32}A'_{32}A'_{30}$	3	8098	20/27	0.28	0.35	1.4	131.31	53.33	184.64
$A_{30}A_{31}A'_{31}A'_{30}$	0.8	1282	15/21	0.08	0.06	8.5	5.39	26.43	31.82
$A_{28}A_{30}A'_{30}A'_{28}$	12.4	9380	20/27	0.32	0.40	2.8	682.62	139.32	821.94
$A_{28}A_{29}A'_{29}A'_{28}$	0.8	1282	15/21	0.08	0.06	8.5	5.39	26.43	31.82
$A_{28}AA'_{9}A'_{28}$	29	10662	20/27	0.37	0.46	1.5	2052.22	99.78	2152
X A A X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH $A_{50}A'_{50}$ CH'= 11222.38Pa									

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

Tableau (VI-4) : des pertes de charge pour le circuit **CH $B_{21}B'_{21}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	∑ ξ	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$B_{19}B_{21}B'_{21}B'_{19}$	13.8	1932	15/21	0.13	0.08	8	220.35	65.69	286.04
$B_{19}B_{20}B'_{20}B'_{19}$	3.2	1656	15/21	0.11	0.07	8.5	37.63	49.98	87.61
$B_{17}B_{19}B'_{19}B'_{17}$	13.8	35.88	15/21	0.23	0.15	3.8	591.20	97.68	688.88
$B_{17}B_{18}B'_{18}B'_{17}$	4.4	1516	15/21	0.10	0.07	8.5	43.95	41.30	85.25
$B_{15}B_{17}B'_{17}B'_{15}$	13.8	5104	20/27	0.18	0.22	2.4	277.35	37.78	315.13
$B_{15}B_{16}B'_{16}B'_{16}$	4.4	1516	15/21	0.10	0.07	8.5	43.95	41.30	85.25
$B_{13}B_{15}B'_{15}B'_{13}$	13.2	6620	20/27	0.23	0.28	2	404.27	51.41	455.68
$B_{13}B_{14}B'_{14}B'_{13}$	4.4	1516	15/21	0.10	0.07	8.5	43.95	41.30	85.25
$B_{11}B_{13}B'_{11}B'_{13}$	12.2	8136	20/27	0.28	0.35	2	533.98	76.19	610.17
$B_{11}B_{12}B'_{12}B'_{11}$	4.4	1852	15/21	0.12	0.08	8.5	61.57	59.45	121.04
$B_9B_{11}B'_{11}B'_{19}$	16.6	9988	20/27	0.35	0.43	2	1051.16	119.04	1170.20
$B_9B_{10}B'_{10}B'_9$	4.4	1684	15/21	0.11	0.07	8.5	51.74	49.98	101.72
$B_7B_9B'_9B'_7$	20	11672	26/34	0.25	0.5	1.5	526.40	45.55	571.95
$B_7B_8B'_8B'_7$	4.4	2358	15/21	0.15	0.10	8.5	90.86	92.93	183.79
$B_5B_7B'_7B'_5$	6.6	14030	26/34	0.30	0.60	0.8	240.52	34.98	275.50
$B_5B_6B'_6B'_5$	4.4	897	15/21	0.06	0.04	8.5	17.96	14.87	32.83
$B_3B_5B'_5B'_3$	6.6	14927	26/34	0.31	0.64	0.8	38.91	37.35	76.26
$B_3B_4B'_4B'_3$	4.4	897	15/21	0.06	0.04	8.5	17.96	14.87	32.83
$B_1B_3B'_3B'_1$	6.6	15824	26/34	0.33	0.68	0.8	279.39	42.33	321.72
$B_1B_2B'_2B'_1$	4.4	897	15/21	0.06	0.04	8.5	17.96	14.87	32.83
B B_1 B'_1 B'	6	16721	26/34	0.35	0.72	0.8	285.71	47.62	333.33
A B B'A'	11.4	66161	50/50	0.39	2.85	4	337.01	295.62	632.63
X A A, X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH$B_{21}B'_{21}$CH'= 11763.98 Pa									

Tableau (VI-5) : des pertes de charge pour le circuit **CH $B_{60}B'_{60}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	∑ ξ	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$B_{60}B_{62}B'_{62}B'_{60}$	13.8	1684	15/21	0.11	0.07	8	162.27	47.03	209.30
$B_{60}B_{61}B'_{61}B'_{60}$	4.6	1010	15/21	0.07	0.04	8.5	24.95	20.24	45.19
$B_{58}B_{60}B'_{60}B'_{58}$	5.6	2694	15/21	0.18	0.11	3.2	156.73	50.37	207.10
$B_{58}B_{59}B'_{59}B'_{58}$	4.7	825	15/21	0.05	0.04	8.5	13.96	10.33	24.29
$B_{56}B_{58}B'_{58}B'_{56}$	7.2	3519	15/21	0.23	0.15	3.2	308.45	82.25	390.70
$B_{56}B_{57}B'_{58}B'_{57}$	4.7	825	15/21	0.05	0.04	8.5	13.96	10.33	24.29
$B_{54}B_{56}B'_{56}B'_{54}$	6.6	4344	15/21	0.28	0.19	3.2	180.09	121.91	302
$B_{54}B_{55}B'_{55}B'_{54}$	4.7	825	15/21	0.05	0.04	8.5	13.96	10.33	24.29
$B_{52}B_{54}B'_{54}B'_{52}$	6.8	5169	20/27	0.19	0.23	1.8	152.27	31.57	183.84
$B_{52}B_{53}B'_{53}B'_{52}$	4.4	950	15/21	0.06	0.04	8.5	17.96	14.87	32.83
$B_{50}B_{52}B'_{52}B'_{50}$	7	6119	20/27	0.21	0.26	1.4	185.10	30	215.10
$B_{50}B_{51}B'_{51}B'_{50}$	4.4	1347	15/21	0.09	0.06	8.5	36.56	33.45	70.01
$B_{48}B_{50}B'_{50}B'_{48}$	8.2	7466	20/27	0.26	0.32	2	309.46	65.69	375.15
$B_{48}B_{49}B'_{49}B'_{48}$	4.4	1684	15/21	0.11	0.07	8.5	51.74	49.98	101.72
$B_{46}B_{48}B'_{48}B'_{46}$	19.6	9150	20/27	0.32	0.39	2	1078.99	99.51	1178.50
$B_{46}B_{47}B'_{47}B'_{46}$	0.7	825	15/21	0.05	0.04	8.5	2.08	10.33	12.41
$B_{44}B_{46}B'_{46}B'_{44}$	6.6	9975	20/27	0.34	0.43	1.4	410.17	78.64	488.81
$B_{44}B_{45}B'_{45}B'_{44}$	0.8	475	15/21	0.03	0.02	8.5	0.8	3.72	4.52
$B_{42}B_{44}B'_{44}B'_{42}$	6.8	10450	20/27	0.36	0.45	1.4	455.55	88.16	543.71
$B_{42}B_{43}B'_{43}B'_{42}$	0.8	475	15/21	0.03	0.02	8.5	0.8	3.72	4.52
$B_{40}B_{42}B'_{42}B'_{40}$	7	10925	20/27	0.38	0.47	1.4	522.50	98.23	620.73
$B_{40}B_{41}B'_{41}B'_{40}$	0.8	475	15/21	0.03	0.02	8.5	0.8	3.72	4.52
$B_{38}B_{40}B'_{40}B'_{38}$	6.8	11400	26/34	0.24	0.49	1.2	164.94	33.85	198.53
$B_{38}B_{39}B'_{39}B'_{38}$	0.8	475	15/21	0.03	0.02	8.5	0.8	3.72	4.52
$B_{36}B_{38}B'_{38}B'_{36}$	7	11875	26/34	0.25	0.51	0.8	184.24	24.30	208.54
$B_{36}B_{37}B'_{37}B'_{36}$	0.8	570	15/21	0.04	0.03	8.5	1.62	6.61	8.23
$B_{36}B_{32}B'_{32}B'_{36}$	3.8	12445	26/34	0.26	0.54	0.8	108.18	26.28	134.46
$B_{33}B_{35}B'_{35}B'_{33}$	7.8	760	15/21	0.05	0.03	8	23.16	9.72	32.88
$B_{33}B_{34}B'_{34}B'_{33}$	0.8	760	15/21	0.05	0.03	8.5	2.38	10.33	12.71
$B_{32}B_{33}B'_{33}B'_{32}$	33.8	1520	15/21	0.10	0.06	4.7	337.60	22.84	360.44
$B_{30}B_{32}B'_{32}B'_{30}$	2.8	13205	26/34	0.28	0.57	0.8	88.98	30.47	119.36
$B_{30}B_{31}B'_{31}B'_{30}$	0.8	570	15/21	0.04	0.03	8.5	1.62	6.61	8.23
$B_{28}B_{30}B'_{30}B'_{28}$	7.2	13775	26/34	0.29	0.60	0.8	245.19	32.69	277.88
$B_{28}B_{29}B'_{29}B'_{28}$	1	1485	15/21	0.10	0.06	8.5	9.99	41.30	51.29
$B_{26}B_{28}B'_{28}B'_{26}$	14.4	15260	26/34	0.32	0.66	1.1	573.20	54.73	627.93
$B_{26}B_{27}B'_{27}B'_{26}$	0.8	1684	15/21	0.11	0.07	8.5	9.41	49.98	59.39
$B_{24}B_{26}B'_{26}B_{24}$	13.6	16944	26/34	0.36	0.73	1.4	685.15	88.16	773.31
$B_{24}B_{25}B'_{25}B'_{24}$	4.4	1485	15/21	0.10	0.06	8.5	43.95	41.30	85.25
$B_{22}B_{24}B'_{24}B'_{22}$	7	18429	26/34	0.39	0.79	0.8	396.63	59.12	445.75
$B_{22}B_{23}B'_{23}B'_{22}$	4.4	950	15/21	0.06	0.04	8.5	17.96	14.87	32.83
$BB_{22}B'_{22}B$·	1.6	19379	26/34	0.41	0.83	0.8	100.19	65.34	165.53
A B B'A'	11.4	66161	50/50	0.39	2.85	4	337.01	295.62	632.63
X A A·X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH $B_{60}B'_{60}$ CH'= 14481.23 Pa									

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

Tableau (VI-6) : des pertes de charge pour le circuit **CH $C_9C'_9$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	$\sum \xi$	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$C_7C_9C'_9C'_7$	22.1	1656	15/21	0.11	0.07	8	259.87	47.04	306.91
$C_7C_8C'_8C'_7$	3.3	2694	15/21	15/21	0.12	8.5	92.36	133.82	226.18
$C_5C_7C'_7C'_5$	6.8	4416	15/21	0.29	0.19	3.2	209.77	130.76	530.84
$C_5C_6C'_6C'_5$	4.4	1256	15/21	0.08	0.05	8.55	26.65	26.43	53.08
$C_3C_5C'_5C'_3$	6.8	5672	20/27	0.20	0.24	1.4	163.10	27.21	190.31
$C_3C_4C'_4C'_3$	4.4	1256	15/21	0.08	0.05	8.5	26.65	26.43	53.08
$C_1C_3C'_3C'_1$	6.8	6928	20/27	0.24	0.30	1.4	226.76	39.18	265.94
$C_1C_2C'_2C'_1$	4.4	1256	15/21	0.08	0.05	8.5	26.65	26.43	53.08
C C_1 C' $_1$C'	6.2	8184	20/27	0.28	0.35	1.4	271.37	53.33	324.70
C B C' B'	6	30087	33/42	0.38	1.29	4.8	246.98	336.79	583.77
A B B'A'	11.4	66161	50/50	0.39	2.85	4	337.01	295.62	632.63
X A A·X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH $C_9C'_9$ CH'= 8398.61 Pa									

Tableau (VI-7) : des pertes de charge pour le circuit **CH $C_{48}C'_{48}$ CH'**

Traçons	L (m)	P (W)	D (mm)	V (m/s)	Qv (m^3/h)	$\sum \xi$	ΔP_l (Pa)	ΔP_s (Pa)	ΔP_{tot} (Pa)
$C_{46}C_{48}C'_{48}C'_{46}$	1.1	1256	15/21	0.08	0.05	8	7.41	24.88	32.29
$C_{46}C_{47}C'_{47}C'_{46}$	4.2	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	22.78	20.24	43.02
$C_{44}C_{46}C'_{46}C'_{44}$	7.6	2337	15/21	0.15	0.10	3.2	156.95	34.99	191.94
$C_{44}C_{45}C'_{45}C'_{44}$	4.2	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	22.78	20.24	43.02
$C_{42}C_{44}C'_{44}C'_{42}$	6.4	3418	15/21	0.22	0.15	3.2	259.22	75.25	334.47
$C_{42}C_{43}C'_{43}C'_{42}$	4.2	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	22.78	20.24	43.02
$C_{40}C_{42}C'_{42}C'_{40}$	6.8	4499	15/21	0.29	0.20	3.2	432.26	130.76	563.02
$C_{40}C_{41}C'_{41}C'_{40}$	4.2	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	22.78	20.24	43.02
$C_{38}C_{40}C'_{40}C'_{38}$	7.2	5580	20/27	0.19	0.24	1.8	161.23	31.57	192.80
$C_{38}C_{39}C'_{39}C'_{38}$	3.2	1656	15/21	0.11	0.07	8.5	37.63	49.98	87.61
$C_{36}C_{38}C'_{38}C'_{36}$	6.4	7236	20/27	0.25	0.31	2	231.58	60.74	292.32
$C_{36}C_{37}C'_{37}C'_{36}$	3.2	1656	15/21	0.11	0.07	8.5	37.63	49.98	87.61
$C_{34}C_{36}C'_{36}C'_{34}$	19.4	8892	20/27	0.31	0.38	2	1002.26	93.39	1095.65
$C_{34}C_{35}C'_{35}C'_{34}$	1	1081	15/21	0.07	0.05	8.5	5.42	20.24	25.66
$C_{32}C_{34}C'_{34}C'_{32}$	6.4	9973	20/27	0.34	0.43	1.4	627.20	78.63	705.83
$C_{32}C_{33}C'_{33}C'_{32}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{30}C_{32}C'_{32}C'_{30}$	6.8	10638	20/27	0.37	0.46	1.4	481.21	93.12	574.33
$C_{30}C_{31}C'_{31}C'_{30}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{28}C_{30}C'_{30}C'_{28}$	6.6	11303	26/34	0.24	0.49	1.2	160.09	33.85	193.67
$C_{28}C_{29}C'_{29}C'_{28}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{26}C_{28}C'_{28}C'_{26}$	6.8	11968	26/34	0.25	0.51	0.8	178.97	24.30	203.27
$C_{26}C_{27}C'_{27}C'_{26}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{24}C_{26}C'_{26}C'_{24}$	6.6	12633	26/34	0.24	0.54	0.8	202.62	28.33	230.95
$C_{24}C_{25}C'_{24}C'_{24}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{20}C_{24}C'_{24}C'_{20}$	4	13298	26/34	0.28	0.57	0.8	126.98	30.47	157.47
$C_{21}C_{23}C'_{23}C'_{23}$	8.2	914	15/21	0.06	0.04	8	33.47	13.99	47.46
$C_{21}C_{22}C'_{22}C'_{23}$	1	914	15/21	0.06	0.04	8.5	4.08	14.87	18.95
$C_{20}C_{21}C'_{21}C'_{20}$	33.4	1828	15/21	0.12	0.08	4.7	467.40	32.88	500.28
$C_{18}C_{20}C'_{20}C'_{18}$	2.4	15126	26/34	0.32	0.65	0.8	95.53	39.8	135.33
$C_{18}C_{19}C'_{19}C'_{18}$	0.9	665	15/21	0.04	0.03	8.5	1.83	6.61	8.44
$C_{16}C_{18}C'_{18}C'_{16}$	7	15791	26/34	0.33	0.68	0.8	296.32	42.33	338.65
$C_{16}C_{17}C'_{17}C'_{16}$	2.2	1656	15/21	0.11	0.07	8.5	58.87	49.98	108.85
$C_{14}C_{16}C'_{16}C'_{14}$	14.2	17447	26/34	0.34	0.75	1.1	755.67	73.17	828.84
$C_{14}C_{15}C'_{15}C'_{14}$	2.2	1656	15/21	0.11	0.07	8.5	58.87	49.98	108.85
$C_{12}C_{14}C'_{14}C'_{12}$	15.6	19103	26/34	0.40	0.82	1.7	929.83	132.17	1062
$C_{12}C_{13}C'_{13}C'_{12}$	4.4	1544	15/21	0.10	0.07	8.5	43.94	41.30	85.24
$C_{10}C_{12}C'_{12}C'_{10}$	6.8	20674	26/34	0.44	0.89	0.8	469.1	75.25	544.35
$C_{10}C_{11}C'_{11}C'_{10}$	4.4	1256	15/21	0.08	0.05	8.5	29.65	26.43	56.08
$CC_{10}C'_{10}C'$	2.4	21903	33/42	0.27	0.94	0.8	54.41	28.34	82.75
C B C' B'	6	30087	33/42	0.38	1.29	4.8	246.98	336.79	583.77
A B B'A'	11.4	66161	50/50	0.39	2.85	4	337.01	295.62	632.63
X A A·X'	8	109072	50/50	0.65	4.69	3.3	591.25	677.47	1268.72
CH X X' CH'	3	120000	50/50	0.72	5.16	14.5	256.93	3652.45	3909.38
Perte de charge totale de tronçon CH $C_{48}C'_{48}$ CH'= 14979.54 Pa									

VI.4.3) Condition de l'équilibrage :

Les tronçons doit vérifient la condition suivante :

$$[(\Delta P_{défavorable}) - (\Delta P_{tronçon})/ (\Delta P_{défavorable})].100 < 15\% \text{.....(VI-5)}$$

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

On a la tronçon le plus défavorable est le circuit **CH $A_{27}A'_{27}$ CH'** du **1er étage**

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

Circuits	Pert de charge associée ΔP (Pa)	ΔP pour le circuit le plus défavorable (Pa)	La valeur pour la condition d'équilibrage (%)	Résultat
$CHA_{27}A'_{27}CH$	**16912.73**	**16912.73**	**-**	**Le plus défavorable**
$CHA_{50}A'_{50}CH$	**11222.61**	**16912.73**	**33.64**	**On ajoute une vanne d'étranglements de 3775.28 Pa**
$CHB_{21}B'_{21}CH$	**11763.98**	**16912.73**	**30.44**	**On ajoute une vanne d'étranglements de 3580.95 Pa**
$CHB_{62}B'_{62}CH$	**14481.23**	**16912.73**	**14.37**	**Le tronçon est équilibre**
$CHC_{9}C'_{9}CH$	**14979.54**	**16912.73**	**11.43**	**Le tronçon est équilibre**
$CHC_{60}C'_{60}CH$	**8398.61**	**16912.73**	**50.34**	**On ajoute une vanne d'étranglements de 4227.86 Pa**

VI.4.4) 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 :

$$P_{Pompe\ de\ circulation} = P_{statique} + \Delta P_{réseau} \text{.....(VI-6)}$$

- $P_{statique}$: représente la pression due à la colonne d'eau dans notre installation, elle se calcule à partir la hauteur statique Δh de l'installation (m), elle est égale à **1.17 bar** pour notre installation.
- $\Delta P_{réseau}$: représente la perte de charge totale associée au tronçon le plus défavorable, dans notre cas $\Delta P_{tronçon\ défavorable}$ = 16912.73 Pa = **0.17 bar**.

D'où la pression de service de notre pompe de circulation est égale à **1.33 bar.**

On prévoit une pompe de circulation dans le circuit d'aller, débit de **5.16 m^3/h** avec un hauteur égale **13.3 mètres**.

D'après **[8]** catalogue **SALMSON LOWARA-FLC** les caractéristiques de la pompe de circulation sélectionnées sont dans le tableau suivant.

Tableau (VI-9) : les caractéristiques de la pompe de circulation

Modèle	FLC 80-15T
Puissance (w)	2537
L'intensité de la pompe (ampère)	4.15
Diamètre (mm)	80
La hauteur (mm)	360
La longueur (mm)	390
La masse (Kg)	73



Figure (IV-4) : pompe de circulation

CONCLUSION

- l’étude des installations de chauffage nous a permis d’améliorer nos connaissances dans ce domaine qui reste un domaine très vaste, et de mieux recevoir l’importance et la nécessité de chauffage central dans la vie de l’être humain.
- Durant toutes 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 problème de la 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 tâche qui nous a été 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.

REFERONCE BIBLIOGRAPHIQUES

❖ Les Ouvrages :

[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] Livres aides mémoire génie climatique

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

❖ Les Catalogues :

[5] Chaudière……**CHAPEE (France) RT 2005 PDF**

[6] Radiateure……**CHAPEE ANTHEA 2008 PDF**

[7] Vase d'expansion…….**RESERVOIRS PROGRES 2005 PDF**

[8] Pompe…….…. **SALMSON LOWARA-FLC 2013 PDF**

LES ANNEXES

A.1 conditions climatiques extérieure de base :

condition de base		été			hiver	
zones climatiques	Altitude	Température	Humidité relative	Ecart diurne	Température	Humidité relative
	m	T_B (°c)	φ_B(%)	E (°c)	T_B (°c)	φ_B(%)
Zone A	<500	34	44	9	6	80
	500-1000	33.5	40	10	1	80
	>1000	30.5	47	9	1	80
Zone B	<500	38	30	15	2	80
	500-1000	37	28	15	1	80
	>1000	35	28	14	-1	80
Sous Zone B	>500	41	22	18	0	85
Zone C	500-1000	39.5	18	20	-2	75
	>1000	36	22	18	-4	75
Zone D	<500	46	11	20	0	45
	500-1000	42	13	18	-2	45
	>1000	37.5	17	16	-4	45

A.2.Majoration Z_H :

Orientation	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
majoration z_h	-5	-5	0	+5	+5	+5	0	-5

A.3. majorations Z_D :

Mode d'exploitation	coefficient D	0.1 à 0.29	0.30 à 0.69	0.7 à 1.49	1.5
I	exploitation réduite	7	7	7	7
II	interruption de 9 à 12h durée.	20	15	15	15
III	Interruption de 12 à 16h de durée	30	25	20	15

A.4 perméabilité des joints a

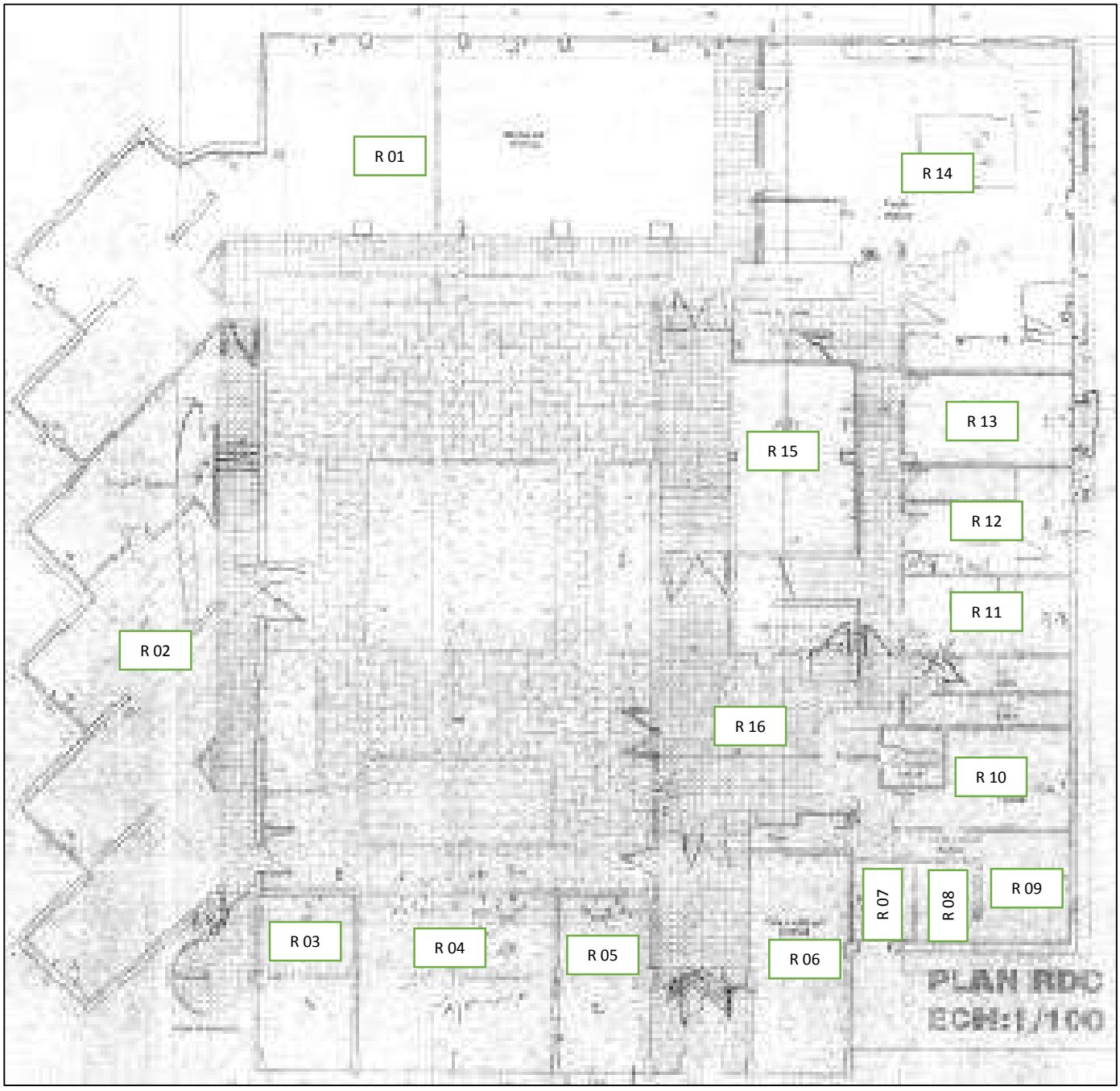
fenêtres en bois et matière synthétique	**fenêtres simples**	**3.0**
	fenêtres composées	**2.5**
	fenêtres double et fenêtres simples avec étanchéité garantie.	**2**
fenêtre en acier et fenêtre métallique	**fenêtres simples**	**1.5**
	fenêtres composées	**1.5**
	fenêtres double et fenêtres simples avec étanchéité garantie.	**1.2**
portes intérieures	**Non étanches (sans seuil)**	**40**
	Etanches (avec seuil)	**15**
portes extérieures	**Comme les fenêtres.**	**-**

A.5 Dégagement de chaleur et de vapeur d'eau du corps humain :

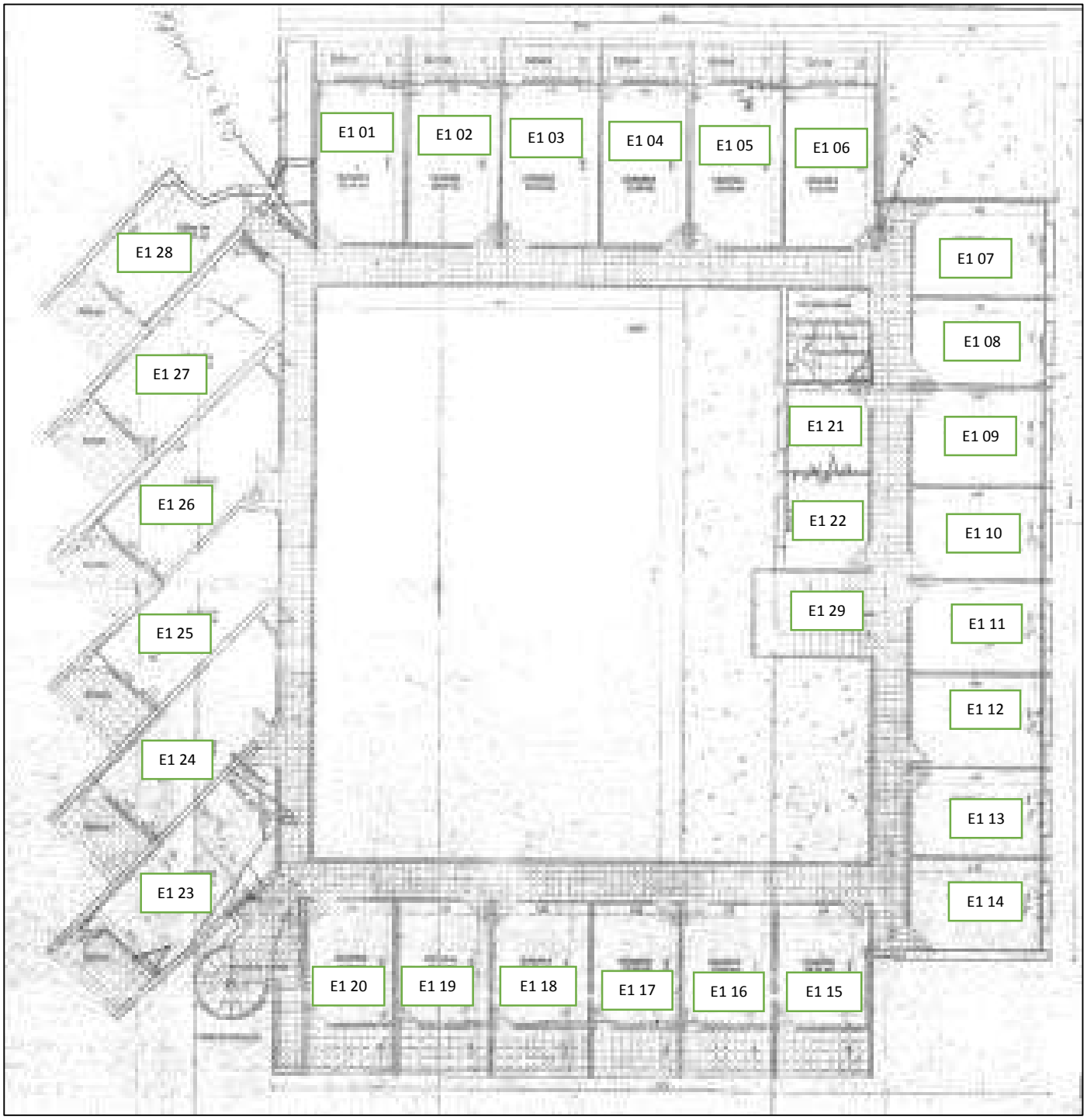
Température (°c)		**18**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**
Personne physiquement inactive	**Qs (Kcal/h.personne)**	**80**	**75**	**65**	**60**	**55**	**45**
	Q_L (Kcal/h.personne)	**20**	**25**	**35**	**40**	**45**	**55**
	W (g/h.personne)	**35**	**40**	**60**	**65**	**75**	**90**
Activité modérée employé de bureau, vendeur etc…	**Qs (Kcal/h.personne)**	**95**	**85**	**70**	**60**	**55**	**45**
	QL (Kcal/h.personne)	**45**	**55**	**70**	**80**	**85**	**95**
	W (g/personne)	**75**	**90**	**115**	**135**	**140**	**160**
Travail moyen mécanicien serveur etc...	**Qs (Kcal/h.personne)**	**125**	**115**	**105**	**90**	**75**	**55**
	QL (Kcal/h.personne)	**115**	**125**	**135**	**150**	**165**	**180**
	W (g/h.personne)	**190**	**210**	**210**	**250**	**275**	**300**

A.6 tableau de pression de saturation en fonction de température

T(c°)	P_s.(Pa)	rss (gvap/Kgas)
-10	260	1.60
-9	284	1.75
-8	309	1.90
-7	337	2.07
-6	368	2.26
-5	401	2.47
-4	437	2.67
-3	476	2.93
-2	517	3.18
-1	563	3.47
0	611	3.77
1	657	4.06
2	705	4.36
3	758	4.68
4	813	5.03
5	872	5.40
6	934	5.79
7	1001	6.21
8	1073	6.65
9	1148	7.12
10	1227	7.62
11	1312	8.16
12	1402	8.72
13	1497	9.32
14	1598	9.96
15	1704	10.6
16	1817	11.4
17	1937	12.1
18	2063	12.9
19	2197	13.8
20	2337	14.7
21	2486	15.6
22	2643	16.6
23	2809	17.7
24	2983	18.9
25	3166	20.1
26	3366	21.3
27	3564	22.7
29	4004	25.5
30	4242	27.2



Plan de rez-de-chaussée

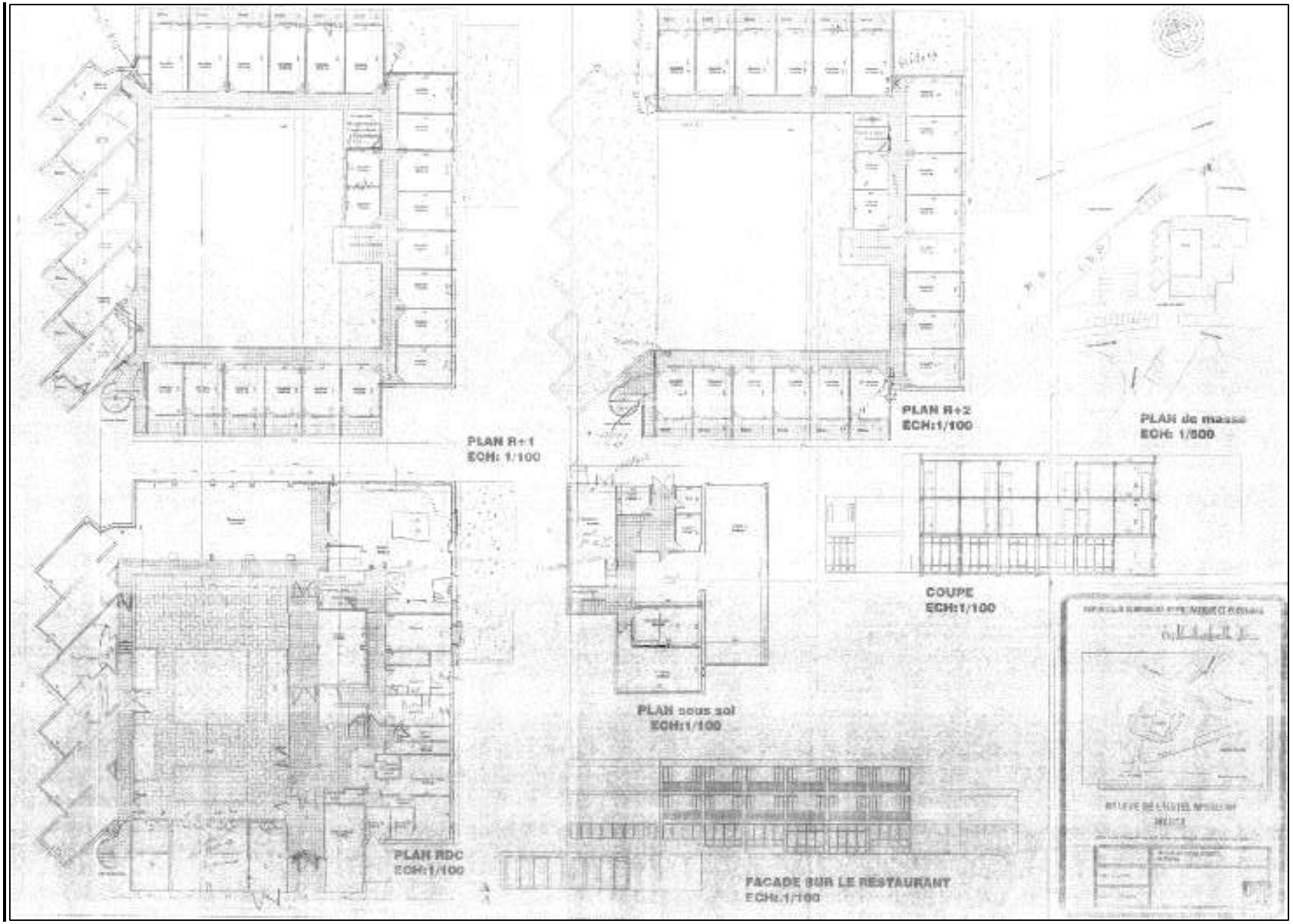


Plant 1er étage

E1 29



Plat de 2eme étage


PLAN R+1
ECH: 1/100
PLAN R+2
ECH:1/100
PLAN de masse
ECH: 1/500
COUPE
ECH:1/100
PLAN sous sol
ECH:1/100
PLAN RDC
ECH:1/100
FACADE SUR LE RESTAURANT
ECH:1/100