



Département Génie Civil

Memoire pour l'obtention
du diplôme de master en Génie Civil

THEME

Optimisation et étude thermique d'un bâtiment

Mlle : Leila MESSELEM

Sous la direction de Mme: Nadja BAUCHE

Présenté et soutenu publiquement le (22/06/2016)

Composition du Jury

Président:	M. BELKACEMI	Professeur à l'école nationale polytechnique
Rapporteur:	Mme. BAUCHE	MAA à l'école nationale polytechnique
Examineurs:	M. ABDELGUERFI	MAA à l'école nationale polytechnique
	Mme. STIHI	MAA à l'école nationale polytechnique

ملخص:

إن الهدف من هذه الدراسة الحرارية هو المقارنة بين عدة انواع من الجدران وذلك بهدف تخفيض استهلاك الطاقة في البناية و لقد تم التصميم وفقا للقوانين و المعايير المطبقة في الجزائر (D.T.R. (C3-2)

الكلمات المفتاحية :

دراسة حرارية، الجدران.

Abstract

The aim of this work is try to answer the concerns of designers to find optimal solutions for infill walls that verify the thermal regulation of residential buildings according to D.T.R. (C3-2), and ensure additional heating costs as well.

Key words:

Thermal study, infill walls.

Résumé

Le but de ce travail est d'essayer de répondre aux soucis des concepteurs de trouver des solutions optimales pour les murs de remplissages qui vérifient d'un côté la réglementation thermique des bâtiments à usage d'habitation selon le D.T.R. (C3-2), et d'un autre côté, engendrent de moindres surcoûts de chauffage. assurer

Mots clés :

Etude thermique, murs de remplissages.



Dédicaces

Je dédie ce travail de master, en premier, à mes parents et tout particulièrement à toi papa qui durant toutes ces longues années d'études m'a aidé, soutenu et fait confiance.

Encore merci papa pour ta disponibilité permanente.

Et aussi à ma très chère maman qui m'a soutenu tout au long de ces

Années, je te dis merci beaucoup maman.

A mes sœurs AMEL, SIHEM et LINDA

A mes deux frères : SAMIR et KHAIER

A Mon Binôme MEZHOUD KATIA qui ma était d'une grand

Aide durant toute la période de travaille ainsi qu'à sa famille

Toute ma grande famille, tous mes amis sans exception,

Et Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ce travail

MESSELEM LEILA

Remerciements

Tout d'abord, à DIEU merci, le Clément et Miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre promotrice Mme BAOUCHE Nadja pour la sollicitude avec laquelle elle a suivie et guidée ce travail.

Nous ne manquerons pas de remercier vivement M.ZEHER Abdenour, Ingénieur du bureau d'études, pour son suivi et de nous avoir transmis sa passion et sa vision du métier d'ingénieur.

Nous remercions les membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Toute notre gratitude à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce projet.

Tout le personnel de l'ENP et du bureau d'étude EL MOUHANDICINE.

Toute la promotion 2016 de l'ENP.

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux

Liste des figures

CHAPITRE 1: Introduction

1.1 Introduction.....	10
1.2 Définition de l'isolation thermique.....	10
1.3 Objectifs de l'isolation thermique.....	10

CHAPITRE 2: Notions de base

2.1 Généralités et définitions des lois d'échanges thermiques.....	13
2.2 Echange de chaleur entre deux ambiances séparées par une paroi.....	14
2.3 Flux de chaleur.....	15
2.4 Coefficient de conductivité.....	15
2.5 Résistance thermique.....	15
2.6 Coefficient de transmission surfacique K.....	16
2.7 Les déperditions calorifiques.....	17
2.8 Les déperditions calorifiques de base.....	17

CHAPITRE 3: Document technique réglementaire D.T.R.C3-2

3.1 Généralités.....	19
3.2 Objet du document et domaine d'application.....	19
3.3 Principes généraux.....	19
3.3.1 Méthodologie.....	19
3.3.2 Définitions.....	20
3.3.3 Expression générale des déperditions.....	20
3.4 Vérification et déperditions de référence.....	22
3.4.1 Vérification réglementaire.....	22
3.4.2 Calcul des déperditions de référence.....	22
3.5 Calcul des déperditions de base.....	23
3.5.1 Exigence réglementaire.....	23

3.5.2 Déperditions de base totales.....	23
3.5.3 Déperditions de base pour un volume.....	23

CHAPITRE 4: Application de la méthodologie de D.T.R.C3-2

4.1 Calcul des déperditions de référence	27
4.2 Calcul des pertes par transmission.....	28
4.3 Etude des variantes proposées pour les murs.....	29
4.3.1 Calcul de la conductance K... ..	29
4.3.2 Calcul des déperditions par transmission.....	31
4.3.3 Calcul des déperditions par renouvellement d'air.....	34
4.4 Calcul des déperditions de base (D_B).....	36
4.5 Calcul de la puissance de chauffage.....	37
4.6 Interpretations et resultants.....	38
4.7 Conclusion.....	38
Conclusion générale.....	40
Bibliographie.....	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Les resistances d'échanges superficiels	16
Tableau 3.1 Les valeurs de la température extérieure de base	25
Tableau 4.1 Les surfaces des parois	27
Tableau 4.2 Les coefficients de la zone climatique	28
Tableau 4.3 Les coefficient K pour le plancher terrasse.....	28
Tableau 4.4 Calcul de la résistance (variante 1).....	29
Tableau 4.5 Calcul de la résistance (variante 2).....	30
Tableau 4.6 Calcul de la résistance (variante 3).....	30
Tableau 4.7 récapitulatif de la vérification des déperditions par transmission D_T	34
Tableau 4.8 Calcul de Q_s	36
Tableau 4.9. Résultats des déperditions de base pour chaque variante.....	37
Tableau 4.10 Puissance de chauffage Q pour les cinq variantes.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Transfert de chaleur par rayonnement	13
Figure 2.2 Transfert de chaleur par convection.....	14
Figure 2.3 Transfert de chaleur par conduction	14
Figure 2.4 L'échange de la chaleur entre deux ambiances séparées par une paroi.....	15
Figure 3.1 Les différentes déperditions du bâtiment.....	20
Figure 3.2 Les différents postes de déperdition	21
Figure 4.1 Vue en plan du dernier niveau	27



CHAPITRE 1 : Introduction

CHAPITRE 1

1.1 Introduction

L'augmentation des prix de l'énergie depuis 1985 a nécessité de rationaliser la consommation de cette dernière dans l'habitat, et ceci fait appel à une sérieuse intervention pour dire stop au gaspillage d'énergie.

C'est seulement à partir de 1997 que l'on a commencé à se préoccuper en Algérie des questions d'isolation thermique, Il est indispensable avant de construire un bâtiment d'étudier ses échanges thermiques avec le milieu extérieur et ceci en vue d'assurer le confort thermique à ses occupants d'où l'intérêt de faire une étude thermique.

Pour maintenir la température de confort souhaitée dans un bâtiment, il faut apporter de la chaleur, grâce au chauffage et aussi aux apports solaires. Mais comme la chaleur ne cesse de sortir aux travers des parois, il faut apporter autant de chaleur que celle qui s'échappe. La solution est de prévoir une isolation thermique des parois du bâtiment qui permet de réduire très fortement les pertes de chaleur. Ainsi, avec moins de pertes, moins de chaleur est nécessaire pour chauffer les locaux.

Pour tenir compte des deux facteurs à la fois : caractéristiques thermiques et coût, il est impératif de faire une optimisation des remplissages pour différentes variantes. Les méthodes de calcul, sont basées sur l'évaluation des déperditions calorifiques à travers les parois, par l'application de la réglementation thermique (D.T.R.C.3-2), qui est suffisante pour trouver des solutions admissibles pour l'isolation thermique.

1.2 Définition de l'isolation thermique

On peut définir l'isolation thermique d'une manière simple est la protection de la structure contre des facteurs climatiques qui peuvent influencer sur le confort des usagers soit en période d'été (climatisation) ou bien en hiver (chauffage).

1.3 Objectifs de l'isolation thermique

Ils s'expriment principalement à travers :

CHAPITRE 1

- Le confort des occupants en toute saison, c'est -à-dire une ambiance adaptée aux usages prévus dans le bâtiment et permettant de satisfaire le confort d'hiver comme d'été;
- L'hygiène et la santé des occupants (par rapport aux besoins en oxygène, à l'élimination des odeurs, fumées et gaz nocifs divers) ;
- La pérennité du bâtiment et des équipements (par rapport aux problèmes de condensation, de mise hors gel,...) ;
- La préservation de l'environnement, par rapport à l'utilisation de ressources non renouvelables et aux émissions de polluants dans l'atmosphère.

Pour cela avant de construire un bâtiment; il faut:

- Détermination des déperditions calorifiques des bâtiments;
- Vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique ;
- Dimensionnement des installations de chauffage des bâtiments; on introduit alors la notion de déperditions calorifiques de 'base' ;
- Conception thermique des bâtiments.

Lors de l'installation d'un chauffage dans une structure il faut d'abord déterminer la puissance nécessaire pour assurer une température ambiante suffisante à l'utilisateur (car l'analyse se fait en fonction d'échange thermique entre l'intérieur et l'extérieur) et prendre en considération l'économie d'énergie.

De point de vue bilan thermique, chauffer un local c'est lui fournir une quantité de chaleur qui compense ses pertes vers l'extérieur de manière à amener sa température à un niveau de confort déterminé.

Les pertes du local se produisent à travers les parois et par l'air qui s'échappe par les ouvertures ou leurs interstices. Elles sont d'autant plus importantes que l'écart est élevé entre les températures internes et externes.



CHAPITRE 2: Notions de base

CHAPITRE 2

2.1 Généralités et définitions des lois d'échanges thermiques

L'énergie thermique a la propriété de se déplacer dans l'espace. Lorsque le trajet de ce déplacement traverse une surface déterminée on dit qu'il y a un flux de chaleur à travers cette surface.

Le transport de la chaleur peut s'effectuer de proche en proche dans un matériau solide sans que les particules de celui-ci soient elles même déplacées. Il peut aussi se produire d'un corps à un autre sans aucun contact ni support matériel. Enfin, il peut accompagner le déplacement des particules d'un fluide qui transportent avec elles l'énergie qu'elles ont reçue.

Ces trois modes de transmission de l'énergie correspondent à trois phénomènes physiques parfaitement distincts qu'on appelle la conduction, le rayonnement et la convection.

a) Par rayonnement.

Tous les corps solides et liquides émettent, par leur surface de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques. Si cette énergie rencontre un corps absorbant ses longueurs d'ondes, elle se transforme en chaleur.

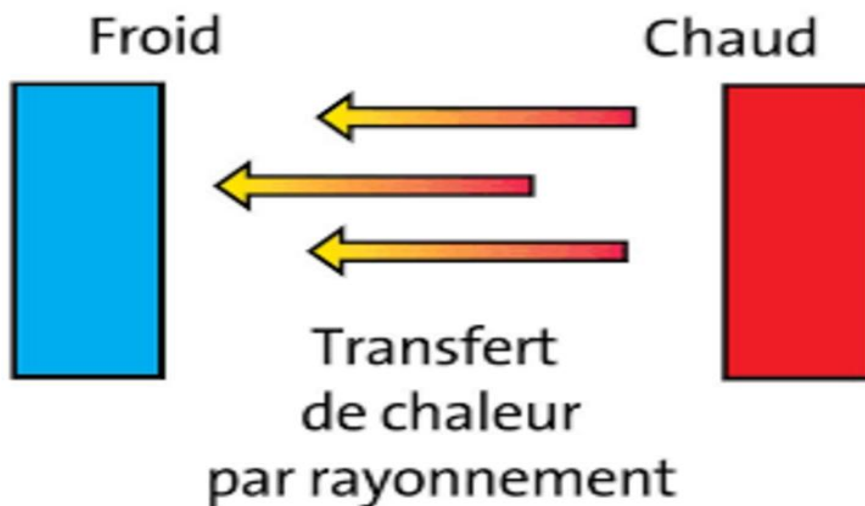


Figure 2.1 Transfert de chaleur par rayonnement

CHAPITRE 2

b) Par convection.

Ce mode d'échange thermique est propre aux fluides, les molécules directement au contact d'une surface solide absorbent ou cèdent de la chaleur suivant les températures respectives de la surface et des fluides.

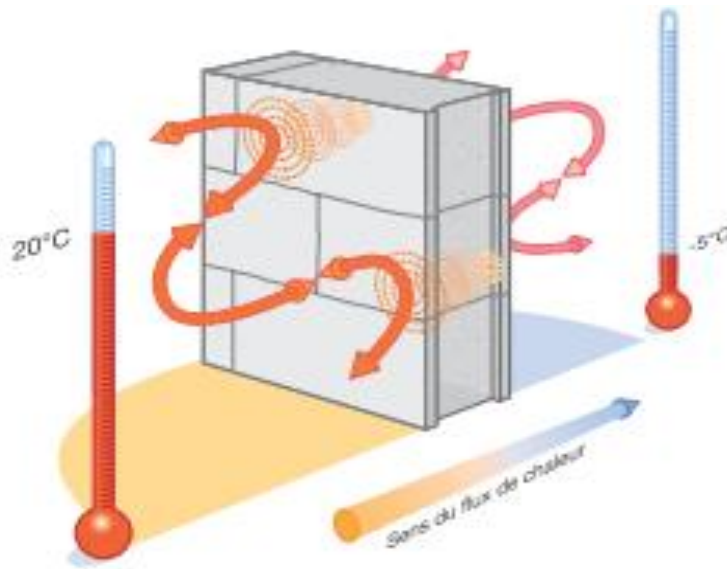


Figure 2.2 Transfert de chaleur par convection

c) Par conduction.

La conduction traduit l'échange de chaleur s'effectuent par propagation à l'intérieur d'un solide.

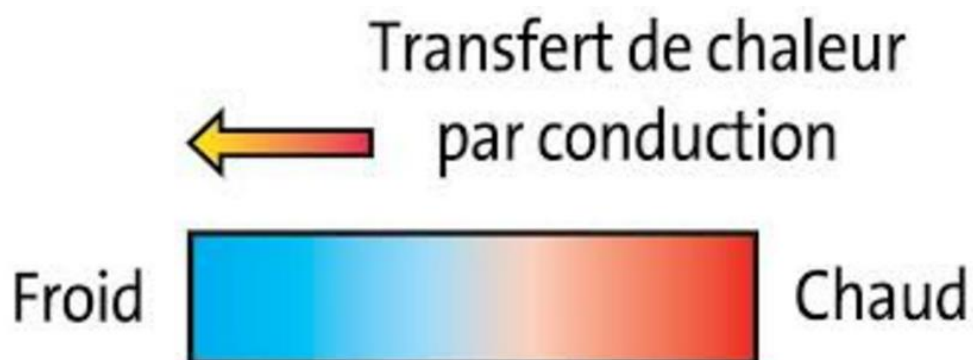


Figure 2.3 Transfert de chaleur par conduction

CHAPITRE 2

2.2 Echange de chaleur entre deux ambiances séparées par une paroi

Le phénomène de l'échange de chaleur entre deux ambiances (extérieure et intérieure) de température différente ($T_1 > T_0$), séparées par une paroi, s'effectue par la façon suivante : La chaleur issue du milieu intérieur est transmise par rayonnement et convection. Elle traverse la paroi par conduction, puis elle est restituée au milieu extérieur par rayonnement et convection.

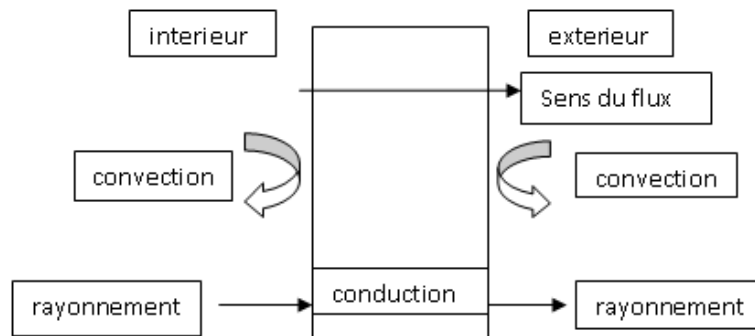


Figure 2.4 L'échange de la chaleur entre deux ambiances séparées par une paroi

2.3 Flux de chaleur

Le flux de chaleur (symbole Φ) est la quantité de chaleur (Q) échangée par unité de temps (t) :

$$\Phi = Q/t \quad [\text{W}]$$

Il exprime une énergie par unité de temps, c'est-à-dire une puissance, et se mesure en Watt.

Il est commode, pour le calcul des déperditions de chaleur dans le bâtiment, de rapporter le flux à unité de surface. Ce rapport s'appelle densité de flux " φ " :

$$\varphi = \Phi/A \quad [\text{W}/\text{m}^2]$$

Elle se mesure en watts par mètre carré : $[\text{W}/\text{m}^2]$

2.4 Coefficient de conductivité

La conductivité thermique d'un corps « λ » est, par définition, la densité de flux le traversant pour une différence de 1°C entre les deux faces séparés par un mètre d'épaisseur. Elle s'exprime, dans le système SI en : $[\text{W}/\text{m}^2.\text{C}^\circ]$.

CHAPITRE 2

2.5 Résistance thermique

Dans les calculs à effectuer en isolation thermique, on a besoin de connaître la résistance d'un corps d'épaisseur donnée au flux de chaleur. Cette résistance thermique, notée «R » est proportionnelle à sa conductivité :

$$R = e/\lambda \quad [\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}]$$

Avec : e (épaisseur du matériau) exprimée en mètre.

2.6 Coefficient de transmission surfacique K


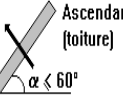
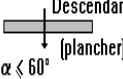
Dans le cas d'un mur séparant deux ambiances internes le coefficient « K » est donné par la formule :

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \left(\text{m}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{W}} \right)$$

Où : $\sum R$ (en $\text{m}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{W}}$) représente la somme des résistances thermiques des différentes couches des matériaux constituant la paroi ;

- La somme $\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i}$ (en $\text{m}^2 \cdot \frac{\text{°C}}{\text{W}}$) représente la somme des coefficients d'échanges superficiels, prise conformément aux conventions adoptées (Tableau 2.1)

Tableau 2.1 Les résistances d'échanges superficiels

$\frac{1}{h}$ en $\text{m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$	Paroi en contact avec :			Paroi en contact avec :		
	<ul style="list-style-type: none"> - l'extérieur, - un passage ouvert, - un local ouvert. 			<ul style="list-style-type: none"> - un autre local, chauffé ou non chauffé, - un comble, - un vide sanitaire. 		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
 Latéral (Mur) $\alpha > 60^\circ$	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
 Ascendant (toiture) $\alpha < 60^\circ$	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
 Descendant (plancher) $\alpha < 60^\circ$	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

CHAPITRE 2

2.7 Les déperditions calorifiques

Elles sont égales au flux de chaleur sortant d'un local, ou d'un groupe de locaux, par transmission de chaleur à travers les parois et par renouvellement d'air, pour un degré d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Elles sont exprimées en $[W/^{\circ}C]$.

2.8 Les déperditions calorifiques de base

Elles sont égales au flux de chaleur sortant d'un local, ou d'un groupe de locaux, par transmission de chaleur à travers les parois et par renouvellement d'air, dans les conditions intérieures et extérieures de base. Elles s'expriment en watt $[W]$.

CHAPITRE 3:
Document technique
réglementaire
D.T.R.C3-2

CHAPITRE 3

3.1 Généralités

Depuis mars 1998, par arrêté du Ministre de l'Habitat, il est fait obligation aux constructions neuves d'être conformes au [DTR C3-2] relatif aux règles de calcul des déperditions calorifiques.

Ce DTR oblige les constructions à usage d'habitation à avoir une enveloppe suffisamment isolante pour que les déperditions totales de chaque logement restent inférieures à un niveau de référence fixé réglementairement.

Le calcul des déperditions tant pour vérifier cette conformité, que pour dimensionner les systèmes de chauffage doit être menée suivant la méthode proposée par ce même DTR.

3.2 Objet du document et domaine d'application

Le présent Document Technique Réglementaire (DTR) a pour objet de fixer les méthodes de :

- détermination des déperditions calorifiques des bâtiments ;
- vérification de la conformité des bâtiments à la réglementation thermique ;
- dimensionnement des installations de chauffage des bâtiments ; on introduit alors la notion de déperditions calorifiques de "base" ;
- conception thermique des bâtiments.

Le présent DTR s'applique exclusivement aux bâtiments à usage d'habitation.

3.3 Principes généraux

3.3.1 Méthodologie

Sur la base du dossier technique, le concepteur doit effectuer les opérations suivantes :

- définir les volumes thermiques,
- calculer pour chaque volume thermique les pertes par transmission et les pertes par renouvellement d'air,
- vérifier que les déperditions par transmission du logement sont inférieures aux déperditions de référence,

CHAPITRE 3

- calculer éventuellement les déperditions de base qui expriment les besoins de chauffage.

3.3.2 Définitions

- Un volume thermique est un volume d'air supposé homogène en température, susceptible d'être chauffé par un corps de chauffe dimensionné à cet effet.
- Un local peut être divisé en plusieurs volumes thermiques.
- Un local peut être considéré comme un volume unique lorsqu'il est chauffé à partir d'une seule source de chaleur. Plusieurs volumes thermiques peuvent être considérés si on dispose, par exemple, des radiateurs au niveau des pièces du logement (cas des systèmes de chauffage centralisés) ; dans ce cas, on effectue un calcul dit « pièce par pièce ».

3.3.3 Expression générale des déperditions

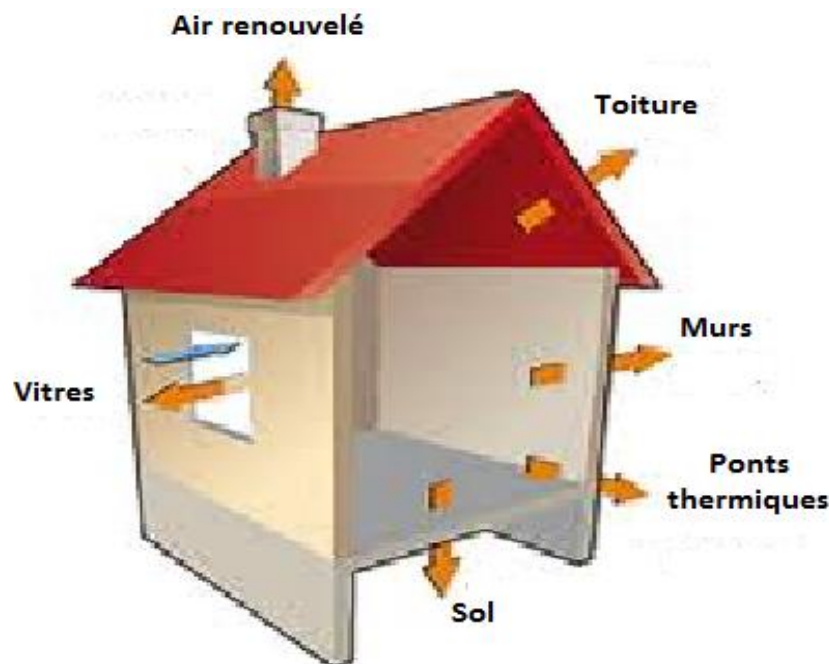


Figure 3.1 Les différentes déperditions du bâtiment

- Déperditions totales d'un logement :

Les déperditions totales D pour un logement, contenant plusieurs volumes thermiques, sont données par la formule suivante :

$$D = \sum D_i \quad [W/^\circ C]$$

CHAPITRE 3

Où:

D_i (en $W/°C$) représente les déperditions totales du volume i .

- Déperditions totales d'un volume :

Les déperditions totales D_i d'un volume i (figure 2) sont données par la formule suivante :

$$D_i = (D_T)_i + (D_R)_i \quad [W/°C]$$

Où :

- $(D_T)_i$ (en $W/°C$) représente les déperditions par transmission du volume i ;
- $(D_R)_i$ (en $W/°C$) représente les déperditions par renouvellement d'air du volume i .

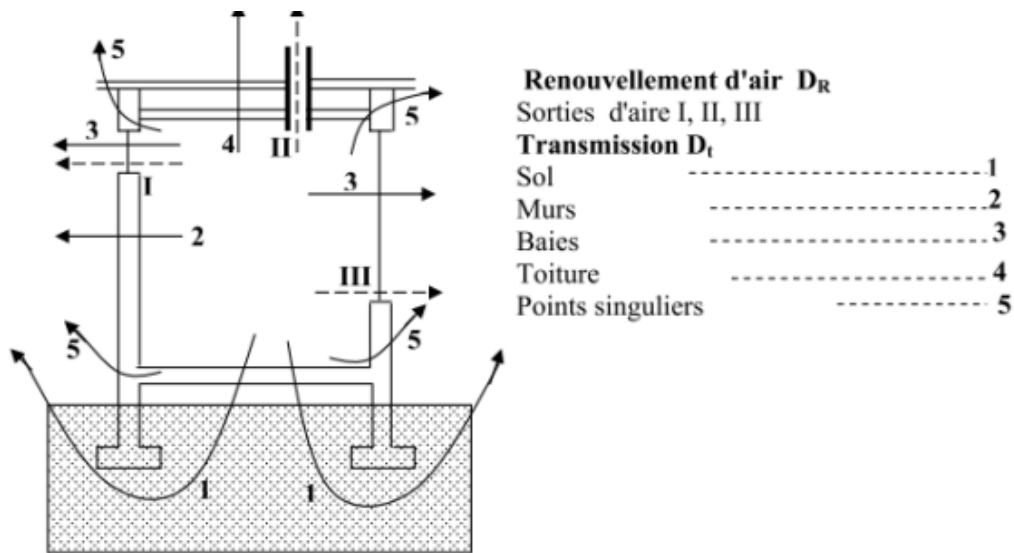


Figure 3.2 Les différents postes de déperdition

- déperdition par transmission d'un volume:

Les déperditions par transmission $(D_T)_i$ sont données par :

$$(D_T)_i = (D_S)_i + (D_{LI})_i + (D_{SOL})_i + (D_{LNC})_i$$

Où

- D_S (en $W/°C$) : représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieure.
- D_{LI} (en $W/°C$) : représente les déperditions à travers les liaisons.
- D_{SOL} (en $W/°C$) : représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol.

CHAPITRE 3

- D_{LNC} (en $W/°C$) : représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés.
- **Déperditions par renouvellement d'air d'un volume :**

Les déperditions par renouvellement d'air d'un volume i $(D_R)_i$ sont donnés par :

$$(D_R)_i = (D_{RV})_i + (D_{RS})_i \quad [W/°C]$$

Où :

- D_{RV} (en $W/°C$) représente les déperditions due au fonctionnement normal des dispositifs de ventilation.
 - D_{RS} (en $W/°C$) représente les déperditions supplémentaires dues au vent.
 - **Relation entre les déperditions du logement et les déperditions des volumes :**
- Les déperditions par transmission D_T (en $W/°C$) du logement sont égales à la somme des déperditions par transmission des différents volumes i , soit $D_T = \sum (D_T)_i$.
 - Les déperditions par renouvellement d'air D_R (en $W/°C$) du logement sont égales à la somme des déperditions par renouvellement d'air des différents volumes i , soit $D_R = \sum (D_R)_i$

3.4 Vérification et déperditions de référence

3.4.1 Vérification réglementaire

Les déperditions par transmission D_T du logement doivent vérifier :

$$D_T \leq 1,05 \times D_{REF} \quad [W/°C]$$

Où :

- D_T (en $W/°C$) représente les déperditions par transmission du logement,
- D_{REF} (en $W/°C$) représente les déperditions de référence.

3.4.2 Calcul des déperditions de référence

Les déperditions de référence D_{REF} sont calculées par la formule suivante

$$D_{REF} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \quad [W/°C]$$

CHAPITRE 3

Où:

- les S_i (en m^2) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement S_1 la toiture, S_2 le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, S_3 les murs, S_4 les portes, S_5 les fenêtres et les portes fenêtres. S_1 , S_2 , S_3 sont comptées de l'intérieur des locaux, S_4 et S_5 sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur ;
- les coefficients a, b, c, d et e, (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$), sont donnés dans le tableau 2.1 DTR. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

Pour le calcul des déperditions de référence, n'ont pas été prises en compte les déperditions de référence par renouvellement d'air.

3.5 Calcul des déperditions de base

3.5.1 Exigence réglementaire

Le calcul de la puissance de chauffage d'un logement doit comporter le calcul des déperditions de base selon la méthode décrite dans ce DTR. Pour cela, on doit prendre en compte un écart de température entre les ambiances intérieure et extérieure, dit écart de température de base

3.5.2 Déperditions de base totales

Les déperditions de base totales pour un local D_B , contenant plusieurs volumes thermiques, ont pour expression :

$$D_B = \sum(D_B)_i \quad [W]$$

Où $(D_B)_i$ (en W) représente les déperditions de base de chaque volume thermique i .

3.5.3 Déperditions de base pour un volume

Les déperditions de base pour un volume thermique $(D_B)_i$ ont pour expression

$$(D_B)_i = D_i \times (t_{bi} - t_{be}) \quad [W]$$

CHAPITRE 3

Où :

- D_i (en $W/°C$) représente les déperditions totales du volume thermique i ;
- t_{bi} (en $°C$) est la température intérieure de base du volume considéré ;
- t_{be} (en $°C$) est la température extérieure de base du lieu d'implantation de la construction.

- Température intérieure de base : est la température de l'air que l'on désire obtenir au centre de la pièce en absence de tout apport de chaleur autre que celui fourni par l'installation de chauffage

Sauf spécifications particulières, on prendra les valeurs suivantes de la température intérieure de base :

- Immeuble d'habitation, maison individuelle

Pièce principale, pièce de service 21°C

Cage d'escalier chauffée, circulation chauffée en continu 18°C

- Bureau chauffé en continu..... 21°C

- Magasin chauffé en continu 21°C

- Local artisanal chauffé en continu..... 21°C

Dans le cas où des locaux ne sont pas chauffés en continu, ils doivent être considérés comme des locaux non chauffés.

- Température extérieure de base : est une température telle que les températures minimales quotidiennes ne lui sont inférieures que cinq jours par an.

La température extérieure de base est fonction de l'altitude et de la zone climatique où est implanté le projet.

Le tableau (3.1) fixe les valeurs de la température extérieure de base.

CHAPITRE 3

Tableau 3.1 Les valeurs de la température extérieure de base

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



CHAPITRE 4:
Application de la
méthodologie de
D.T.R.C3-2

CHAPITRE 4

4.1 Calcul des déperditions de référence : (D_{REF})

Notre projet sera implanté à wilaya de Bouira, donc dans la zone climatique C. notre étude pour l'optimisation thermique concerne en premier lieu le logement ou l'appartement le plus sensible aux changements climatique. C'est le dernier niveau.

On a: $D_{REF} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5$

Avec:

Tableau 4.1 Les surfaces des parois

Surface		Désignation	Valaurs dz calcul[m ²]
S ₁		La terrasse	95.72
S ₂		Placher bas	-
S ₃		Les murs	75.344
S ₄		Les portes	9.28
S ₅	Les fenetres	2.16	

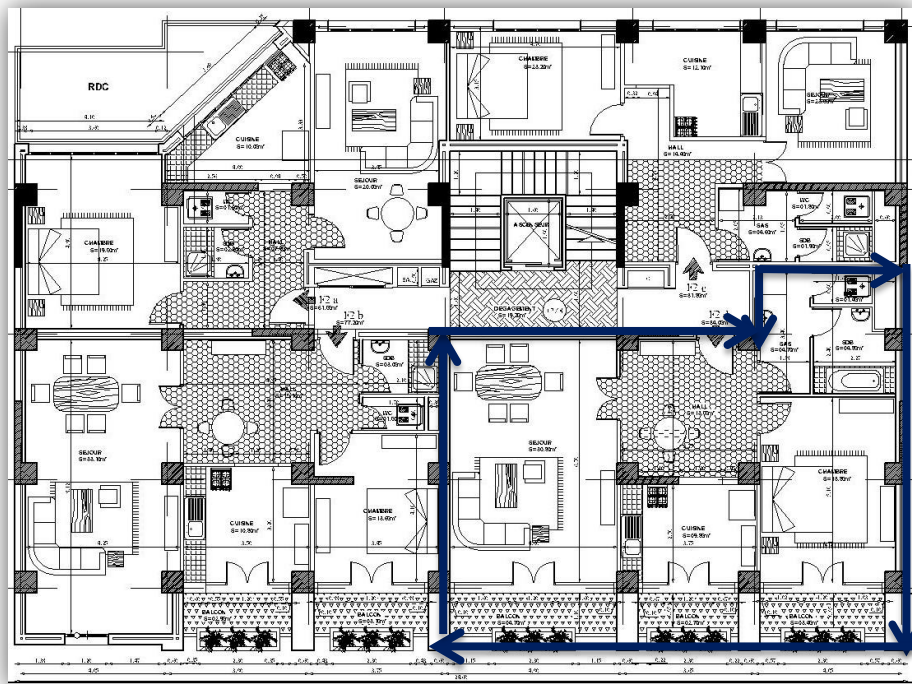


Figure 4.1 Vue en plan du dernier niveau

CHAPITRE 4

Tableau 4.2 Les coefficients de la zone climatique

Zone	Logement individuel					Logement en immeuble collectif				
	A	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

Application numerique:

$$D_{\text{RÉF}} = 213.97 \text{ [W/°C]}$$

4.2 Calcul des pertes par transmission

Coefficient de conductance K pour le plancher terrasse vers l'extérieur.

Tableau 4.3 Les coefficient K pour le plancher terrasse

Couches	Epaisseur e [m]	Conductivité thermique λ [W/m. °C]	Résistance thermique R [m ² . °C/W]
1. Gravillon roulés 8/15	0.05	1.2	0.042
2. Etanchiété multicouche	0.02	0.23	0.087
3. Forme de pente en béton	0.086	1.75	0.049
4. Feuille de polyane	-	-	0.14
5. Isolation thermique en liège	0.04	0.04	1
6. Plancher corps creux	0.2(16+4)	-	0.14
7. Enduit en plâtre	0.02	0.35	0.057
Résistance d'échange superficielle	-	-	$\Sigma R = 1.51$

On a:

$$\Sigma R = 1.51 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W] ;}$$

CHAPITRE 4

Donc

$$K_{\text{terrasse}} = 0.596 [\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

4.3 Etude des variantes proposées pour les murs

Nous avons étudié 3 variantes pour les murs :

- Un double cloison en brique
- Brique+ (5cm) de polystyrène expansé + Carreaux de plâtre
- parpaing +(3cm) de polystyrène expansé + plaque de plâtre

4.3.1 Calcul de la conductance K

A) Variante 1 : Un double cloison en brique

Tableau 4.4 Calcul de la résistance (variante 1)

Couche	Epaisseur [m]	Conductivité thermique λ [W/m. $^\circ\text{C}$]	Résistance thermique R [$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$]
Enduit de plâtre	0.015	0.35	0.043
Enduit de ciment	0.015	1.15	0.013
Brique creuse	0.10	0.20	0.5
Lame d'air	0.05	-	0.11
Brique creuse	0.10	0.20	0.5
Enduit de ciment	0.015	1.15	0.013
Résistance d'échange superficielle	-	-	$\Sigma R = 1.18$

$$\Sigma R = 1.18 [\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}] ;$$

$$\text{Donc : } K_1 = 0.74 [\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

B) Variante 2 : Brique+ (5cm) de polystyrène expansé + Carreaux de plâtre

CHAPITRE 4

Tableau 4.5 Calcul de la résistance (variante 2)

Couches	Epaisseur [m]	Conductivité thermique λ [W/m.°C]	Résistance thermique R [m ² . °C/W]
Mortier	0.02	1.15	0.018
Brique	0.10	0.20	0.500
Polystyrene expansé	0.05	0.046	1.087
Carreaux de plâtre	0.07	0.35	0.200
résistance d'échange superficielle	-	-	$\Sigma R = 1.805$

$\Sigma R = 1.805$ [m². °C/W] ;

Donc : $K_2 = 0.504$ [W/m²°C]

C) Variante 3 : Parpaing + (5cm) de polystyrène expansé + plaque de plâtre

Tableau 4.6 Calcul de la résistance (variante 3)

Couches	Epaisseur [m]	Conductivité thermique λ [W/m. °C]	Résistance thermique R [m ² . °C/W]
Parpaing	0,15	1,05	0,143
Polystyrene expansé	0,03	0,046	0,652
Plaque de plâtre	0,013	0,35	0,037
Résistance d'échange superficielle	-	-	$\Sigma R = 0.832$

$\Sigma R = 0,832$ [m². °C/W] ;

Donc : $K_3 = 0.988$ [W/m² °C]

4.3.2 Calcul des déperditions par transmission D_T :

CHAPITRE 4

A) Variante 1

Car les planchers courants séparent deux niveaux chauffés à la même température les déperditions par transmission à travers ce plancher sont confédérées nulles.

Les déperditions par transmission D_T pour un local, sont données par:

$$D_T = D_S + D_{LI} + D_{SOL} + D_{LNC} \quad (W/^\circ C)$$

- **Calcul de déperdition surfacique** à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur (D_S):

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence de température de $1^\circ C$ entre les ambiances que sépare cette paroi, sont données par la formule:

$$D_S = K \times A$$

Ou :

K ($W/m \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique (conductance);

A (m^2) est la surface intérieure de la paroi.

$$D_S = K_{MURS} \times A_{MURS} + K_{VIT} \times A_{VIT} + K_{PORT} \times A_{PORT} + A_{TERRASSE} \times K_{TERRASSE}$$

	Murs	Portes	Fenêtre	Terrasse
Surface (m^2)	75.344	9.28	2.16	95.72
$K(W/m^\circ C)$	0.74	4.5	1.94	0.596

$$\rightarrow D_S = 158.75 \text{ W/}^\circ C.$$

- (D_{LI}) ($en W/^\circ C$) représente les **déperditions à travers les liaisons;**

$$\rightarrow D_{LIN} = 0,2 \times D_S = 31.75 \text{ W/}^\circ C.$$

$$\rightarrow D_{SOL} = 0$$

CHAPITRE 4

- **Calcul de la déperdition a paroi en contact avec un local non chauffé:**

Un local non chauffé est un local pour lequel le chauffage n'existe pas ou risque d'être interrompu pendant de longues périodes, ainsi tout local chauffé par intermittence.

Les déperditions D_{LNC} par transmission par degré d'écart à travers une paroi en contact avec un local non chauffé sont données par la formule suivante :

$$\rightarrow D_{LNC} = \tau \times [\sum (K_{LNC} \times A_{LNC}) + \sum (K_l \times L)]$$

Où :

- K_{LNC} (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique de chaque partie,
- A_{LNC} : (en m^2) est la surface intérieure de chaque partie surfacique, du local non chauffé),
- K_l (en $W/m \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission linéique de chaque liaison,
- L (en m) est la longueur intérieure de chaque liaison,
- τ est le coefficient de réduction de température ; il est soit :
 - calculé dans le cas général,
 - déterminé forfaitairement, $\rightarrow \tau = 0.35$
 - fixé par les pièces du marché.

$$D_{LNC} = 7.00 \text{ W/}^\circ C$$

Alors :

$$D_T = D_S + D_{LI} + D_{SOL} + D_{LNC} = 197.5 \text{ W/}^\circ C$$

$$D_T = 194.5 \text{ W/}^\circ C < 1,05 D_{REF} = 224.668 \text{ W/}^\circ C$$

Donc la condition réglementaire dans ce logement est vérifiée pour la variante A.

B) Variante 2

$$: D_T = D_S + D_{LI} + D_{SOL} + D_{LNC} \text{ W/}^\circ C$$

CHAPITRE 4

- D_S :

	Murs	Portes	Fenêtre	Terrasse
Surface(m ²)	75.344	9.28	2.16	95.72
K(w:m°C)	0.504	4.5	1.94	0.596

$$\rightarrow D_S = 140.97 \text{ W/}^\circ\text{C.}$$

- D_{LI} (en W/°C) représente les **déperditions à travers les liaisons**;

$$\rightarrow D_{LIN} = 0,2 \times D_S = 28.195 \text{ W/}^\circ\text{C.}$$

$$\rightarrow D_{SOL} = 0$$

- Calcul de la **déperdition a paroi en contact avec un local non chauffé**:

$$D_{LNC} = 4.81 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Alors :

$$D_T = 173.975 \text{ W/}^\circ\text{C} < 1,05 D_{REF} = 224.668 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Donc la condition réglementaire dans ce logement est vérifiée pour la variante 2.

C) Variante 3

$$D_T = D_S + D_{LI} + D_{SOL} + D_{LNC} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- D_S :

	Murs	Portes	Fenêtre	Terrasse
Surface(m ²)	75.344	9.28	2.16	95.72
K(w:m°C)	0.988	4.5	1.94	0.596

$$\rightarrow D_S = 176.836 \text{ W/}^\circ\text{C.}$$

- D_{LI} (en W/°C) représente les **déperditions à travers les liaisons**;

$$\rightarrow D_{LIN} = 0,2 \times D_S = 35.36 \text{ W/}^\circ\text{C.}$$

CHAPITRE 4

$$\rightarrow D_{SOL} = 0$$

- Calcul de la **déperdition a paroi en contact avec un local non chauffé**:

$$D_{LNC} = 9.32 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Alors :

$$D_T = 221.51 \text{ W/}^\circ\text{C} < 1,05 D_{REF} = 224.66 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Donc la condition réglementaire dans ce logement est vérifiée pour la variante 3.

Tableau 4.7 récapitulatif de la vérification des déperditions par transmission D_T

Variante	D_T (W/°C)	$1,05 \times D_{REF}$ (W/°C)	Vérification
1	197.5	224.66	Vérifié
2	173.975	224.66	Vérifié
3	221.51	224.66	Vérifié

4.3.3 Calcul des déperditions par renouvellement d'air:

Les déperditions par renouvellement d'air doivent être prises en compte seulement lors du dimensionnement des installations de chauffage des locaux d'habitation. La vérification thermique réglementaire ne tient pas compte des déperditions par renouvellement d'air. Les déperditions par renouvellement d'air tiennent compte des déperditions dues au fonctionnement des dispositifs de ventilation ; ainsi que les déperditions supplémentaire par infiltrations dues à l'effet du vent.

D'où les déperditions pour renouvellement d'air pour un logement ont pour expression :

$$D_R = 0.34 \times (Q_V + Q_S) \text{ [w]}$$

Où :

- 0.34 (en W. h / m³°C) est la chaleur volumique de l'air ;
- Q_V (m³/h) : est le débit spécifique de ventilation ;
- Q_S : est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.

CHAPITRE 4

- **Calcul du débit spécifique de ventilation Q_v**

Le débit spécifique de ventilation Q_v est donné par la formule suivante:

$$Q_v = \text{Max} (0.6 \times V_H ; Q_{v \text{ REF}}) \quad [\text{m}^3 / \text{h}]$$

Où :

- V_H (en m^3) désigne le volume habitable ;

Tel que :

$$V_H = h_c \times S = 3.4 \times 95.72 = 325.448 \text{ m}^3 \text{ (locaux chauffés)} \rightarrow 0.6 \times V_H = 195.27 \text{ m}^3.$$

- $Q_{v \text{ REF}}$: (en m^3 / h) le débit extrait de référence.

$$Q_{v \text{ REF}} = (5 \times Q_{v \text{ MIN}} + Q_{v \text{ MAX}}) / 6 \quad (\text{m}^3 / \text{h})$$

- $Q_{v \text{ MIN}} = 100 \text{ m}^3 / \text{h}$ (Nombre de pièces principale)

$$Q_{v \text{ MAX}} = 120 + 30 = 150 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

$$\text{Alors : } Q_{v \text{ RÉF}} = 108.33 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$Q_v = \text{Max} (0.6 \times V_H ; Q_{v \text{ REF}}) = 195.27 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- **Calcul du débit supplémentaire par infiltrations dues au vent Q_s**

Le débit supplémentaire dû au vent est déterminé en considérant seulement le débit d'air supplémentaire s'infiltrant par les ouvrants, et dont l'écoulement s'effectue de la façade au vent à la façade sous le vent (on parle de débit "traversant").

Les ouvrants concernés pour la détermination du débit supplémentaire dû au vent sont ceux faisant partie des parois extérieures, et ceux faisant partie des parois en contact avec des circulations ouvertes sur l'extérieur.

Par exemple, les parois donnant sur une cage d'escalier fermée ne doivent pas être prises en compte lors du calcul du débit supplémentaire dû au vent.

Le débit spécifique supplémentaire par infiltrations dues au vent Q_s est donné par la formule suivante:

$$Q_s = \sum (P_{PI} \times e_{vi}) \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$$

CHAPITRE 4

Où :

P_{PI} (en m^3/h sous $\Delta p=1$ Pa) est la perméabilité à l'air de la paroi i ;

e_{vi} : [sans dimension] est le coefficient d'exposition au vent affecté à la paroi i ;

❖ La perméabilité à l'air P_{PI} est donnée par la formule :

$$P_{PI} = \sum (P_{OJ} \times A_J) \quad \left(\frac{m^3}{h} \text{ sous } \Delta P = 1 \right)$$

P_{OJ} : [m/h sous : $\Delta P = 1$ Pa est la perméabilité surfacique de l'ouvrant J ; c'est à dire le débit d'air traversant $1 m^2$ de paroi sous une différence de pression ΔP de 1 Pa ; les valeurs de P_o pour les ouvrants courants sont regroupées dans le tableau ci-dessous. Pour les autres types d'ouvrants (à étanchéité améliorée ou à étanchéité renforcée), les valeurs de P_o doivent être fournies par le document d'Avis Technique.

A_J : [m^2] Surface de l'ouvrant J ;

H_i : [m] La distance entre la mi-hauteur de l'ouverture et la surface libre du sol.

Tableau 4.8 Calcul de Q_S

Parois	$A_j [m^2]$	e_{vi}	$H_i [m]$	$P_{OJ} \left(\frac{m}{h} \right)$	$P_{PI} \left(\frac{m^3}{h} \right)$	$Q_{SI} \left(\frac{m^3}{h} \right)$
Porte vers l exterieur	6.86	5,78	31,38	6	41,16	237.90
Porte vers loggia	1.806	5,78	31.38	6	10,84	62.63
Fenetre	2.16	5,78	31.88	4	8.64	49.94

$$Q_S = \sum Q_{Si} = 350.47 \quad \left(\frac{m^3}{h} \text{ sous } \Delta P = 1 \right)$$

$$\rightarrow D_R = 0.34 \times (Q_V + Q_S) = 0.34 \times (228.78 + 436.49) = 185.55 \text{ [W]}$$

4.4 Calcul des déperditions de base (D_B)

Les déperditions de base pour un volume thermique ont pour expression :

$$(D_B)_i = D_i \times (t_{bi} - t_{be}) \text{ [W]}$$

CHAPITRE 4

Où :

- D_i (en $W/°C$) représente les déperditions totales du volume thermique i ;
- t_{bi} : [en $°C$] est la température intérieure de base du volume considéré;
- t_{be} : [en $°C$] est la température extérieure de base du lieu d'implantation de la construction.

Dans notre cas on a $\begin{cases} t_{bi} = 21°C \\ t_{be} = -2°C \end{cases} \rightarrow (D_B)_i = 23 \times D_i$

$$D_i = D_T + D_R$$

Tableau 4.9. Résultats des déperditions de base pour chaque variante

Variante	D_T	D_R	D_i	D_B
1	197.5	185.55	383.05	8810.15
2	173.975	185.55	359.525	8269.07
3	221.51	185.55	407.06	9362.38

4.5 Calcul de la puissance de chauffage

- **Puissance du chauffage Q**

La puissance de chauffage Q nécessaire pour un logement est donnée par :

$$Q = (t_{bi} - t_{be}) \times [[1 + \max(c_r; c_{in}) \times D_T] + [(1 + c_r) \times D_R]]$$

Où

- D_T (en $W/°C$) représente les déperditions par transmission du logement,
- c_r (sans dimension) est un ratio estimé des pertes calorifiques dues au réseau de tuyauteries éventuel.
- c_{in} : (sans dimension) représente un coefficient de surpuissance.

Le coefficient c_{in} est appliqué aux seules déperditions par transmission. Il est introduit pour diminuer le temps nécessaire à l'obtention de la température désirée lors d'une mise en route ou d'une relance.

CHAPITRE 4

- Le coefficient c_{in} prend les valeurs suivantes :
 - 0,10 en cas de chauffage continu,
 - 0,15 en cas de chauffage discontinu, et dans le cas d'une construction dont la classe d'inertie est "faible" ou "moyenne",
 - 0,20 en cas de chauffage discontinu, et dans le cas d'une construction dont la classe d'inertie est "forte".

- Le coefficient c_r prend les valeurs suivantes :
 - 0 pour les installations de type "chauffages individuel",
 - 0,05 pour les installations de type "chauffage central" dans lesquelles toutes les tuyauteries sont calorifugées,
 - 0,10 pour les installations de type "chauffage central" dans lesquelles les tuyauteries sont calorifugées seulement dans les zones non chauffées,
 - 0,20 pour les installations de pipe "chauffage central" dont le réseau de tuyauteries n'est pas calorifugé.

Dans notre cas $\begin{cases} c_{in} = 0.10 \\ c_r = 0.10 \end{cases} \rightarrow Q = 25.3 \times D_T + 1.10D_R$

4.6 Interpretations et resultants:

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.10 Puissance de chauffage Q pour les cinq variantes

Variantes	D_T [W]	D_R [W]	Q [W]	D_B [W]
1	197.5	185.55	5200.85	8810.15
2	173.975	185.55	4605.67	8269.07
3	221.51	185.55	5808.30	9362.38

4.7 Conclusion :

Après avoir fait une comparaison entre les variantes on peut dire que la variante 2 donne la meilleure isolation thermique par rapport aux deux autres. C'est-à-dire que les constituants de cette variante ont des caractéristiques thermiques qui permettent de minimiser les déperditions calorifiques, et donc d'économiser l'énergie de chauffage.



CONCLUSION

CONCLUSION

D'après cette étude et les résultats calculés, nous avons vu l'intérêt de faire une étude thermique, pour des variantes de murs, ceci pour économiser les besoins de chauffage.

« Variante 2 » associant (briques creuse et polystyrène expansé), pour les murs de remplissage donne une isolation thermique importante. Elle minimise les déperditions calorifiques ; et permet donc d'économiser l'énergie de chauffage.

Dans ce travail, l'étude d'optimisation est faite uniquement sur les murs. Il reste encore à faire une étude thermique détaillée puisqu'elle influence les objectifs qu'on a fixés, qui sont le confort des occupants et l'économie de l'énergie de chauffage. Cette étude détaillée doit porter sur l'optimisation de des autres paramètres intervenant dans l'isolation thermique telle que l'isolation des toitures, menuiseries, etc...

BIBLIOGRAPHIE

[1] D.T.R-B.C.3.2 : « Réglementation thermique des bâtiments d'habitation »

[2] GUENOUNOU Kahina. Etude d'un bâtiment R+9 avec optimisation thermique .PFE . ENP. 2009.

[3] BELGHENOU Mohamed. Conception et etude d'un batiment vert.PFE .ENP. 2008.

[4] ABD EL HAMID Abd el malek.Etude d'un batiment (R+5) en charpente métallique avec une étude d'optimisation Thermique .PFE .ENP. 2008.