

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA – BEJAIA**



**FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

THEME

**Amélioration du confort thermique par la résolution
des ponts thermiques dans l'habitat individuel. Cas
d'une maison à Bouira.**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master II en Architecture

Option « Architecture, Ville et Territoire »

Soutenu le : 02/ 03 / 2017

Réalisé par :

Mr CHABANE CHAOUICHE Kocella.

Mlle CHIBOUB Lylia.

Encadré par :

Mr Abdelkader MERZEG

Melle MESSACI

Membres du jury :

Président du jury : M. AMIR

Examineur : Mme Alili

Année Universitaire 2016 - 2017

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout le **Bon DIEU** tout puissant, qui nous a
donné la force, la volonté
Et le courage pour terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profond respect ;
A **Mr MERZEG** pour l'aide, les orientations et les encouragements
qui nous ont donné tout le long de notre travail, nous lui sommes
reconnaissants pour la pertinence de ces remarques et pour ses
précieux conseils.

Nous remercions aussi les membres du jury d'avoir accepté de nous
honorer par leurs présences. A tous ceux qui nous ont aidés de près ou
de loin à l'élaboration de ce mémoire.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

♡♡ A **ma mère** ♡♡

A celle qui m'a comblé avec sa tendresse et affection tout au long de mon parcours ; qui n'a cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, elle a toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait.

♡♡ A **mon père** ♡♡

Qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieu les gardes et les protèges

A mon chère frère **Imad Eddine** et ma sœur **Zoubida**.
Et à ma cousine adoré **Sabah**.

A mon très cher binôme **Koceila** qui m'a aidé, soutenu tout au long de mon parcours et qui a été à côté de moi dans mes moments difficiles.
Ainsi qu'à toute sa famille.

Et mes chères copines Soraya et Amira, mes très chère et proche amis : **Hadjila**, **Rozina**, **Katia**, **Wassim** et **Yacine**

Lylia

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

♡♡ A **ma mère** ♡♡

Qui a donné sens à ma vie, symbole de tendresse, qui m'a toujours aidé durant tout mon parcours et qui n'a cessé de m'encourager et me soutenir tout au long de mes études.

♡♡ A **mon père** ♡♡

Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Que dieu les gardes et les protèges

A mes chère frères **Ghiles** et **Aymen**.

A ma chère **Lylia** qui m'a aidé, soutenu tout au long de mon parcours et elle a été à côté de moi dans mes moments difficiles.

Et mes chères copains **Yacine** et **Wassim**, mes très chère et proche amis : **Taktak**, **Marzouk**, **Said**, **Ahmed**, **Imad**

Koceila

Résumé:

Le secteur du bâtiment est à l'origine de 45% de la consommation énergétique en Algérie, parce qu'il cherche toujours à répondre aux besoins des occupants.

Ce mémoire de recherche vise à développer une approche de recherche, d'équilibre entre l'architecture et l'environnement, confort thermique, minimisation énergétique en chauffage et climatisation, par une rénovation d'un habitat individuel et l'amélioration de son système d'isolation thermique, qui se réalise par une suppression des ponts thermiques.

Nous citons en premier lieu, l'interaction entre le confort thermique de l'habitat et son environnement, dont on a cerné notre travail sur les technique de résolution des ponts thermiques qui provoque à leur tour, non seulement des impacts sur l'environnement (gaz à effet de serre, réchauffement climatique) mais aussi ils participent à la dégradation et pourrissement des matériaux de construction.

Enfin, une fois les différents instruments sont déterminés, nous allons tenter a l'application du processus sur un habitat du type individuel Algérien choisi, pour le rendre plus confortable, et moins consommateur en énergie.

Mots clés : confort, habitat, ponts thermiques, dégradation, énergie, isolation thermique, consommation.

Sommaire

Table de matière	i
Listes des figures	v
Liste des tableaux	vii

Chapitre Introductif

Introduction générale.....	2
Problématique.....	2
Hypothèses	3
Objectifs	3
Méthodologie	3
Structure de mémoire	4

Premier chapitre : Notions sur le confort

Introduction	6
1. La définition du confort.....	6
2. Les types du confort	7
2.1.Le confort acoustique	7
2.2.Le confort visuel.....	7
2.3.Le confort olfactif.....	7
2.4.Le confort thermique	8
2.4.1. Définition	8
2.4.2. Mode de transfert de chaleur.....	8
2.4.3. Les paramètres du confort thermique.....	9
2.4.3.1.Paramètres liés à l'individu	10
2.4.3.2.Paramètre liés à l'environnement.....	11
2.4.3.3.Paramètres liés aux gains thermiques internes	12
2.4.4. Le confort d'hiver et d'été.....	13
2.4.4.1.Le confort thermique d'hiver	13
2.4.4.1.1. La stratégie de chaud.....	13
2.4.4.1.2. Exigences d'hiver.....	14
2.4.4.2.Le confort thermique d'été.....	14
2.4.4.2.1. La stratégie de froid.....	14
2.4.4.2.2. Exigences d'été.....	15
3. Conclusion.....	15

Deuxième chapitre : Isolation thermique et traitement des ponts de déperdition de chaleur

I. L'isolation thermique	
Introduction	17
1. Définition de l'isolation thermique	17
1.1.Le principe.....	17

2. La typologie des isolants	18
II. Les traitements des ponts thermiques.	
Introduction	19
1. Les types de pont thermique.....	20
1.1.Ponts thermiques linéaires ou 2D.....	20
1.2.Ponts thermique ponctuels ou 3D.....	21
1.3.Ponts thermiques structurels.....	21
2. Détecter un pont thermique : origine et repérage	22
2.1.Thermographie infrarouge.....	22
2.1.1. Vérifier l'isolation avec la thermographie infrarouge.....	23
2.1.2. Principes de la thermographie infrarouge	23
2.1.3. Un diagnostic utile avant les travaux	24
3. Traitement des ponts thermiques.....	24
3.1.Pourquoi traiter les ponts thermiques ?	24
3.2.Les impacts des ponts thermiques.....	25
3.2.1. Ponts thermiques et risques de condensation	25
3.2.2. Leurs endroits d'apparitions.....	25
3.2.3. Les facteurs provoquant les impacts des ponts thermiques dans un bâtiment	26
3.3.Les conséquences des ponts thermiques ?.....	26
4. Comment lutter contre un pont thermique ?.....	27
4.1.L'isolation extérieure	27
4.1.1. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur terre-plein.....	27
4.1.2. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur sous-sol non chauffé (Ou vide sanitaire accessible).....	28
4.1.3. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur vide sanitaire inaccessible.....	29
4.1.4. Liaison murs extérieurs et balcons	29
4.1.5. Liaison murs extérieurs et fenêtres.....	30
4.1.6. Liaison murs extérieurs et planchers hauts : combles perdus	30
4.1.7. Liaison murs extérieurs et planchers hauts (terrasses)	31
4.1.8. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée : combles aménagés Isolés par l'intérieur.....	32
4.1.9. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée : combles aménagés Isolés par l'extérieur.....	32
4.1.10. Isolation mixte : intérieure et extérieure.....	32
4.2.Isolation intérieure.....	32
4.2.1. Liaison murs et planchers intermédiaires.....	33
4.2.2. Liaison murs et plancher haut (combles perdus).....	33
4.2.3. Liaison murs et plancher haut (terrasses).....	34
4.2.4. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée, combles aménagés	34
4.2.5. Liaison murs extérieurs et murs de refend	35
4.2.6. Liaison murs extérieurs et menuiseries	35
5. Points singuliers	36
5.1.Cheminées	36
5.2.Les réseaux	36
6. Les bienfaits de l'isolation thermique	37

7. Conclusion.....	38
--------------------	----

Troisième chapitre : La notion de l'habitat individuelle et la réglementation thermique

Introduction	40
1. Définition de l'habitat	40
2. La notion de l'habitat individuelle ou la maison individuelle.....	41
2.1.Etymologie du mot maison	41
2.2.Définition de l'habitat individuelle	41
2.3.Caractéristiques de l'habitat individuel.....	41
3. Les types d'habitats individuels	42
3.1.Habitat isolé.....	42
3.2.Habitat jumelé	42
3.3.Habitat en bande.....	42
3.4.L'histoire de l'habitat individuelle en Algérie	43
3.4.1. La période prés-coloniale	43
3.4.2. La période coloniale	43
3.4.3. La période postcoloniale	43
4. Le système constructif d'un habitat individuel en Algérie.....	44
4.1.Définition de système constructif poteau-poutre.....	44
4.2.Les éléments constituant le système portique	44
4.2.1. Les éléments composants la superstructure	44
4.3.L'enveloppe d'un habitat.....	47
4.3.1. Les éléments d'une enveloppe	47
5. Les matériaux de constructions	48
5.1.Le béton.....	48
5.2.Le mortier.....	48
5.3. La brique	48
6. La réglementation thermique.....	49
6.1.La réglementation thermique en France.....	49
6.2.La réglementation thermique en Algérie.....	50
7. Etat de l'art en Algérie	52
7.1.Comparaison d'une maison avec et sans isolation thermique.....	53
7.2.Les points forts d'une maison bien isolée.....	53
7.3.Les points faibles d'une maison mal isolée	53
8. Conclusion.....	53

Quatrième chapitre : Partie pratique

Introduction	56
1. Présentation de la région de Bouira.....	56
1.1.Situation géographique.....	56
1.2.Climat de la région	57
2. Présentation du projet.....	58

2.1.Situation géographique de la commune de Taghzout	58
2.2.Situation du projet	59
2.3.Critères du choix de l’habitat	59
2.4.Orientation et ensoleillement.....	60
2.4.1. La forme de l’habitat	60
2.4.2. L’enveloppe extérieure.....	61
2.4.3. Les façades	61
2.4.4. Perméabilité à l’air	63
2.4.5. Perméabilité à l’humidité	63
2.4.6. La toiture	63
2.5.Système constructif et matériaux	63
3. La consommation énergétique dans l’habitat.....	64
3.1.Le chauffage.....	64
3.2.La climatisation et ventilation	64
4. Déroulement de questionnaire.....	65
5. Interprétation des données d’enquête et des résultats théoriques.....	71
6. Evolution du confort thermique	71
6.1.Résolution des ponts thermique	71
6.1.1. L’isolation extérieure	72
6.1.1.1.Liaison murs extérieurs et plancher bas sur terre-plein.....	72
6.1.1.2.Liaison murs extérieurs et plancher bas sur vide sanitaire inaccessible.....	72
6.1.1.3.Liaison murs extérieurs et balcons.....	73
6.1.1.4.Liaison murs extérieurs et fenêtres.....	74
6.1.1.5.Liaison murs extérieurs et planchers hauts (terrasses)	74
6.1.1.6.Isolation mixte : intérieure et extérieure.....	75
6.1.2. Isolation intérieure.....	75
6.1.2.1.Liaison murs et plancher haut (terrasses	75
6.1.2.2.Liaison murs extérieurs et murs de refend	76
6.1.2.3.Liaison murs extérieurs et menuiseries	76
7. Points singuliers	77
7.1.Les réseaux.....	77
8. Conclusion.....	78
Conclusion générale	79
Annexe	
Références bibliographiques	

Liste des figures:

Chapitre I : Notion sur le confort

Fig.1 : Les modes de transferts de chaleur	9
Fig.2 : Valeur exprimée en Clo des tenues vestimentaire	10
Fig.3 : Le métabolisme humain	11
Fig.4 : La température de l'air ambiant	12
Fig.5 : Le diagramme de l'air humide	12
Fig.6 : Gains thermiques internes d'un espace	12
Fig.7: Concepts de la stratégie du chaud	13
Fig.8: Concepts de la stratégie du froid	14

Chapitre II : Isolation thermique et traitement des ponts de déperditions de chaleur

Partie A : Isolation thermique

Fig.9: Répartition des déperditions thermiques dans une habitation.....	18
---	----

Partie B : Traitement des ponts thermiques

Fig.10: Les différents points sensibles des ponts thermiques.....	20
Fig.12: Ponts thermiques linéaires ou 2D.....	21
Fig.13: Ponts thermiques linéaires ou 2D	21
Fig.14: pont thermique ponctuel ou 3D.....	21
Fig.15: Les zones froides dans un pont thermique	22
Fig.16: la caméra infrarouge (CCTA)	23
Fig.17: la caméra infrarouge (CCTA)	23
Fig.18: Ponts thermiques de liaison visibles avec une caméra infrarouge (CCTA).....	24
Fig.19: Moisissures sur le pont thermique d'un plancher	25
Fig.20: Dégradations des revêtements.....	25
Fig.21: repérage des ponts thermiques	26
Fig.22: Isolation par l'extérieur	28
Fig.23: Isolation par l'extérieur : isolation enterrée.....	28
Fig.24: L'isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée	28
Fig.25: L'ITE et sous-sol.....	29
Fig.26: ITE des murs et plancher bas sur vide sanitaire inaccessible	29
Fig.27: Présence des ponts thermiques au niveau des balcons.....	30
Fig.28: Fenêtre en applique avec isolation par l'extérieur.....	30
Fig.29: ITE: continuité avec l'isolation des combles perdus	31
Fig.30: schéma explicatif de l'ITE des combles perdus sur une façade gouttereau.....	31
Fig.31: ITE des murs et terrasses	31
Fig.32: Isolation mixte	32
Fig.33: ITI la boîte dans la boîte	33
Fig.34: Pont thermique traité par allongement du parcours de la chaleur.....	33
Fig.35: Liaison de l'isolant murs et plancher haut (combles perdus).....	34
Fig.36: ITI et terrasse	34

Fig.37: ITI : combles aménagés sur étage chauffé	35
Fig.38: ITI : isolation d'un mur de refend.....	35
Fig.39: Isolation thermique par l'extérieur : les solutions menuiseries	36
Fig.40: Coupure d'isolation pour passage de réseau.....	36
Fig.41: Des signes d'humidité dans une maison	38
Fig.42: Présence de pont thermique	38
Fig.43: Tous les éléments qui doivent être isolé dans une maison.....	38
Fig.44: Habitat isolée	42
Fig.45: Habitat jumelée	42
Fig.46: Habitat en bande	42
Fig.47: Coupe transversale sur semelle et poteau	45
Fig.48: Schéma représentatif d'un poteau	45
Fig.49: Une poutre.....	46
Fig.50: Le plancher préfabriqué d'un habitat individuel.....	46
Fig.51: Une poutrelle.....	46
Fig.52: Le hourdis	47
Fig.53: La classification des matériaux de construction paroi qui combine une faible conductivité thermique avec une grande inertie thermique	51
Fig.54: paroi qui combine une faible conductivité thermique avec une grande inertie thermique.....	51
Fig.55: La capacité de double vitrage de permettre d'utiliser le faible conductivité thermique de l'air.....	52
Fig.56: Carte géographique sur la situation et limites de la Wilaya de Bouira	56
Fig.57: Diagramme sur la variation de la température.....	57
Fig.58: Diagramme sur la variation de la précipitation et les changements de couverture nuageuse	57
Fig.59: Diagramme sur la vitesse du vent et sa direction.....	58
Fig.60: Diagramme sur la variation du pourcentage d'humidité.....	58
Fig.61: Carte géographique sur la situation et limites de la commune de Taghzout.....	59
Fig.62: Plan de masse	60
Fig.63: Schéma explicatif de l'ensoleillement et d'orientation.....	60
Fig.64: Plan de masse	61
Fig.65: Les différentes façades de l'habitat.....	62
Fig.66: Les différentes ouvertures utilisées dans l'habitat	62
Fig.67: Les conséquences de la condensation de l'humidité	63
Fig.68: Terrasse accessible non étanche (infiltration des eaux pluviales.....	63
Fig.69: La forte utilisation du système de chauffage	64
Fig.70: La forte utilisation du système de climatisation.....	64
Fig.71: isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée.....	72
Fig.72: L'isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée	72
Fig.73: ITE mur extérieur et plancher sur vide sanitaire.....	73
Fig.74: Des solutions pour isoler les balcons en manchonner ou envelopper.....	74
Fig.75: Fenêtre en applique avec isolation par l'extérieur.....	74
Fig.76: Fenêtre en applique avec isolation par l'intérieure.....	74

Fig.77: ITE des murs et terrasses	75
Fig.78: Isolation mixte.....	75

Liste des tableaux:

Tableau A : Paramètres influents sur la sensation du confort thermique	10
Tableau B : les produits d'isolation et leurs usages	18

Chapitre Introductif

Introduction générale :

L'histoire de l'humanité est une succession de constructions, de destructions et de reconstructions. Chaque civilisation a exprimé dans la construction ses symboles, ses valeurs, sa philosophie de vie. L'étude de l'environnement construit, permet de se faire une image du passé. Jusqu'à une récente époque, les matériaux de constructions étaient généralement tirés directement de la nature.

Ces dernières décennies, avec l'avènement de l'industrialisation, nous avons vécu la période de l'éphémère généralisé, avec des constructions qui, à la fin de leur cycle de vie, représentent autant de déchets indésirables, coûteux, polluants qui cause plusieurs problèmes, parmi eux : l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre qui provoque un dérèglement climatique ou les scientifiques nous alertent depuis longtemps sur notre responsabilité collective. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le réchauffement climatique est bien réel et l'activité humaine en est responsable, par l'émission de GES au niveau mondial.

D'après le président de l'association Ecoparc, Suisse C. Malaguerra : *"c'est une prise de conscience qui veut mettre l'homme au centre des préoccupations dans le respect total de son environnement naturel. On construit dans l'esprit de la durabilité : choix des matériaux, bien-être de ceux qui vont être les utilisateurs du bâtiment et respect de l'autre. C'est la construction durable, écologique, à échelle humaine, soucieuse de générations futures, qui s'intègre dans le paysage, qui s'harmonise aux valeurs d'une société."* Cette prise de conscience est un réel tournant pour l'humanité donc l'habitat n'est pas seulement du logement mais également d'un cadre de vie; Dont la construction écologique n'est pas le seul aspect de l'habitat durable, dont on déduit que l'habitat durable n'est pas focalisé sur l'aspect de la construction écologique mais aussi sur l'aspect bioclimatique. Une construction durable doit être intégrée à son environnement et assurée une satisfaction qui répond aux besoins des habitants, assurée un confort de qualité à court et à long terme en basant sur les trois (03) principaux piliers : l'éco-conception des bâtiments, l'efficacité énergétique et l'organisation des réseaux.

1. Problématique :

L'homme est le fils de son environnement; dès sa naissance il cherche à trouver un abri qui lui assure des bonnes conditions du survie, dont on trouve une évolution enchaînée à travers le temps. Après l'industrialisation des matériaux de constructions et le développement technologique l'homme cherche toujours à améliorer son cadre de vie sans penser aux impacts causés sur l'environnement. Alors il est difficile de parler d'habitat en générale puisque il existe plusieurs types selon le contexte énergétique et environnementale du bâtiment, on déduit que le bâtiment est un grand consommateur d'énergie au monde il représente 45% des consommations d'énergie a lui même, 25% des émissions de CO₂ et 19% de gaz à effet de serre.

L'Algérie a connu au bout de ces dernières années une augmentation frappante au niveau de la consommation globale énergétique dans le secteur du bâtiment, qui représente 40% de ce

dernier et 16% des émissions de gaz à effets de serre.

Pendant ce temps les architectes algériens s'intéressent à un très haut degré à l'aspect stylistique et esthétique et ratent le coup d'intégrer l'aspect écologique, dont l'économie énergétique et les techniques thermiques restent des concepts faiblement utilisés, ce qui implique d'avoir des bâtiments énergivores, qui nécessitent une intervention palpable et bien réfléchie.

On a constaté que la négligence de confort thermique (isolation thermique) et du contexte climatique par les concepteurs est trop élevé; Pour prévoir une architecture dans l'environnement mais aussi dans le temps, il faut améliorer la qualité environnementale d'un bâtiment et de réduire ainsi son empreinte environnementale; Alors :

- **Quelles sont les règles et les techniques à suivre pour réduire la consommation énergétique et résoudre les problèmes des ponts thermiques dans un habitat individuel et assurer un confort thermique agréable?**

2. Hypothèse:

Notre hypothèse est :

- Le respect d'une conception architecturale bien isolée du départ et la maîtrise des déperditions, ponts thermiques de l'enveloppe du bâtiment minimisera sans aucun doute les déperditions et les ponts thermiques dont souffrent les habitats.

3. Objectifs :

- ✚ Afin de situer les problèmes de déperdition de chaleur dans un habitat individuel, notre mémoire a pour objectif de chercher les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer un niveau du confort thermique acceptable en étudiant l'influence de l'enveloppe de l'habitat sur les ambiances intérieur et intégrer les concepts d'isolation afin d'adopter des solutions aux exigences du confort thermique et réduire la consommation d'énergie (chauffage et/ou climatisation) qui permet également la préservation des ressources énergétiques et une limitation des émissions de gaz à effet de serre qui nous aidera à affronter le changement climatique pour assurer une vie pour l'avenir.

4. Méthodologie du travail :

Cette recherche tentera d'apporter quelques réponses à notre problématique en adoptant une démarche claire qui repose sur deux parties :

- **La première partie :** qui sera divisée en trois (03) chapitres qui seront consacrés dans le cadre théorique. Le premier (01) chapitre consiste à définir la notion du confort thermique et ces paramètres ainsi que ces exigences. Et pour le deuxième (02) chapitre consiste à définir les concepts liés à la notion d'habitat et celui de type individuel ainsi un aperçu historique sur son évolution et sur la réglementation thermique. Enfin le troisième (03) chapitre sera consacré sur l'isolation et l'étude des traitements des ponts thermiques.
- **La deuxième partie :** qui sera consacrée à lire et étudier le problème des ponts thermique dans un habitat individuel ainsi que, les solutions adaptés pour la minimisation de ces impacts à partir d'une méthode analytique (cadre pratique)

effectuer une enquête sur le terrain qui va se baser sur un questionnaire et l'observation (absence de l'appareil thermographique infrarouge).

5. Structure de mémoire :

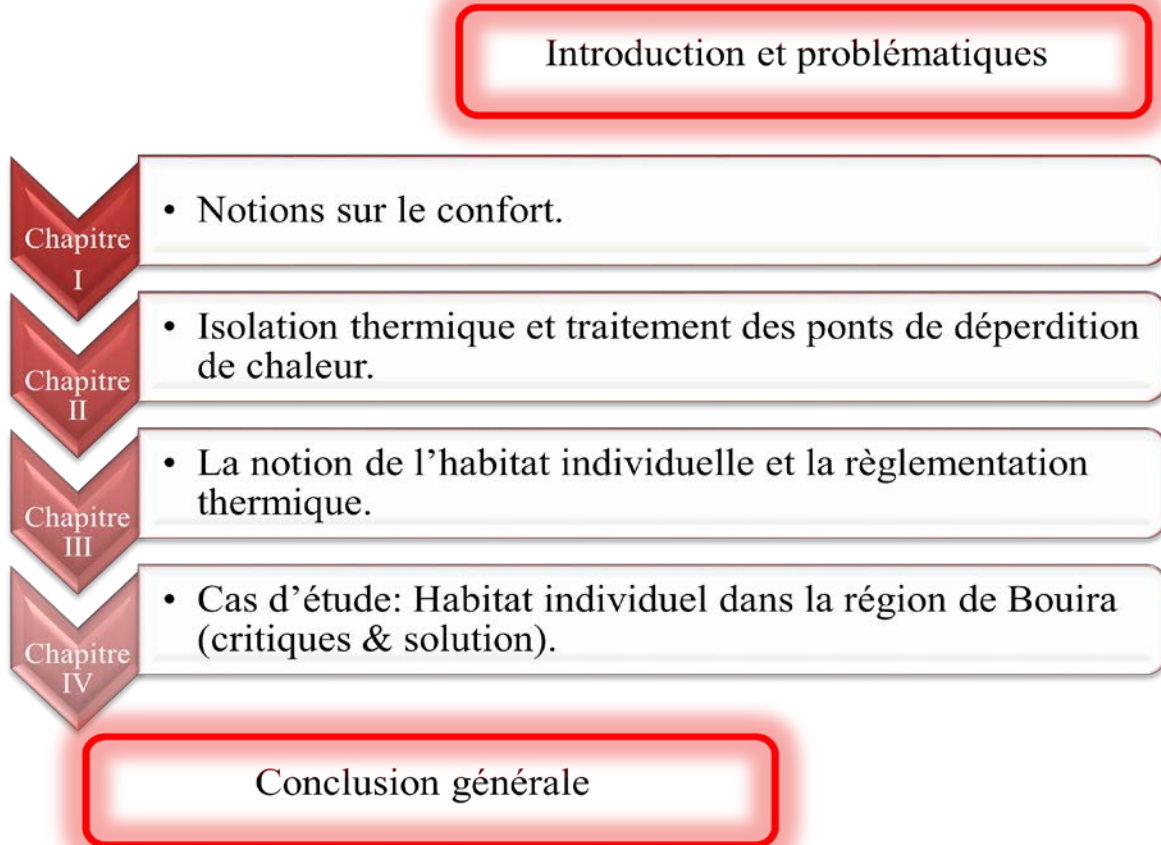


Schéma de la structure de mémoire. Source : Auteurs.

Chapitre I :

Notions sur le confort

Introduction :

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas la définition absolue. A l'époque médiévale, le terme latin « conforté » signifiait le renforcement et la fortification. Au XVIII^e siècle, le terme confort signifiait aux anglais un « bien-être matériel » le terme ne fut introduit en France qu'au XIX^e siècle et était très lié aux classes sociales de l'époque (noblesse, bourgeoisie, ouvrière).¹

*« Au sens large, la notion de confort n'a pas attendue le tique, c'est à dire, l'électronique, pour entrer dans une maison. Le confort de l'antiquité et du moyen âge était celui de l'espace. Le confort de l'ancien régime était celui de l'ornement, aujourd'hui le confort est celui de l'économie des corvées ménagères mais aussi son autonomie et la plénitude de son être. »*². La notion de confort demeure plus vaste et ne peut se limiter aux seuls conditions physique qui déterminent le confort de type hygrothermique (température, humidité...etc.), sonore ou olfactif.¹

Cette notion comprend aussi les paramètres esthétiques et psychologiques (qualité de la lumière, les espaces verts, les paysages, la sécurité, le prestige...etc.)¹.

On constate donc que cette notion de confort éprouve à améliorer la qualité de vie et assurer notre bien-être, sans oublier au même temps la réduction de nos dépenses en matière énergétique.

1. Définition du confort :

Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien être produit par les caractéristiques de l'environnement intérieur d'un bâtiment parce que le confort est une notion difficile à définir, elle a un caractère subjectif, une telle définition considère une interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure, c'est-à-dire entre des conditions ambiantes physiquement mesurables et certain conditions individuelles qui affectent notre perception³. De même les conditions de confort ne sont pas constantes dans le temps et dans l'espace ; bien au contraire elles varient : socialement (selon le niveau de vie et les classes), géographiquement (selon les régions) et historiquement (selon les périodes). Donc, loin d'être une valeur immanente le confort est une construction culturelle qui s'élabore et se transforme selon les mythes et les valeurs dominantes de la culture dans laquelle il se déploie.

Selon J. DESMONS : *« Le confort est une notion subjective. Une ambiance donnée peut satisfaire un individu et pas un autre. En effet, le confort dépend de nombreux facteurs en dehors de l'ambiance elle-même. Ces facteurs sont : la santé, l'âge, la façon dont on est vêtu, les habitudes, l'état psychologique du moment, etc. il est donc presque utopique*

¹ BELAKEHAL, Azzedine. Confort et maîtrise des ambiances. [En ligne]. Biskra : Département d'architecture, université de BISKRA 2^{ème} année, cours, 2012, 06p, Disponible sur : http://www.univ_biskra.dz/BELAKEHAL/cours%20S2-6.pdf

² Domotique et confort un état des lieux, mémoire de 3^{ème} cycle, Jean & FAURASTIER, Françoise, 1962.

³ Esteban Emilio Montenegro Iturra. « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. » Thèse de doctorat Faculté des études supérieures de l'Université Laval. Canada. 2011. 164 p.

d'espérer satisfaire la totalité des individus se trouvant dans une même enceinte climatisée. »⁴

2. Les types du confort :

Le confort en architecture peut s'agir selon deux (02) types majeurs dont on distingue :

- **Confort physiologique :** Confort thermique, lumière (éclairage), sonore, olfactives...
- **Confort psychologique :** Visuel (perception de l'espace, contact avec l'extérieur, visibilité... etc.), non visuel (déroulement des activités, intimité, privacité...).

Selon notre thème de recherche, nous allons baser plus sur le confort thermique.

Dans ce qui suit-on donnera une brève explication de ces différents types en détaillant le confort thermique.

2.1.Le confort acoustique :

Le confort acoustique c'est à maitrise des bruits gênés à l'intérieur et l'extérieur de bâtiment. Au même temps qu'on pense à l'isolation thermique on doit penser à l'isolation acoustique, l'ensemble des matériaux destiné à l'isolation thermique (y compris les ouvrants) ont des potentialités en acoustique pour les bruits aériens. Par le choix des matériaux de cloisonnement et les portes intérieures on conditionnera les performances acoustiques entre les pièces.

Comme pour l'isolation thermique une bonne étanchéité à l'air et les continués d'isolation sont une première garantie d'isolation acoustique ; alors on peut dire que les ponts thermiques sont aussi des ponts acoustiques puisque les bruits se diffusent dans l'air.

2.2.Le confort visuel :

« Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité de la lumière. »⁵

« L'environnement visuel doit permettre voir des objets nettement est sans fatigue dans une ambiance colorée agréable. »⁶

Comme dans le confort thermique, le confort visuel est non seulement une notion, objective appel à des paramètres quantifiables et mesurables, mais aussi à une part de subjectivité liée à un état de bien-être visuel dans un environnement défini.

2.3.Le confort olfactif :

La gêne olfactive est l'équivalent du bruit pour le son, le confort olfactif se traduit soit par l'absence d'odeurs, soit par la diffusion d'odeurs agréables.

Le confort olfactif est ressenti au travers des odeurs, chacune des odeurs que perçoit un individu activent la muqueuse, produisant ainsi une image olfactive transmise au cerveau et en lui attachant une signification. Les gênes olfactives potentielles proviennent aussi bien de l'extérieur que de l'intérieur des bâtiments.

⁴ JEAN, Desmons, Aide-mémoire génie climatique, Paris, éd, Dunod, 2009, page39.

⁵ ALAIN, Liebard & ANDRE, de herde, André. Architecture et urbanisme bioclimatique, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, 126 p.

⁶ IDEM. 43 p.

2.4. Le confort thermique :

2.4.1. Définition :

« Le confort thermique a été défini comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative ni imposée en mécanisme thermorégulateurs du corps humain. Le confort thermique permet l'obtention de conditions optimales pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme ainsi qu'un haut niveau de capacité de travail. C'est ainsi la création d'une ambiance qui évite au corps de réagir aux conditions extérieures et d'économiser de l'énergie de son métabolisme, le confort thermique est le bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante. »⁷

« Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par l'échange thermique entre le corps et son environnement. »⁸

Le confort thermique est défini comme : un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique. Pour assurer le confort thermique une personne ne doit avoir ni trop chaud, ni trop froid et ne ressentir aucun courant d'air gênant, donc l'appréciation du confort thermique dépend du métabolisme du chacun ; par exemple : dans une même ambiance quelqu'un pourra se sentir bien (sensation de confort) alors qu'une autre personne pourra éprouver une certaine gêne.

2.4.2. Modes de transferts de chaleur :

Il est habituel, dans l'étude des transferts thermiques, de distinguer trois grandes parties se rattachant chacune à un mode de transfert particulier de la chaleur. La conduction, la convection et le rayonnement. Chacun de ces modes étant lui-même lié à un processus physique bien déterminé. En effet, comme l'énergie thermique d'un milieu matériel correspond à l'énergie cinétique de ses constituants fondamentaux ayant une certaine liberté de mouvement (molécules, atomes, électrons libres, ...), ceux-ci pourront échanger tout ou une partie de leur énergie thermique, c'est-à-dire gagner ou perdre l'énergie cinétique: Soit par interaction directe avec les particules voisines (choc de molécules par exemple), ce qui correspond à la conduction, soit par absorption ou émission de radiations électromagnétiques, ce qui correspond au rayonnement, enfin dans le cas d'un gaz ou d'un liquide ce qui correspond au convection.

⁷Disponible sur : <http://www.echr.coe.int/documents/Anni_Book_appendix_FRA>. PDF GIOVANNI 1978, Evans 1980.

⁸ ALAIN, Liebard & ANDRE, de herde, André. Architecture et urbanisme bioclimatique, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, 27 p.

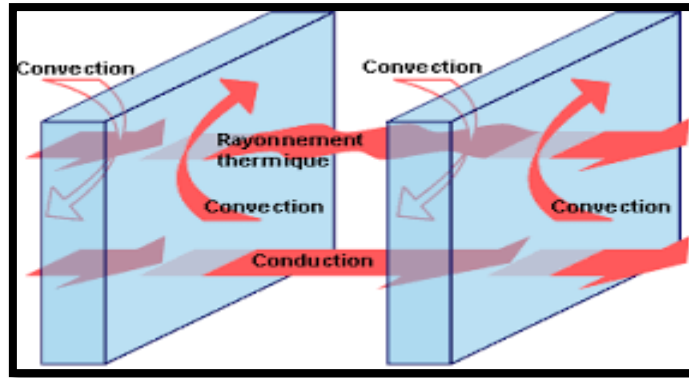


Figure 1 : Les modes de transferts de chaleur. Source : < <http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/portes-fenetres-entrer-lumiere-conservez-chaleur> > (Consulté le 05/10/2016).

- **Conduction** : C'est le transfert de chaleur au sein d'un milieu opaque, sans déplacement de matière, sous l'influence d'une différence de température. La propagation de la chaleur par conduction à l'intérieur d'un corps s'effectue selon deux mécanismes distincts: une transmission par les vibrations des atomes ou molécules et une transmission par les électrons libres⁹.
- **Rayonnement** : Le rayonnement est un processus physique de transmission de la chaleur sans support matériel. Ainsi, entre deux corps, l'un chaud, l'autre froid, mis en vis-à-vis (même séparés par du vide), une transmission de chaleur s'effectue par rayonnement du corps chaud vers le corps froid : le corps chaud émet un flux Φ_1 et absorbe une partie du flux Φ_2 émis par le corps froid. Comme $\Phi_1 > \Phi_2$, le bilan du flux est tel que le corps chaud cède de l'énergie au corps froid. A l'inverse, le bilan du flux peut être retrouvé sur le corps froid qui émet moins d'énergie qu'il n'en absorbe.
- **Convection** : La convection est le mécanisme le plus important de transfert d'énergie entre une surface solide et un liquide ou un gaz. Le transfert d'énergie par convection d'une surface dont la température est supérieure à celle du fluide qui l'entoure s'effectue en plusieurs étapes. D'abord la chaleur s'écoule par conduction de la surface aux molécules du fluide adjacentes. L'énergie ainsi transmise sert à augmenter la température et l'énergie interne de ces molécules du fluide. Ensuite les molécules vont se mélanger avec d'autres molécules situées dans une région à basse température et transférer une partie de leur énergie¹⁰

2.4.3. Les paramètres du confort thermique :

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres donnés par le tableau (A) ci-dessous :

⁹J.L.Barras « Cours de Physique ». Collège du Sud, Bulle. Avril 2001.

¹⁰ C. Long & N. Sayma. « Heat Transfer ». Chris Long, Naser Sayma & Ventus Publishing APS ISBN 978-87-7681-432-8. 2009.

Paramètres liée à l'individu	l'activité physique et l'habillement
Paramètre liés à l'environnement	La température de l'air, les sources de rayonnement (radiateurs, soleil), température des surfaces environnements, la vitesse relative de l'air par rapport au sujet et l'humidité relative de l'air.
Autres influences	Les gains thermiques internes, degré d'occupation des locaux, couleur, ambiance,...etc.

Tableau (A) : Paramètres influents sur la sensation du confort thermique. Source : Auteurs.

2.4.3.1. Paramètres liés à l'individu :

- **La vêtture (habillement) :** les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimental, à travers leurs résistances thermiques en modifiant les échanges de chaleur entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver.

La vêtture a un rôle primordial d'isolant thermique, notamment en période hivernale et dans toutes les ambiances froides, ce rôle est pris en compte à travers la définition d'un indice de vêtture exprimé en Clo¹¹, caractérisant la résistance thermique d'un vêtement. La nature, la coupe des vêtements et l'activité du sujet influencent aussi ces échanges thermiques avec l'environnement¹².



Figure 2 : Valeur exprimée en Clo des tenues vestimentaire. Source : <
http://fr.slideshare.net/naila_athamnia/chapitre3-conf-th> (Consulté le 05/10/2016).

- **L'activité :** c'est un paramètre essentiel pour la sensation thermique de l'individu, définissant directement le métabolisme¹³ de l'individu c'est-à-dire la qualité de chaleur produite par le corps humain. Dans le cas d'une très forte activité, elle peut être responsable de sensations d'inconfort chaud, même en présence de conditions météorologiques très favorables.

¹¹ Clo : Unité d'isolement vestimentaire, 1Clo=0.155m² °C.w-1

¹² Thellier, Françoise « L'homme et son l'environnement thermique-Modélisation ». Université de Paul Sabatier de Toulouse, 1999, 65 p.

¹³ Métabolisme : un ensemble de réactions biochimiques qui produisent au sein du corps humain.

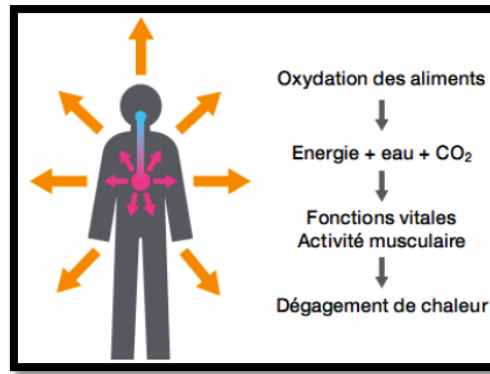


Figure 3 : Le métabolisme humain. Source : M^r MAZARI Mohammed. Etude et évolution du confort thermique des bâtiments à caractère public : cas du département d'Architecture de Tamsa (Tizi-Ouzou).

Mémoire de Magister en Architecture. Septembre 2012.

2.4.3.2. Paramètres liés à l'environnement :

- **La température de l'air ambiant :** la température de l'air, ou température ambiante (T_a), est un paramètre essentiel du confort thermique. Elle intervient dans l'évaluation du bilan thermique de l'individu au niveau des échanges convectifs, conductifs et respiratoire.

Dans un local, la température de l'air n'est pas uniforme, des différences de température d'air se présentent également en plan à proximité des surfaces froides et des corps de chauffe.

- **La vitesse de l'air :** la vitesse de l'air joue un grand rôle dans les échanges convectifs et évaporatoires, elle intervient dans la sensation de confort thermique de l'occupant dès qu'elle est supérieure à 0.2m/s. toutefois, à l'intérieur des bâtiments, ces vitesses demeurent limitées, ne dépassant pas généralement cette vitesses, sauf en cas de mauvaise conception du bâtiment ou du système d'aération. Elle peut, en revanche être tenue pour responsable de l'application d'inconforts locaux, liées à la présence de courants d'airs froids ou chauds localisés.
- **L'humidité de l'air :** l'humidité relative de l'air influence les échanges évaporation cutanés, elle détermine la capacité évaporatoire de l'air et donc l'efficacité de refroidissement de la sueur.

Selon A. Liébard, entre 30% et 70% l'humidité relative influence peu la sensation de confort thermique¹⁴. Une humidité trop forte dérègle la thermorégulation de l'organisme car l'évaporation à la surface de la peau ne se fait plus, ce qui augmente la transpiration¹⁵, le corps est la plupart du temps en situation d'inconfort.

¹⁴ A. Liébard et A. De Herde (2005).op.cit. 29 p.

¹⁵ T. Salmon et S. Bedel « La maison des [méga] Watts, Le guide malin de l'énergie chez soi ». Ed. Terre Vivante. Mens 2004. 25 p.

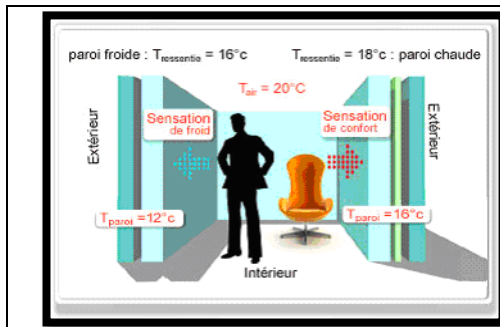


Figure 4 : La température de l'air ambiant.

Source : Disponible sur : <
<http://www.ecodomisons.fr/l-%C3%A9nergie-1/sensation-de-confort-sensation-d-inconfort/>>
 (Consulté le 05/10/2016).

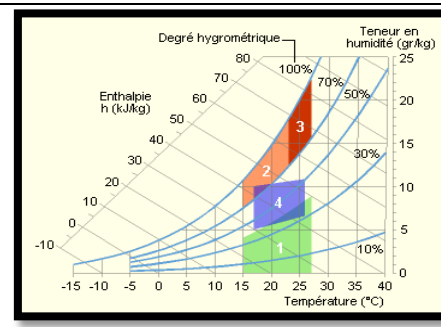


Figure 5 : Le diagramme de l'air humide.

Source : Disponible sur : <
<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10250>> (Consulté le
 05/10/2016).

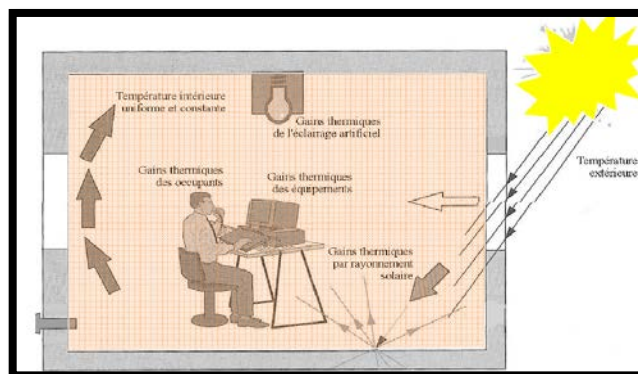
2.4.3.3. Paramètres liés aux gains thermiques internes :

Avec l'essor de la technologie et des besoins électriques (éclairage, électroménager,...), les apports thermiques internes ont fortement augmenté. Les appareils électriques transforment en effets quasiment toute l'énergie qu'ils consomment en chaleur, les postes informatiques sont également de vraies sources de chaleur et les occupants constituent eux aussi une autre source d'apports internes par le métabolisme.

Les apports internes comprennent donc, toute quantité de chaleur générée dans l'espace par des sources internes autre que le système de chauffage.

Ces gains de chaleur dépendent du type du bâtiment, du nombre des utilisateurs et de son usage.

D'après H. Boivin¹⁶, le confort de l'espace est directement influencé par le taux de ces gains interne (figure), on peut dire que ces apports sont inévitables dès lors que les locaux sont habités. Il faut noter cependant que ces apports sont variables selon le comportement des occupants, et qu'il constituent donc un facteur d'aggravation de l'inconfort chaud, sur lequel les moyens d'actions architecturaux sont limités. Seuls, une bonne ventilation et un comportement adéquat de l'occupant peuvent réduire ces apports ou leur influence sur la température intérieure.¹⁷

Figure 6 : Gains thermiques internes d'un espace. Source : M^r MAZARI Mohammed.

¹⁶ Huger Boivin « la ventilation naturelle Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale », Mémoire de maîtrise, Université Laval Québec, 2007, 115 p.

¹⁷ L_Izard. « Architecture d'été construire : pour le confort d'été », Edition Edisud, 1994, 141 p.

2.4.4. Le confort d'hiver et d'été :

Le confort thermique peut être défini, lorsque le corps humain ne perçoit ni sensation de froid ni sensation de chaud.

2.4.4.1. Le confort thermique d'hiver :

2.4.4.1.1. La stratégie de chaud :

Les bâtiments que l'on construit ou rénove doivent permettre la création de conditions de confort, tant en hiver qu'en été. Pour cela, outre l'architecture, on se base sur des installations de chauffage et éventuellement de climatisation, consommatrices d'énergie. Dans une démarche d'architecture durable, on cherchera à limiter au maximum ces consommations d'énergie par une réflexion sur la conception du bâtiment, encadrée par une « stratégie du chaud », développée ci-dessous :

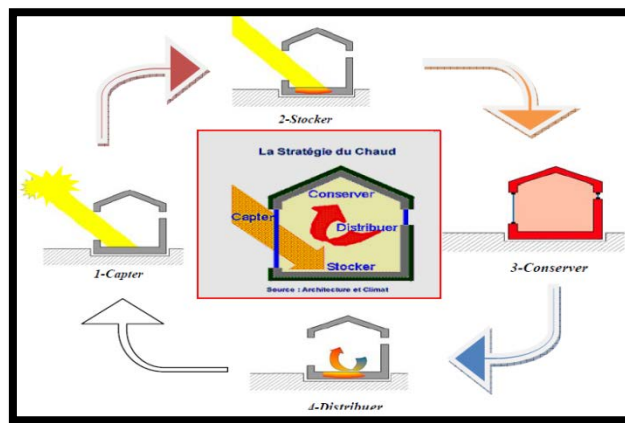


Figure 7 : Concepts de la stratégie du chaud. Source : M^r MAZARI Mohammed.

La stratégie du chaud consiste en premier à capter les apports solaires qui constituent une source d'énergie inépuisable à travers l'enveloppe extérieure du bâtiment, il dépend essentiellement de l'orientation, la couleur des surfaces exposées au soleil, de type de matériaux et leurs propriétés.

En deuxième lieu stocker la chaleur (l'inertie thermique) pour profiter mieux de l'énergie solaire passive. En dernier la distribution de chaleur, au moment où la chaleur sera accumulée, il faut donc la répartir dans le bâtiment, naturellement par le phénomène de la convection et de rayonnement ou en encore par le mouvement d'air léger (air chaud) vers le haut. La régularisation de la chaleur est garantie par l'inertie des matériaux et par la ventilation.

« Au confort d'hiver répond à la stratégie du chaud : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant. »¹⁸

¹⁸ALAIN, Liebard & ANDRE De Herde, Architecture et urbanisme bioclimatique, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, 31 p.

• **Les concepts intervenant dans une stratégie du chaud sont les suivants :**

- ✓ Capter la « chaleur gratuite ».
- ✓ Stocker cette chaleur dans le bâtiment.
- ✓ Conserver la chaleur accumulée, tout en assurant la qualité sanitaire de l'ambiance.
- ✓ Définir des consignes de température assurant un confort thermique suffisant, sans surchauffer.
- ✓ Produire le complément de chaleur nécessaire de façon efficace.
- ✓ Distribuer efficacement la chaleur dans le bâtiment.

2.4.4.1.2. Exigences d'hiver :

En période d'hiver (période de chauffe), les deux (02) éléments importants par rapport aux exigences sont la température de l'air intérieur et la température radiante de la pièce.

- ✓ Température intérieur : elle est fixée au centre de la pièce à 1.25m de hauteur à 19°C.
- ✓ Température moyenne de radiation : cette température ne doit pas dépasser 4°C par rapport à 1m de la paroi froide (l'homme en voisinage stable de ces parois).
- ✓ Humidité relative : elle doit être entre 30% et 70%.
- ✓ Vitesse de circulation de l'air : à 20°C elle ne doit pas dépasser 0.25m/s.

2.4.4.2. Le confort thermique d'été :

2.4.4.2.1. La stratégie du froid :

Les canicules récurrentes de ces dernières années font du confort d'été un souci majeur de la conception architecturale. La réponse à ce souci par un recours systématique à la climatisation. Mais cela provoque une augmentation dans la consommation énergétique ainsi que les fluides frigorigènes utilisés dans ces installations sont nuisibles à l'environnement. Dans une démarche d'architecture durable, on cherchera à limiter au maximum ces consommations d'énergie par une réflexion sur la conception du bâtiment, encadrée par une « stratégie du chaud », développée ci-dessous :

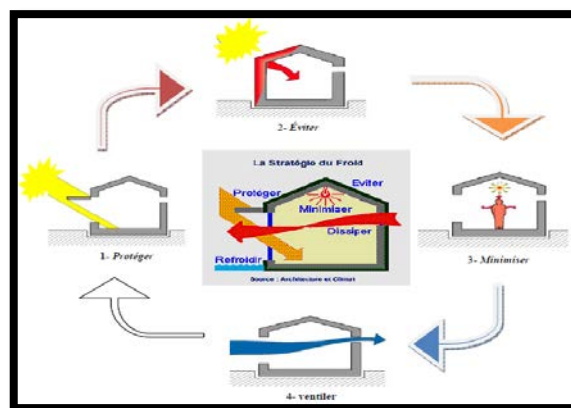


Figure 8 : Concepts de la stratégie du froid. Source : M^F MAZARI Mohammed.

« Au confort d'été répond la stratégie du froid se protéger de rayonnement solaire et ses apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur excès de refroidir naturellement¹⁹. »

- **Les concepts intervenant dans une stratégie du froid sont les suivants :**

- ✓ La limitation de la demande de froid par la limitation des gains solaires et des charges internes.
- ✓ Le rafraîchissement naturel des locaux par une ventilation intensive et une inertie thermique importante.
- ✓ L'utilisation raisonnée de l'éventuelle climatisation, par une bonne conception et régulation.

2.4.4.2.2. Exigences d'été :

En période d'été (période de rafraîchissement), les deux (02) éléments importants par rapport aux exigences sont la température de l'air extérieure et la température effective :

- ✓ La température d'ambiance moyenne :
 - Climats tempérés : 25°C à 27°C
 - Climats chauds et secs : 28°C à 30°C
- ✓ Courant d'air : la vitesse de l'air est limitée de 0.30 à 0.40m/s.
- ✓ Température effective : elle est d'ordre de 26°C

3. Conclusion :

Dans ce chapitre on a dévoilé les notions du confort, en basant sur le volet du confort thermique.

Le confort est un concept gigantesque et frappant en architecture. Il procure une qualité pour les ambiances intérieures, il répond aux besoins des occupants, par l'amélioration de leur qualité de vie sociale d'une part, sans oublier sa participation importante au niveau de la réduction des dépenses énergétiques : chauffage, climatisation, éclairage et la minimisation des déperditions de chaleur dues aux ponts thermiques d'autre part. Cela par la prise en compte des différentes stratégies de l'isolation thermique dans une conception.

¹⁹ ALAIN, Liebard & ANDRE De Herde, Architecture et urbanisme bioclimatique, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, 32 p.

Chapitre II :

Isolation thermique et
traitement des ponts de
déperditions de chaleur

I. Isolation thermique.

Introduction :

Dans ce deuxième chapitre, nous présentons tout d'abord, quelque généralité sur l'isolation thermique d'un habitat individuel, puis une étude sur les ponts thermiques et le comportement des matériaux comportant l'enveloppe, qui nous permettra de proposer des solutions qui minimisera les problèmes de déperdition de chaleur. Et pour commencer on posera la question suivante : quels sont les raisons d'isoler notre maison ?

Avec les différences de températures entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, la chaleur transfère de la côte plus chaude vers la côte plus froide. Un bâtiment perd la chaleur de deux façons : Première façon, il perd la chaleur par transmission à travers toutes ses parois (vitres, murs, toiture, planchers bas) ; deuxième, façon il perd la chaleur par renouvellement d'air.

Pour diminuer les déperditions d'énergie, la solution la plus efficace est d'isoler la maison. L'isolation thermique permet à la fois de réduire vos consommations d'énergie de chauffage et / ou de climatisation et d'accroître votre confort. Mais ce n'est pas tout : l'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, l'isolation thermique est intéressante en termes de protection de l'environnement, de confort et d'économies financières¹.

1. Définition de l'isolation thermique :

L'isolation thermique désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid. L'isolation thermique est utilisée dans de nombreux domaines incluant notamment : le bâtiment (maintien d'une température de confort à l'intérieur des habitations), l'industrie, l'automobile, la chaîne du froid, la cuisine et le textile².

Un habitat individuel bien isolé apprécie des économies d'énergie, et baisse les déperditions thermiques de l'enveloppe extérieure, les murs, les sols, les toitures... Ce rendement provient de : son épaisseur, son étanchéité à l'air et sa continuité (suppression des ponts thermiques).

1.1. Le principe :

Dès que deux éléments en contact possèdent des températures différentes, il se produit un échange de chaleur entre eux jusqu'à ce que leurs températures deviennent identiques. Le but de l'isolation est de freiner cet échange de thermique, et de permettre ainsi de garder les parois de l'habitation à une température la plus proche possible de celle de l'air intérieur. La répartition des déperditions dans une habitation non isolée est illustrée par la figure 9.

¹ H. Bateau. « Améliorez le confort de votre maison, l'isolation thermique. Habitat individuel. » ADEME. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Mars 2008. 1 p.

² Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Isolation_thermique> (Consulté le 10/12/2016).

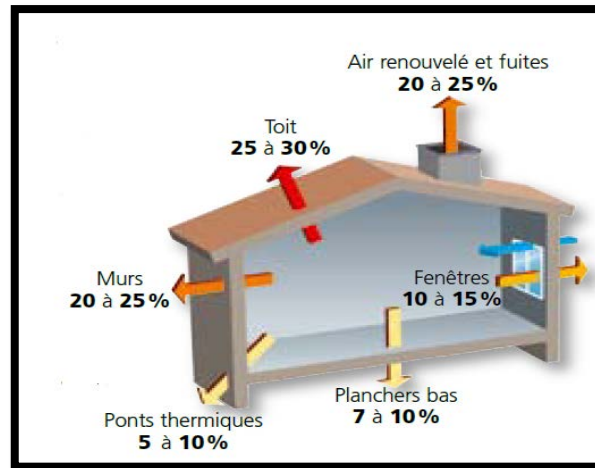


Figure 9 : Répartition des déperditions thermiques dans une habitation. Source : H. Bareau. « Améliorez le confort de votre maison, l'isolation thermique. Habitat individuel. » ADEME. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Mars 2008. 1 p.

2. La typologie des isolants thermique :

Un isolant thermique est un matériau ayant une faible conductivité thermique, c'est-à-dire un matériau capable d'opposer au flux thermique qui le traverse, une grande résistance thermique de conduction³. Il forme une barrière contre les fluctuations de température et apporte ainsi le confort aux occupants d'une maison individuelle.

Nous pouvons distinguer trois grandes catégories d'isolant sur le marché :

- ✓ Les isolants naturels (chanvre, fibres de bois, etc.).
- ✓ Les isolants synthétiques (polystyrène, polyuréthane, etc.).
- ✓ Les isolants minéraux (laine de verre, laine de roche, vermiculite, etc.).

NB : il est intéressant de noter que les isolants synthétiques ont des résistances thermiques plus grandes par rapport aux isolants issus de dérivées de produits naturels.

• Tableau résume les produits d'isolation et leurs usages :

Produits d'isolations	Conditionnement	Usages les plus fréquents
Béton cellulaire	Blocs à coller, panneaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Murs porteurs et cloisons. ✓ Planchers (sur vide sanitaire, intermédiaire, combles habitables). ✓ Bardages.
Monomur terre cuite	Briques à maçonner ou à joints minces	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Murs porteurs.

³Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Isolant_thermique> (Consulté le 10/12/2016).

Laines minérales, laine de roche et laine de verre.	Rouleaux et panneaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Toitures, toitures terrasses, combles perdus ou aménagés, cloisons, contrecloisons complexes de doublage et bardages. ✓ Panneaux-sandwiches, planchers et dalles flottantes.
	Vrac	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combles perdus. ✓ Murs creux (insufflage).
Perlite expansée	Panneaux	✓ Toitures terrasses.
Polystyrène expansé (PSE)	Panneaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planchers (terre-pleins, dallages, chapes flottantes). ✓ Murs (complexes de doublage, isolation par l'extérieur, bardage). ✓ Combles habitables (panneaux de toiture) et toiture-terrasse.
	Entrevous	✓ Planchers à entrevous et poutrelles béton ou treillis.
Polystyrène extrudé (PSX)	Panneaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planchers et sols (terrepleins), murs. ✓ Combles habitables (panneaux de toiture, Sarking) et toitures terrasses.
Polyuréthane (PUR)	Panneaux	✓ Toitures, toiture-terrasse, doublage des murs, planchers et sols
Verre cellulaire	Panneaux, blocs	✓ Toitures terrasses.

Tableau (B) : les produits d'isolation et leurs usages. Source : Auteurs.

II. Les traitements des ponts thermiques.

Introduction :

Un bâtiment forme un système d'échange complexe avec son environnement. Cet échange se traduit sous la forme de flux de chaleur. Le flux prend un sens ou une direction et ce sera toujours dans le sens du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid. Il est également important de remarquer que ce flux prendra toujours le chemin de moindre résistance, et c'est cet acheminement du flux que nous appelons un pont thermique en bâtiment. **Alors c'est quoi un pont thermique ?**

« Un pont thermique est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique, par ailleurs uniforme, est sensiblement réduite par une absence ou une dégradation locale de l'isolation et donne lieu à d'importantes fuites de chaleur vers l'extérieure. Les ponts

thermiques dépendent du système constructif, du niveau et du type d'isolation des parois. »⁴

➤ **Les ponts thermiques les plus sensibles :**

Ces ponts thermiques se situent à la jonction des matériaux et aux changements de direction de l'enveloppe, nous devons insister sur l'importance de l'étude des détails de construction lors de la phase de conception d'un bâtiment, dont on cite les ponts thermiques sensibles, qui sont les suivants :

- ✓ Les raccords murs-planchers, en particulier en béton.
- ✓ Les raccords murs-toitures.
- ✓ Les murs d'angles.
- ✓ Les balcons, terrasses en béton.
- ✓ Les bords de fenêtres, de portes.
- ✓ Les caissons de volets, les réservations prévues pour la canalisation et les câbles.
- ✓ Les piliers ou poutrelle de stabilité en béton ou en métal.
- ✓ Raccord murs-châssis.

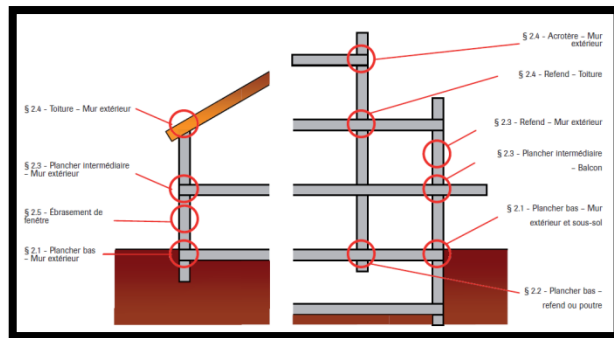


Figure 10 : Les différents points sensibles des ponts thermiques. Source : Thierry Reiser, ingénieur chez Enertech. INFORMATION TECHNIQUE, T¹⁷, Octobre 2012.

1. Les types de pont thermique :

Dans les habitations anciennes et non isolées, les pertes de chaleur produites par les ponts thermiques représentent en règle générale moins de 20% de la déperdition énergétique globale du bâtiment. À l'inverse, dans un bâtiment plus récent et bien isolé, les ponts thermiques peuvent causer des pertes de chaleur très importantes par rapport à la déperdition énergétique globale du bâtiment.

Les ponts thermiques les plus courants sont les ponts thermiques linéaires, mais il existe en réalité 3 différents types de ponts thermiques :

1.1. Ponts thermiques linéaires ou 2D :

L'interruption de l'isolation au niveau des planchers hauts, planchers bas, des refends fenêtres, portes fenêtres, portes extérieures, et des balcons génère d'importantes pertes de chaleur. On parle alors de ponts thermiques des liaisons, qui sont caractérisés par un

⁴ SALEM, Ferakh, les ponts thermiques dans le bâtiment, Nancy (France), ed.CSTB, 2006,16 p.

coefficient (ψ) exprimé en $W/(m \cdot K)$. Ce coefficient représente la transmission linéique de la chaleur, ramenée à un écart d'un Kelvin entre l'ambiance intérieure et extérieure.⁵

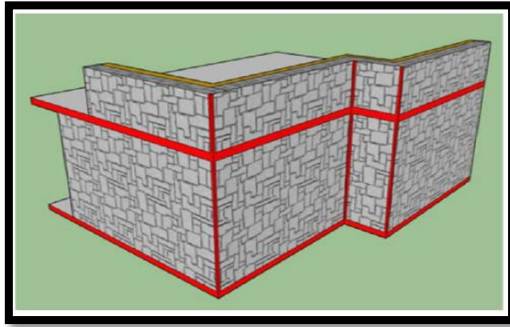


Figure 12. Source : RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ».

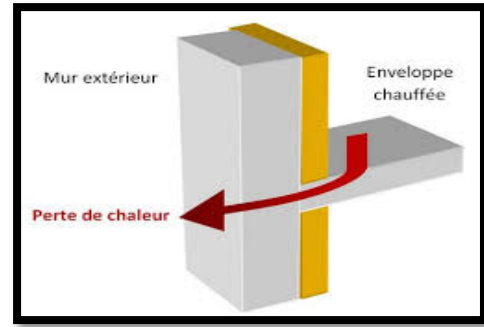


Figure 13. Source : Disponible sur : < <http://www.dynamicenergie.com/calcul-ponts-thermiques-dcta,71.html> > (Consulté le 25/12/2016).

Ponts thermiques linéaires ou 2D.

1.2. Ponts thermiques ponctuels ou 3D :

La pénétration totale ou partielle de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux ayant une conductivité thermique différente crée des ponts thermiques ponctuels. Par exemple, les tiges métalliques utilisées pour fixer au mur vertical des panneaux de laine de verre créent des ponts thermiques ponctuels. Les ponts thermiques ponctuels sont caractérisés par un coefficient ponctuel χ exprimé en W/K . Ce coefficient représente la déperdition due à une perturbation ponctuelle de l'isolation pour une différence de température d'un Kelvin entre l'ambiance intérieure et extérieure.⁶

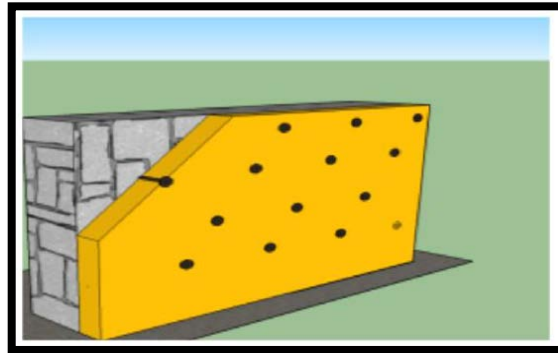


Figure 14 : pont thermique ponctuel ou 3D. Source : RénoVACT.

1.3. Ponts thermiques structurels :

Ce type de pont thermique désigne une déperdition énergétique engendrée par la technique de mise en œuvre d'un isolant thermique. Par exemple l'assemblage (collage, vissage...) d'un ou plusieurs isolants sur une paroi peut causer des ponts thermiques si la

⁵EXACOMPARE.fr comparez, choisissez et économisez. Disponible sur : < <http://blog.exacompare.fr/performance-energetique/types-ponts-thermiques/> > (Consulté le 25/12/2016).

⁶ IDEM.

technique employée n'est pas adéquate. Le calcul s'effectue en prenant en compte le coefficient de déperditions surfaciques U (en $W/(m^2.K)$).⁷

2. Détecter un pont thermique : origine et repérage.

Le pont thermique apparaît quand il y a une absence ou une dégradation de l'isolant thermique à un point de raccordement. On peut ainsi trouver des ponts thermiques un peu partout dans un bâtiment : fenêtres, murs, planchers et toitures sont potentiellement concernés.

Dans les nouvelles constructions, le repérage des ponts thermiques se fait avant leur construction (sur plan) ; et pour les bâtiments déjà construits ou anciens, l'un des moyens les plus efficaces pour détecter les ponts thermiques est l'utilisation de la thermographie infrarouge. Cette technique utilise une longueur d'onde spécifique qui permet de mettre en évidence sur l'écran d'une caméra thermique les zones froides qui apparaissent alors en rouge.⁸ Comme on le voit dans la figure suivante.

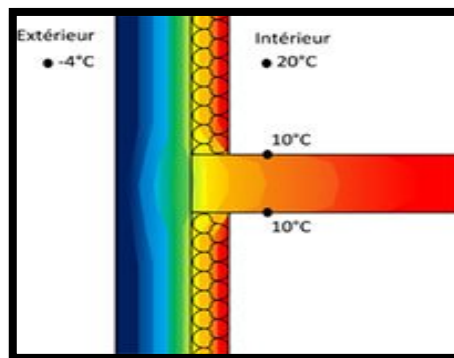


Figure 15 : Les zones froides dans un pont thermique. Source : EXACOMPARE.fr. (Consulté le 25/12/2016).

Les conséquences d'un pont thermique sont multiples, comme par exemple la présence d'humidité et la sensation de froid dans un logement alors que le chauffage fonctionne normalement et que la température intérieure semble tout à fait normale, comme aussi peuvent jouer le rôle d'indice de repérage des ponts thermiques (méthode basée sur l'observation), cas d'Algérie la présence de ces conséquences dans les constructions affirment la présence des ponts thermiques.

2.1. Thermographie infrarouge :

La thermographie infrarouge appliquée aux bâtiments est une technique qui permet d'obtenir, à l'aide d'une caméra thermique, des images dans le spectre infrarouge afin de détecter des défauts d'étanchéité ou des déperditions thermiques (de chaleur) comme par exemple une isolation défectueuse, une malfaçon, un pont thermique, etc., dans tous les types de constructions récentes ou anciennes.⁹

⁷ IDEM.

⁸ EXACOMPARE.fr comparez, choisissez et économisez. Disponible sur : <http://blog.exacompare.fr/performance-energetique/pont-thermique-origine-reperage-et-traitement/> (Consulté le 25/12/2016).

⁹ IDEM.



Figure 16 :). La caméra infrarouge (CCTA)
Source : Disponible sur : < <http://www.bati-eco-energies.fr/camera-thermique-en-renovation/> >
(Consulté la 25/12/2016).



Figure 17 : La caméra infrarouge (CCTA)
Source : Disponible sur : < <http://www.hellopro.fr/cameras-thermiques-infrarouges-1000693-fr-1-feuille.html> >
(Consulté la 25/12/2016).

2.1.1. Vérifier l'isolation avec la thermographie infrarouge :

La thermographie est l'une des méthodes permettant de détecter les problèmes thermiques d'une habitation. Avec cette technique, il est possible de situer précisément les anomalies, telles que les ponts thermiques (modification du sens du flux), ou les défauts d'isolation,¹⁰ comme nous pouvons le voir sur la figure ci-dessous.

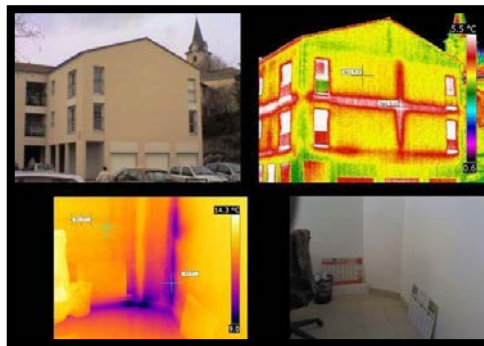


Figure 18 : Ponts thermiques de liaison visibles avec une caméra infrarouge (CCTA).
Source : E. Chisholm - Mémoire Ingénieur - CNAM – 2013.

2.1.2. Principes de la thermographie infrarouge :

Les ponts thermiques sont responsables de 40 % de déperditions thermiques dans un bâtiment.¹¹

- ✓ La technologie de la thermographie infrarouge permet de détecter plus précisément les failles laissant échapper la chaleur d'une habitation.
- ✓ la caméra permet de vérifier l'homogénéité de la chaleur dans un mur et de déceler la présence de ponts thermiques.
- ✓ L'appareil pourra déceler les zones chaudes et froides au niveau des parois et déterminer ainsi les parties où la chaleur s'échappe.

La méthode de la thermographie infrarouge est une méthode passive, qui ne nécessite aucune destruction pour diagnostiquer une habitation et permet de démontrer la qualité

¹⁰ IDEM.

¹¹ IDEM.

d'une construction. Pour les toits, il est nécessaire de faire une thermographie aérienne avec caméra infrarouge.¹²

NB : Il faut savoir que pour détecter les défauts, le professionnel du diagnostic compare les différences de chaleur entre matériaux de même nature.

2.1.3. Un diagnostic utile avant les travaux :

Grâce à la thermographie, les défauts thermiques cachés comme les ponts, les défauts d'isolation ou la présence anormale d'humidité d'une bâtisse qui peut être visibles. Les données reçues par l'appareil permettent de localiser les endroits où les rénovations et réparations doivent être effectuées. Après l'élimination des défauts, le propriétaire pourra faire des économies énergétiques importantes à long terme, et arrangera la qualité de la pose des isolants et de leurs efficacités.

La caméra est également capable de détecter les problèmes majeurs à traiter en priorité. D'autre part, la technique permet de sensibiliser les propriétaires d'une maison sur les effets néfastes d'une mauvaise isolation thermique. L'idéal serait d'effectuer un diagnostic par thermographie durant les travaux de construction afin d'atteindre un résultat optimal.¹³

NB : le point faible de la méthode est qu'elle ne peut enregistrer les problèmes de déperdition sur les murs équipés de meubles encastrés ou les surfaces transparentes telles que les fenêtres et les baies vitrées.

3. Traitement des ponts thermiques :

3.1. Pourquoi traiter les ponts thermiques ? :

Dans une construction isolé ou mal isolé, la négligence de traitement des ponts thermique provoque de suite des anomalies et des points faibles qui conduisent à des rénovations peu satisfaisantes :

- ✓ Objectifs de consommations non atteints.
- ✓ Niveau de confort décevant.
- ✓ Zones froides sur lesquelles l'humidité de l'air peut se condenser : risques de moisissures.
- ✓ pourrissement des bois ou oxydation de pièces métalliques.
- ✓ Difficultés dans le traitement de l'étanchéité à l'air.

L'idéal est de traiter l'ensemble des ponts thermiques. Dans la réalité, ce n'est pas toujours techniquement possible, ni économiquement envisageable (perte de surface intérieure, contraintes liées aux passages de réseaux, aux ouvertures, etc....). Il faut donc repérer toutes les zones critiques, et traiter toutes celles qui peuvent l'être. Les ponts thermiques non traités, rendrait l'isolation mise en œuvre moins efficace.¹⁴

¹² IDEM.

¹³ EXACOMPARE.fr compare, choisissez et économisez. Disponible sur : < [http://blog.exacompare.fr/performance-energetique/thermographie_infrarouge/diagnostic_de_performance_energetique_\(DPE\)/>](http://blog.exacompare.fr/performance-energetique/thermographie_infrarouge/diagnostic_de_performance_energetique_(DPE)/>) (Consulté le 25/12/2016).

¹⁴ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 2 p.

Plus un bâtiment est isolé et plus les ponts thermiques non traités prennent une part importante.

3.2. Les impacts des ponts thermiques :

3.2.1. Ponts thermiques et risques de condensation :

Le phénomène de condensation se produit sur les points froids, il favorise la multiplication des moisissures et les risques de dégradation des matériaux. Dans un logement correctement ventilé, l'humidité relative devrait se situer autour de 50%. Pour éviter les condensations, aucune surface intérieure ne doit être à une température inférieure à 12°C. Dans une salle de bain, l'humidité étant supérieure, c'est une température minimum de 16°C qui doit être visée. Les chambres à coucher et les cuisines peuvent aussi présenter des niveaux d'humidité relative assez importants.¹⁵

Il est important de faire une distinction entre l'apparition de condensation superficielle et la formation de moisissures :

- La **condensation superficielle** apparaît chaque fois que l'humidité relative (HR) au voisinage de la surface est de 100 %. La vapeur d'eau contenue dans l'air se condense et la surface s'humidifie en formant parfois des gouttelettes.
- Les **moisissures** peuvent déjà apparaître lorsque l'humidité relative en surface est en dessous de 100 %. Il peut donc y avoir formation de moisissures sans problèmes de condensation.¹⁶

Pour éviter que la température des parois ne soit donc trop basse, les ponts thermiques doivent donc être fortement atténués.



Figure 19 : Moisissures sur le pont thermique d'un plancher. Source : RénoVACT.



Figure 20 : Dégradations des revêtements. Source : RénoVACT.

3.2.2. Leurs endroits d'apparitions :

On peut distinguer plusieurs endroits qui sont considéré comme les points les plus favorables pour la condensation de l'humidité et l'apparition des moisissures qui participent à son tour dans la dégradation des matériaux de construction, dont on peut citer :

¹⁵ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 3 p.

¹⁶ IDEM.

- ✓ Les condensations se manifestent au endroit des ponts thermiques (linteaux, corniches, bandeaux, consoles, etc.)
- ✓ Les taches se localisent en général dans les angles et aux endroits mal ventilés (dos de meubles, derrière les tentures, ...).
- ✓ Très souvent, les condensations s'accompagnent de moisissures.
- ✓ Elles sont plus intenses pendant les saisons froides.
- ✓ Le papier peint ne se décolle pas dans tous les cas.
- ✓ Les condensations apparaissent surtout dans les locaux peu chauffés et mal ventilés ou dans ceux où il y a une production de vapeur importante. Le phénomène est lié au mode de vie des habitants.
- ✓ Les condensations se forment le plus souvent sur les murs orientés au nord ou à l'est.

3.2.3. Les facteurs provoquant les impacts des ponts thermiques dans un bâtiment:

L'impact des ponts thermiques dans un bâtiment dépend de plusieurs facteurs :¹⁷

- **La forme du bâtiment** : les angles sortants et rentrants constituent des ponts thermiques. Un bâtiment de forme simple possède moins de ponts thermiques linéiques qu'un bâtiment plus complexe.
- **Le nombre de niveaux** : chaque plancher intermédiaire peut constituer un pont thermique.
- **La technique constructive** : un bâtiment comportant des dalles de béton ou une charpente métallique présente des ponts thermiques plus importants que des planchers en ossature en bois.
- **La mise en œuvre** de l'éventuelle isolation existante. Une isolation traversée par des éléments porteurs (solives, poutres, chevrons, rails métalliques, etc.) voit sa performance fortement dégradée en fonction de l'épaisseur et du matériau des éléments traversants.



Figure 21 : repérage des ponts thermiques. Source : RénoVACT.

3.3. Les conséquences des ponts thermiques :

Un pont thermique a plusieurs effets néfastes dans un habitat individuel :

¹⁷ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 4 p.

- Augmentation de la consommation énergétique : il entraîne une perte de chaleur qu'il faut compenser en chauffant plus l'intérieur de la maison ;
- présence d'humidité sur les murs : il crée une différence de température entre le mur et l'air intérieur et provoque donc l'apparition d'humidité sur les parois.
- L'humidité ainsi générée va détériorer les meubles, les tapisseries... Elle va également dégrader la qualité de l'air ambiant et provoquer des moisissures.

4. Solutions pour lutter contre un pont thermique :

Il existe des solutions pour éliminer les effets d'un pont thermique. On peut opter soit pour une isolation par l'intérieur, soit pour une isolation par l'extérieur. Chaque méthode présente ses avantages et ses inconvénients.

L'isolation par l'intérieur peut se faire par :

- la pose d'un isolant sous la chape : celle-ci sera alors désolidarisée avec le mur extérieur.
- la mise en place d'un rupteur thermique qui est un dispositif installé en bout de dalle et qui se positionne donc contre le mur. Il est constitué d'un isolant qui empêche la perte de chaleur.
- l'installation de planelles isolantes qui fonctionnent selon le même principe que les rupteurs thermiques.

L'isolation par l'extérieur assure une température homogène sur toute la paroi de la maison. Par contre, elle ne peut pas intervenir sur les ponts thermiques situés au niveau du plancher bas de la maison et du toit c'est pour ça qu'on classifie l'isolation extérieure comme une meilleure façon pour la résolution des ponts thermique.

Dans tous les cas, faites appel à un professionnel qui sera en mesure d'identifier tous les ponts thermiques de votre logement et de vous proposer une solution adaptée à vos besoins.

4.1.L'isolation extérieure :

L'isolation extérieure (ITE) est la meilleure façon de traiter les ponts thermiques. Cela ne se réalisera, si seulement si elle est absolument continue et elle les prend réellement en compte, en recouvrant toutes les jonctions de parois, les planchers bas, tableaux de fenêtres.¹⁸

4.1.1. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur terre-plein :

Les règles de l'art imposent de commencer l'isolation extérieure à 15 cm du sol extérieur, mais cela ne traite pas le pont thermique du plancher bas.

¹⁸ IDEM. 8 p.

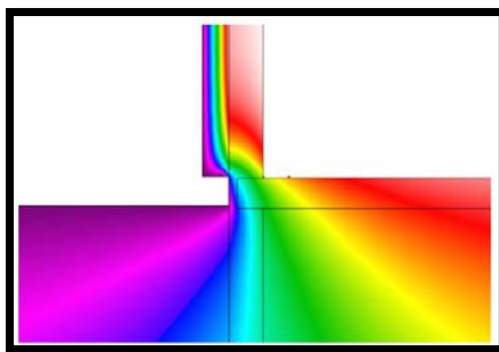


Figure 22 : Isolation par l'extérieur : arrêt à 15 cm du sol. Point froid à 12 ° C, les risques de condensation sont très importants. Source : RénoVACT.

Alors la solution à conseiller est l'isolation enterrée. Dont les matériaux utilisés seront résistants à la compression et qui ne peut pas se putréfier ou pourrir (polystyrène extrudé, mousse de verre, liège, etc.). L'isolation sera enterrée sur une profondeur d'au moins deux fois la largeur du mur, sauf que la profondeur sera mesurée à partir du sol intérieur fini. Par exemple, pour un mur de 20cm d'épaisseur, l'isolant rapporté en partie basse devra descendre au minimum à 40cm en dessous du niveau haut du plancher (niveau du sol fini).¹⁹

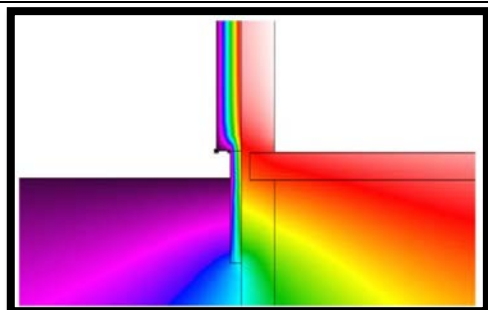


Figure 23 : Isolation par l'extérieur : isolation enterrée. Point « froid » supérieur à 16 ° C : pas de condensations. Source : RénoVACT.

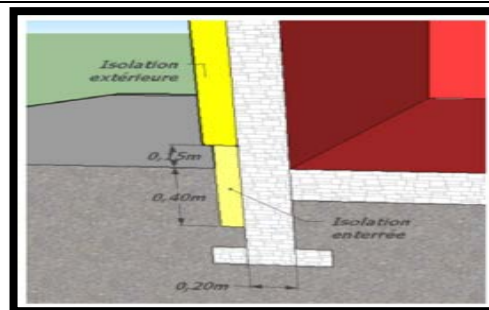


Figure 24 : L'isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée. Source : RénoVACT.

4.1.2. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur sous-sol non chauffé (ou vide sanitaire accessible) :

L'isolation par l'extérieur doit descendre au minimum 60cm en-dessous du plancher bas. Celui-ci pourra être isolé en sous face en prévoyant un retour d'isolant vertical de la même longueur sur les murs extérieurs.²⁰

¹⁹ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ».

²⁰ IDEM.

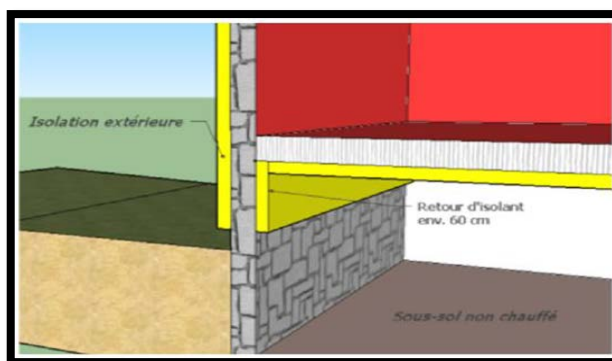


Figure 25 : L'ITE et sous-sol. Source : RénoVACT.

4.1.3. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur vide sanitaire inaccessible :

Il est obligatoire de descendre l'ITE en-dessous du niveau de la dalle. Celle-ci sera alors isolée par le dessus (dalle flottante, plancher sur isolant, etc.). Cette solution n'est pas parfaite car le pont thermique existant reste important, dans ce cas l'isolation par l'intérieur des murs et du sol est une solution à envisager, notamment si le bâtiment ne comporte pas de plancher intermédiaire.²¹

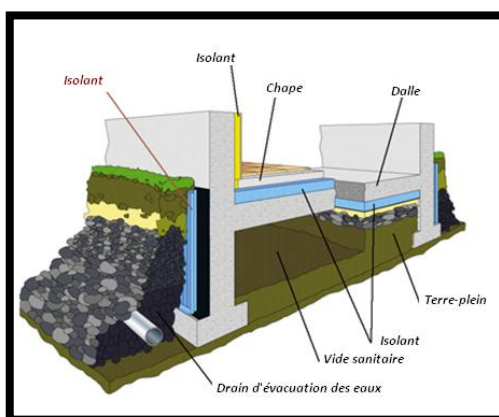


Figure 26 : ITE murs et plancher sur vide sanitaire. Disponible sur : <http://ale-montpellier.org/particuliers/construire-et-renover-ma-maison/isolation/isolation-des-planchers/> (consulté 26/12/2016).

4.1.4. Liaison murs extérieurs et balcons :

Ce pont thermique est certainement le plus difficile à traiter.

On peut toutefois envisager :

- ✓ La suppression du balcon et éventuellement son remplacement par un élément désolidarisé. Cette solution est néanmoins coûteuse et rarement appliquée.
- ✓ Le balcon sera pris entre deux isolants de faible épaisseur. Cette solution présente l'inconvénient majeur de devoir rehausser les seuils des portes ou porte-fenêtre, si ces menuiseries se trouvent au bas du balcon. L'esthétique globale est aussi modifiée.²²

²¹ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 9 p.

²² IDEM.

NB : vu aux difficultés de traitement de ce pont thermique, il est fréquemment de le laissé en l'état. Il restera donc une zone froide exposée au risque de condensation dans la pièce concernée par le balcon comme la figure ci-dessous la démontre.

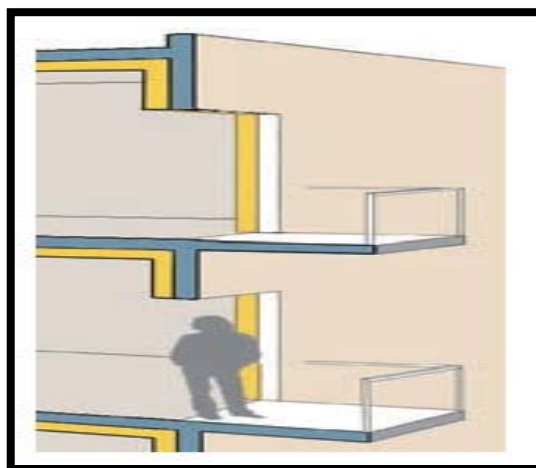


Figure 27 : Présence des ponts thermiques au niveau des balcons. Source : CAUE 78 Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement des Yvelines 56, avenue de Saint-Cloud 78000 Versailles / T 33 (0)1 39 07 14 86 / www.caue78.fr. Guide Habitat, Architecture, énergie fiche N°2. DES SOLUTIONS POUR L'ISOLATION. Edition juin 2014.

4.1.5. Liaison murs extérieurs et fenêtres :

Selon le mode de pose choisi, les liaisons fenêtres/murs généreront des ponts thermiques plus ou moins importants. La solution est la pose en applique sur le mur extérieur, et le recouvrement de la grande partie possible des dormant avec l'isolant. Si les menuiseries ne sont pas changées et se trouvent en tunnel ou en applique au nu intérieur, il faudra prévoir un retour d'isolant au niveau du tableau afin d'assurer la continuité de l'ITE.²³

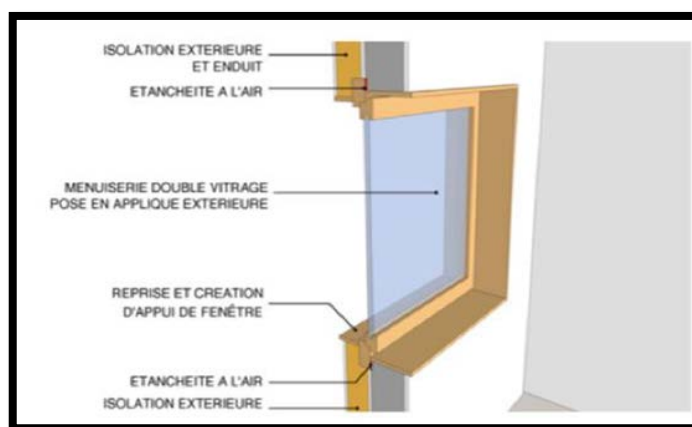


Figure 28 : Fenêtre en applique avec isolation par l'extérieur. Source : RénoVACT.

²³ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ».

4.1.6. Liaison murs extérieurs et planchers hauts : combles perdus :

La liaison entre le plancher isolé en combles perdus et l'isolant n'est pas assurée sur les murs pignons. Une remontée d'isolant sur ce mur dans les combles minimisera les déperditions et permettra de réduire les ponts thermiques.

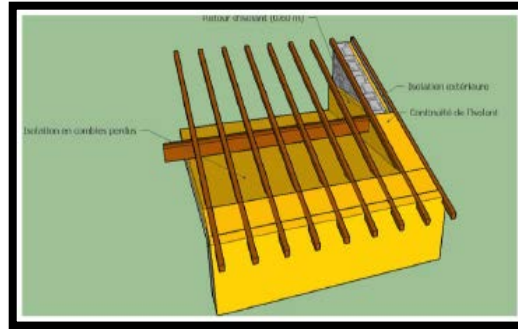


Figure 29 : ITE: continuité avec l'isolation des combles perdus. Source : RénoVACT.

Pour la façade gouttereau, une remontée de l'isolant sur la sablière et une ITE arrivant jusqu'en haut du mur est à réaliser impérativement. L'isolation est là pour durer longtemps, il vaut mieux, en cas de présence de caisson de sous toiture, le démonter pour isoler ce volume.²⁴

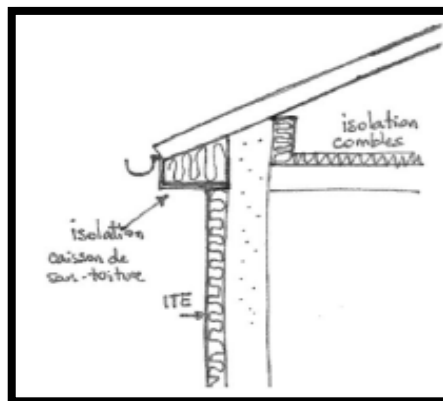


Figure 30 : schéma explicatif de l'ITE des combles perdus sur une façade gouttereau. Source : RénoVACT.

4.1.7. Liaison murs extérieurs et planchers hauts (terrasses) :

L'isolation de l'acrotère est indispensable sur ses trois faces comme on le voit sur la figure suivante.

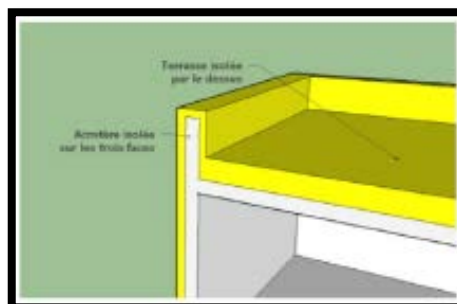


Figure 31 : ITE des murs et terrasses. Source : RénoVACT.

²⁴ IDEM.

4.1.8. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée : combles aménagés isolés par l'intérieur :

Pour le mur pignon, veiller à assurer la continuité entre l'isolation de la toiture et celle du mur en ménageant la place pour un isolant performant sur le mur, entre les chevrons. Pour le mur gouttereau assurer la continuité entre l'isolation du mur et de la toiture.²⁵

4.1.9. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée : combles aménagés isolés par l'extérieur :

Solution présentant la meilleure cohérence : le "sarking" (technique d'isolation par l'extérieur de la toiture) se prolongeant par-dessus les murs pour rejoindre l'isolation extérieure des murs.²⁶

4.1.10. Isolation mixte : intérieure et extérieure :

En cas d'isolation mixte de certains murs par l'intérieur et d'autres par l'extérieur, on veillera à traiter les ponts thermiques par un retour d'isolant suffisant.²⁷

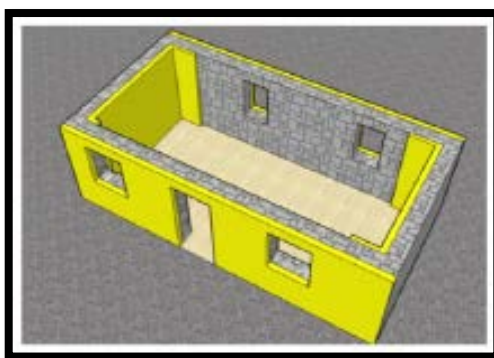


Figure 32 : Isolation mixte. Source : RénoVACT.

4.2. Isolation intérieure :

Dans l'idéal, l'isolation intérieure des bâtiments permet d'obtenir une "boîte dans la boîte", qui veut dire que les surfaces des locaux deviennent étroites. Dans la réalité, les choses se compliquent, et le risque d'apparitions des ponts thermiques se multiplie car une mauvaise isolation peut engendrer l'apparition des ponts thermiques.²⁸

²⁵ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 11 p.

²⁶ IDEM.

²⁷ IDEM.

²⁸ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 6 p.

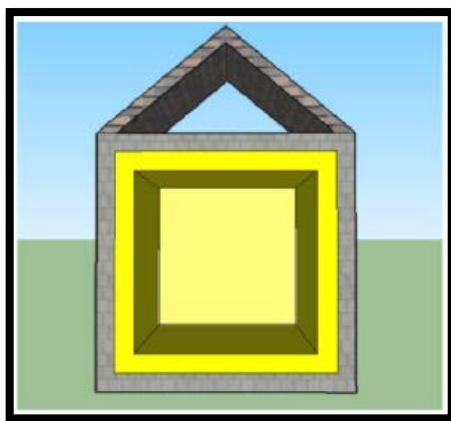


Figure 33 : ITI la boîte dans la boîte. Source : RénoVACT.

4.2.1. Liaison murs et planchers intermédiaires :

Ce pont thermique est dû à un point faible du procédé d'isolation thermique par l'intérieur. La discontinuité de l'isolation laisse en effet la chaleur s'échapper vers l'extérieur en passant par le plancher (plus spécialement les planchers maçonnés). Un retour d'isolant sur les deux faces (sol et plafond) des planchers est alors à envisager, au moins dans les pièces humides.²⁹

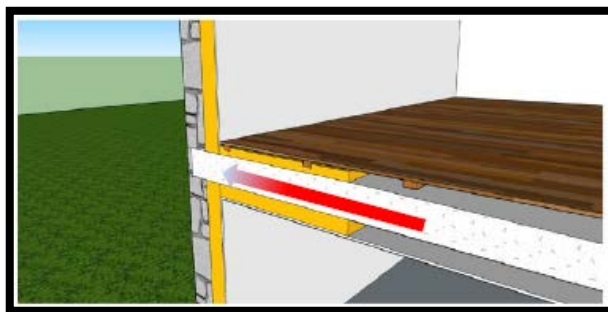


Figure 34 : Pont thermique traité par allongement du parcours de la chaleur. Source : RénoVACT.

4.2.2. Liaison murs et plancher haut (combles perdus) :

La solution la plus facile et la moins coûteuse est l'isolation du sol des combles perdus, elle peut créer un pont thermique important, notamment en cas de planchers maçonnés. Dans ce cas, une correction est à envisager sur le pourtour du plafond. Une autre possibilité est d'isoler en partie par dessous en prenant cette dalle entre deux épaisseurs d'isolant et en respectant une règle d'au plus un tiers d'isolant en sous-face pour éviter des condensations dans la paroi.³⁰

²⁹ IDEM.

³⁰ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ».

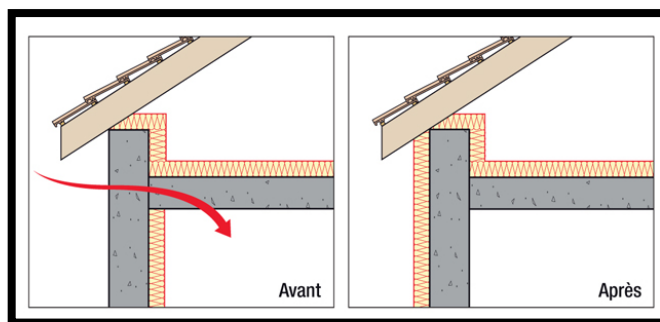


Figure 35 : Liaison de l'isolant murs et plancher haut (combles perdus). Source : Disponible sur : <
<http://www.systemed.fr/conseils-bricolage/isoler-combles-rechercher-ponts-thermiques,1827.html>>
 (Consulté le 26/12/2016).

4.2.3. Liaison murs et plancher haut (terrasses) :

Pour limiter les chocs thermiques, la solution la plus courante pour les terrasses en béton est l'isolation par l'intérieur uniquement. La jonction entre cette isolation et l'isolation intérieure des murs est donc particulièrement faible dans cette configuration. Pourtant, le pont thermique constitué par l'acrotère est important : un retour d'isolation périphérique est indispensable dans cette configuration.³¹

Dans le cas des toitures terrasses, l'isolation des murs par l'extérieur serait donc plus cohérente.

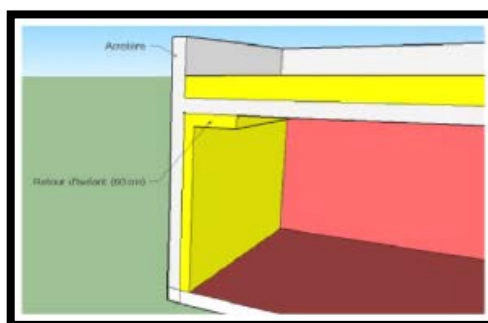


Figure 36 : ITI et terrasse. Source : RénoVACT.

4.2.4. Liaison murs extérieurs et toiture inclinée, combles aménagés :

Les éléments de charpente (chevrons, pannes, fermes) constituent des ponts thermiques intégrés (le bois est de 3 à 4 fois plus conducteur que les isolants). Dans la mesure du possible, l'isolation viendra les recouvrir. De plus, quelle que soit la configuration des combles, l'isolation devra être continue du toit jusqu'au plancher.

Les toitures peuvent comporter des détails (lucarnes, chien assis, décrochements, etc.) rendant la pose de l'isolation compliquée ou limitant fortement la place disponible. Dans ce dernier cas, on doit faire recours à des isolants très performants comme le polyuréthane, le polystyrène extrudé ou certaines laines de verre permet de compenser le manque d'épaisseur.³²

³¹ IDEM.

³² RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ». 7 p.

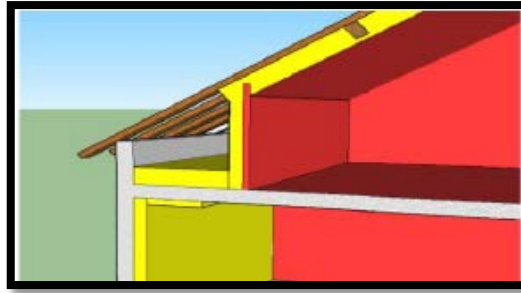


Figure 37 : ITI : combles aménagés sur étage chauffé. Source : RénoVACT.

4.2.5. Liaison murs extérieurs et murs de refend :

Les refends traversent l'isolation intérieure selon une direction bidimensionnelle horizontale et verticale:

- ✓ Horizontalement en rejoignant les murs extérieurs.
- ✓ Verticalement à travers le plancher bas jusqu'aux fondations
- ✓ Verticalement à travers le plancher haut jusqu'à la couverture.

Des retours d'isolation d'environ 60 cm est obligatoire sur ces murs de refends pour assurer une importante suppression des ponts thermiques.³³

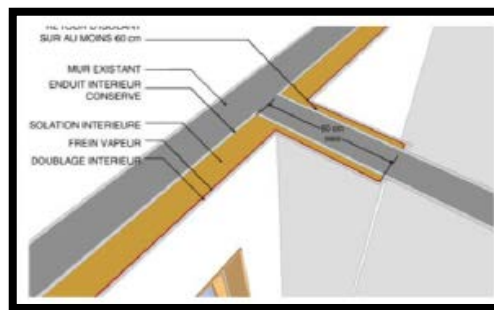


Figure 38 : ITI : isolation d'un mur de refend. Source : RénoVACT.

4.2.6. Liaison murs extérieurs et menuiseries :

Si la fenêtre ou la porte est posée "en tunnel" (c'est-à-dire dans l'épaisseur de la maçonnerie), un retour d'isolant dans l'embrasure de la baie est impératif, (soit entre 4 et 6 cm d'isolant très performant). Dans le cas où le changement de fenêtre est envisagé, il faudra prendre en considération l'espace nécessaire pour ce retour d'isolation tout autour de la nouvelle menuiserie.

³³ IDEM.

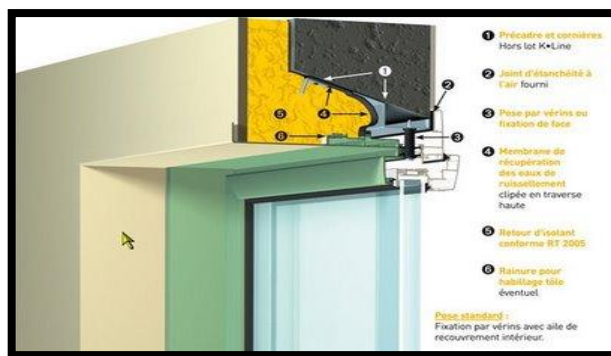


Figure 39 : Isolation thermique par l'extérieur : les solutions menuiseries. Source : Disponible sur : < <http://www.paperblog.fr/1269744/isolation-thermique-par-l-exterieur-les-solutions-menuiseries-de-kline/>> (Consulté le 26/12/2016).

5. Points singuliers :

5.1. Cheminées :

Les passages des conduits de fumée (en marche ou pas) doivent être isolés avec des matériaux ininflammables. Les principaux fabricants de conduits métalliques ont développé des coquilles isolantes compatibles avec leurs produits qui assurent aussi l'étanchéité à l'air.³⁴

5.2. Les réseaux :

D'autres ponts thermiques moins bien connus mais très courants sont dus aux défauts d'isolation thermique du réseau électrique dans les bâtiments : la présence d'un courant d'air froid à la sortie d'une prise électrique peut ainsi être le signe d'une absence ou d'une mauvaise isolation de la gaine électrique ou d'un défaut de réparation de l'isolation thermique après qu'on l'ait enlevée pour faire passer une nouvelle gaine électrique. On remédie à ce défaut en utilisant des boîtes d'encastrement isolantes aux principaux points de jonction au réseau électrique, mais aussi aux prises, aux sorties pour l'éclairage, etc. Ces boîtiers présentent une étanchéité à l'air qui évite les échanges thermiques par les gaines du réseau électrique.³⁵



Figure 40 : Coupure d'isolation pour passage de réseau. Source : RénoVACT.

³⁴ RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : [www.KIDACOM.com/07 70 47 95 06](http://www.KIDACOM.com/07_70_47_95_06). « Traitement des ponts thermiques ».

³⁵ IDEM.

Les passages de réseaux sont multiples, eau, gaz, ventilation, téléphonie..., autant de points singuliers qu'il faut prévoir en cours des travaux pour éviter toute interruption de l'isolation risquant de causer des ponts thermiques.

Une conception préalable doit donc éviter et minimiser les pénétrations ou les cheminements à travers ou dans l'enveloppe isolante. En isolation intérieure, la création de vides techniques, de rattachements dans l'espace chauffé résout la difficulté au prix d'une réduction modérée de la surface ou du volume habitable.³⁶

6. Les bienfaits de l'isolation thermique :

Une bonne isolation thermique supprime l'effet « parois froides » et améliore le niveau de confort pour les utilisateurs du bâtiment, cela par :

- ✓ **Plus d'économies d'énergies :** l'isolation permet de réduire les déperditions à travers les parois. Comme en été, l'isolation fait barrière à la chaleur et au rayonnement solaire extérieur donc la réduction d'énergie électrique consommée par le chauffage et le refroidissement.
- ✓ **Protection de bâtiment :** l'isolation thermique protège les matériaux de construction du bâtiment vers les changements extérieurs des grandes différences de température pendant la journée, et l'apparition de fissures.
- ✓ Maintenir le mobilier à l'intérieur du bâtiment.
- ✓ Réduire le cout de nos facture : par la réduction des consommations d'énergie pour le chauffage et / ou la climatisation.

NB : l'isolation, avec une ventilation efficace, supprime les risques de condensation qui causent souvent de nombreux désordres (peinture, huisserie...). De plus, elle offre un meilleur confort et une meilleure qualité de vie.

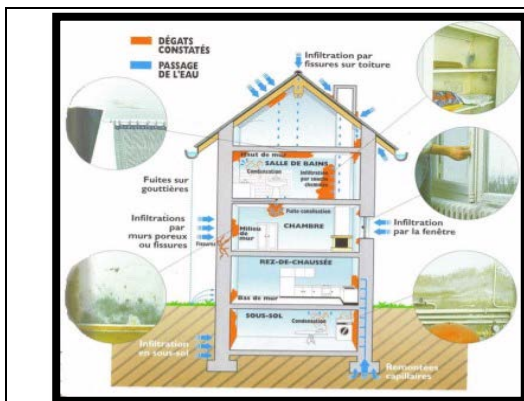


Figure 41 : des signes d'humidité dans une maison.
Source : Disponible sur : <
<https://www.humidistop.fr/comprendre-l-humidit%C3%A9-de-la-maison/> > (Consulté le 20/12/2016).

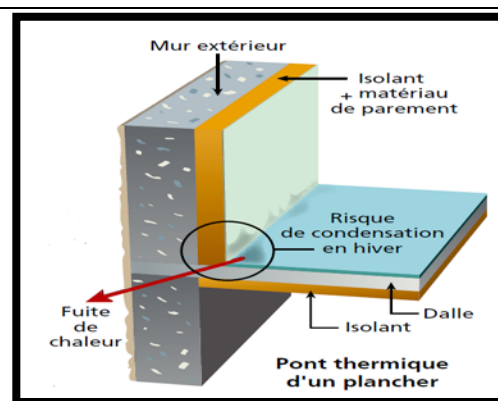


Figure 42 : présence de pont thermique. Source : H. Bareau.

- ✓ L'isolation est envisageable sur tous les éléments de construction de notre maison, comme la montre la figure ci-dessous.

³⁶ IDEM.

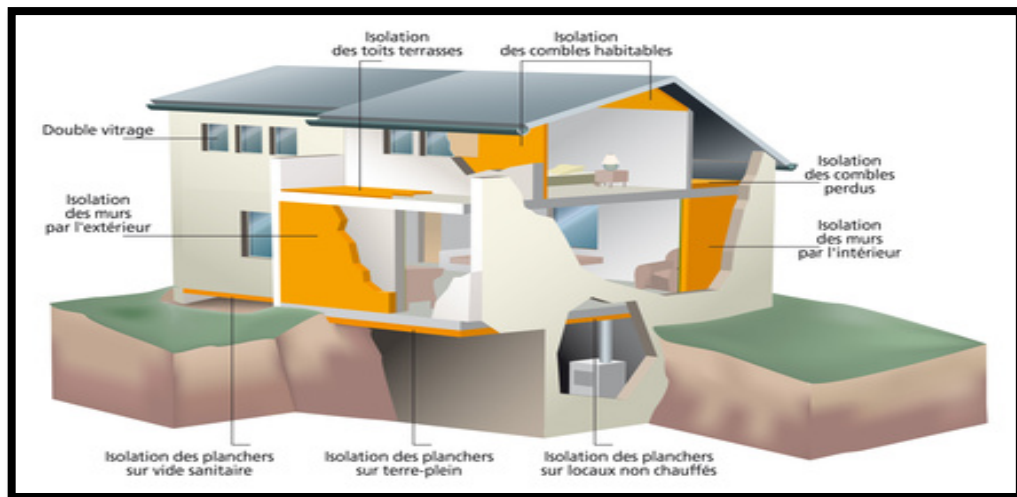


Figure 43 : tous les éléments qui doivent être isolé dans une maison. Source : Disponible sur : < http://www.cofapi.fr/isolation_thermique_exterieure.html > (Consulté le 20/12/2016).

7. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a cerner le contexte de l'isolation thermique et spécialement, la résolution des ponts thermiques, dans le but d'améliorer le confort thermique à l'intérieur de l'habitat et minimiser les impacts sur l'environnement (GES), c'est-à-dire assurer une ambiance favorable qui répond aux besoins des occupants sans toucher à l'âme environnemental, et réduire la facture énergétique ; donc assurer un bon confort à moins couts.

Cette partie nous a permis également de maitre en évidence et identifier l'ensemble des techniques et solutions de résolution des ponts de déperdition de chaleurs et augmenter la performance thermique de l'habitat.

Chapitre III :

Le notion de l'habitat
individuel et la réglementation
thermique

Introduction :

L'habitat est l'un des plus anciens concept de l'humanité, d'après les historiens qui ont suivi l'évolution du parcours de l'être humain, ils ont marqués que ce concept est une réaction spontanée par l'individu et développé à travers le temps en passant par une longue chaîne, qui a commencé par une simple conception basée sur des matériaux naturels et primitifs, à une conception industrialisée où le concept a connu un énorme développement au niveau des matériaux de construction, qui a mené de suite une variation du système constructif et l'apparition de plusieurs formes et typologies d'habitat moderne qui répond aux besoins de l'homme et améliorer son bien-être.

Dont cela, ce chapitre est consacré à étudier l'un des types d'habitat les plus développés (l'habitat individuelle), non seulement ces matériaux de constructions mais aussi son système constructif qui assure plus de confort à l'occupant.

1. Définition de l'habitat :

Le terme d'habitat de par son importance et sa complexité ; il a ouvert un champ à une multitude de chercheurs qui sont spécialisés dans des domaines divers : en géographie, anthropologie, psychologie, sociologie et en architecture. Et chacun définit l'habitat selon sa propre vision et son point de vue :

- **Les géographes** : Ils définissent le concept d'habitat comme étant l'aménagement et la disposition des espaces où les individus et les groupes où ils vivent. Il est le résultat de la participation de différents acteurs qui sont les politiciens, les économistes et les particuliers¹.
Et aussi les géographes définissent l'habitat comme un mode de peuplement par l'homme des lieux où il vit : habitat urbain ou rural².
- **Les anthropologues** : Selon le point de vue des anthropologues ; l'habitat est considéré comme un besoin fondamental dont sa fonction primaire est celle de l'abri et de la protection contre les forces de la nature : les intempéries, le soleil, vent...etc.³ Comme l'a écrit [Robert Leroux, 1963] à ce sujet « Le logement constitue un besoin fondamental et une nécessité vitale pour l'homme ; il répond à trois fonctions : la protection de l'individu contre le grand vent, la pluie, la neige, le plein soleil, la protection contre les agresseurs tels que les malfaçons et la protection de l'intimité contre les indiscrets »⁴.
- **Les psychologues et les sociologues** : En psychologie environnementale, le concept d'habitat est considéré comme un espace approprié et un support d'identité

¹ IDEM

² OMARI Assia, L'approche ontologique du concept de « l'habiter » et le processus de production de cas de programmes de logements collectifs à Sétif, Université Ferhat Abbas Sétif, 2012.

³ AVIOTTI Audrey, Réduire la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation, Elodie Lavoisier, Paris, 2014, 230 p.

⁴ HERAOU Abdelkrim, Evolution des politiques de l'habitat en Algérie le L.S.P comme solution à la crise chronique du logement : cas d'étude la ville de Chelghoum Laid, Université Ferhat Abbas Sétif, 2012. 6
AVIOTTI Audrey, Réduire la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation, Elodie Lavoisier, Paris, 2014, 230 p.

ainsi il favorise l'intimité⁵ comme l'écrit [Bob Frommes, 1980] à ce sujet : « le logement est l'endroit où les gens doivent pouvoir se sentir chez eux; ils en prennent possession et y expriment leur personnalité; ils peuvent s'y identifier de manière optimale »⁶.

Et aussi ; l'habitat et le logement favorisent la socialisation comme [Rachid Hamidou, 1989] le définit comme : «le logement constitue le point de départ de toute vie sociale»⁷.

- **Les architectes :** Les architectes définissent l'habitat comme un ensemble formé par le logement, les équipements, les lieux de travail et les prolongements extérieurs dont ces derniers sont évolutifs en fonction du temps⁸.

2. La notion de l'habitat individuel ou la maison individuelle :

2.1. Etymologie du mot maison :

Le mot « maison » vient du latin « mansion » qui vient de l'accusatif « mansionem » qui signifie « rester ». « Domicile », « domestique », « domaine », sont également des dérivés du mot maison. En revanche, en anglais, « house » dont l'ancien mot est « hus » veut dire « abri » conduisant à une interprétation de protection (Siret et Rodriguez, 2006)⁹. Et dans le langage arabe le mot maison est très riche ou ce dernier est développé dans l'article d'Amraoui comme suit : (الدار) Daa'r, (السكن) saken, (المثوى) mathwa, (البيت) bayt, (المنزل) manzel, (الدارقبر الحية) el daa'r kabre el hayet¹⁰. Et dans le langage kabyle utilisant le terme (Akham) pour désigner une maison.

2.2. Définition de l'habitat individuel :

On parle de l'habitat individuel pour désigner une maison, une villa, un pavillon, maison de maître, maison de compagne et maison mitoyenne ou réside une seule famille. La distinction entre ces différentes formes de cet habitat réside surtout dans la largeur et la hauteur de la façade, les prolongements extérieurs (jardin ou parc, piscine, cours lorsque ils existent), ainsi que dans la superficie intérieure et le nombre de niveaux peuvent varier.

2.3. Caractéristiques de l'habitat individuel :

L'habitat individuel est souvent le reflet d'un besoin d'intimité. Il symbolise aussi une certaine liberté et indépendance. Pourtant l'habitat individuel n'aboutit pas toujours à une qualité du cadre de vie satisfaisante, tant dans l'esthétique des espaces de vie que dans les relations avec le voisinage.

⁵AVIOTTI Audrey, Réduire la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation, Elodie Lavoisier, Paris, 2014, 230 p.

⁶HERAOU Abdelkrim, Evolution des politiques de l'habitat en Algérie le L.S.P comme solution à a crise chronique du logement : cas d'étude la ville de chelghoum laid, Université Ferhat Abbas Sétif, 2012.

⁷ IDEM.

⁸AVIOTTI Audrey, Réduire la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation, Elodie Lavoisier, Paris, 2014, 230 p.

⁹ IDEM.

¹⁰OMARI Assia, L'approche ontologique du concept de « l'habiter » et le processus de production de cas de programmes de logements collectifs à Sétif, Université Ferhat Abbas Sétif, 2012.

3. Les types d'habitats individuels :

3.1.Habitat isolé :

Elles ont souvent un plan identique, et tendent à former un tout parce qu'elles sont la répétitivité du même élément. Ce type de maison donne une cohérence à la composition urbaine grâce à la répétition de la forme et du rythme. Mais cette répétition n'est pas suffisante pour rendre intéressant un ensemble couvrant une grande surface¹¹.

3.2.Habitat jumelé :

Ce modèle est entouré sur les trois côtés par un espace libre qui leur donne presque l'illusion d'une maison isolée. Il est souvent en système modulaire avec des types de maison identiques ou peu différentes, la répétition d'un modèle unique donnera une impression d'unité. Deux maisons couplées ont généralement de 12 à 15 mètres de façade, ce qui est un peu étroite par rapport à l'élévation, et à la longueur moyenne des jardins individuels qui est de 0 à 45 mètres¹², surface minimale du terrain 35m².

3.3.Habitat en bande :

Une bande peut être soit un ensemble complet doté d'un caractère architectural, soit un ensemble de maison toutes différentes les unes des autres, les deux facteurs communs à tous les types, étant la mitoyenneté des maisons et l'alignement des façades¹³.



Figure 44 : Habitat isolée.



Figure 45 : Habitat jumelée.



Figure 46 : Habitat en bande.

Source des figures : Disponible sur : < <http://footage.framepool.com>> (Consulté le 05/10/2016).

¹¹KEHAL Kamel, Le lotissement résidentiel : enjeux urbanistiques et développement urbain durable : cas de Constantine (entre recherche de la qualité urbanistique et la consommation du foncier), Université Mentouri Constantine, 2006.

¹² IDEM.

¹³ IDEM.

3.4.L'histoire de l'habitat individuel en Algérie :

Passant de l'est à l'ouest, du nord au sud de l'Algérie ; la conception de la maison individuelle se varie en terme de conception formelle, de textures et de matériaux tout dépendait généralement de l'environnement et des caractéristiques du site ou elle est insérée. L'habitat en Algérie a évolué en trois grandes périodes :

3.4.1. La période prés-coloniale :

L'habitat traditionnel reste la référence durant cette période. À cette période l'habitat nous fait revenir à l'habitat du Maghreb qui se réfère à un type architectural local d'une époque spécifique, elle est ni copié ni collé « architecture vernaculaire » sans architecte¹⁴.

Elle a comme base de construction les ressources disponibles localement, elle a tendance à évoluer dans le temps pour refléter le contexte environnemental culturel et historique.

3.4.2. La période coloniale :

Le modèle européen est devenu la référence de cette époque. Le modernisme du XX siècle s'est imposé face au traditionnel, cela été possible grâce à des nouveaux systèmes politiques et culturels importées de l'Europe occidentale. Le secteur de logement en Algérie été abandonné jusqu'aux années 1940 ; cela est dû à la négligence de l'état du domaine de la construction des logements. Après la révolution armée du 1er Novembre 1954 ; les autorités française commençait à s'intéresser aux algériens par la réalisation des projets et des cités tel que le plan de Constantine¹⁵.

3.4.3. La période postcoloniale :

L'Algérie avait hérité en 1962, d'une situation socio-économique déplorable, la situation du logement déjà alarmante en vue de la crise du logement. Durant les premières années de cette crise la priorité a été accordé au programme quantitatif dont l'habitat collectif était la solution qui répondait à ce programme en détriment le programme qualitatif.

Mais les résultats obtenus en matière de logements ont été faible en raison des choix technologiques mal adaptés et de la situation socio-économique du pays¹⁶.

A partir de 1974, afin de faire face à cette situation, l'état a trouvé les lotissements comme un modèle d'aménagement physique et spatial ou l'habitat individuel apparait comme un outil opérationnel suite à la croissance urbaine et le besoin en logements, puisque c'est le type le plus adapté à notre culture et à notre mode de vie¹⁷.

¹⁴ ROUIDI Tarik, Magister, Les pratiques sociales et leur impact sur l'espace de l'habitat individuel en Algérie : cas d'étude lotissement Bouremel 4 Jijel, Université Mentouri Constantine, 2011.

¹⁵ IDEM.

¹⁶ KEHAL Kamel, Le lotissement résidentiel : enjeux urbanistiques et développement urbain durable : cas de Constantine (entre recherche de la qualité urbanistique et la consommation du foncier), Université Mentouri Constantine, 2006.

¹⁷ BENZAOUI Amel, Le processus de création d'un habitat individuel de qualité cas de la ville d'Ain Beida, Université Badji Mokhtar Annaba, 2013.

4. Le système constructif d'un habitat individuel en Algérie :

L'habitat individuel offre une grande diversité quant à la technique de conception qu'il est possible de choisir. Pour le cas de l'Algérie, on ne trouve pas cette richesse des systèmes constructifs, par contre on marque que le système portique (poteau-poutre) est le seul système utilisé dans nos conceptions.

4.1.Définition de système constructif poteau-poutre:

Le système constructif poteaux poutres appelé aussi le système portique c'est le système le plus courant et utilisée dans les constructions de type individuel en Algérie. Les portiques sont des éléments de structure composée de poteaux poutres permettant une liaison extrêmement rigide, existante entre la tête des poteaux et la traverse haute, une liaison qui confère à ces structures leur très grande résistance sous charges horizontales et verticales.

La superposition de portiques est une solution couramment retenue, et la rigidité (par contreventement) des liaisons permet de réduire les déformations de la structure.

Ce système est pratiquement, appliqué pour tout le projet. Un choix répondant à nos diverses attentes ; de résistance, de stabilité et même de dégagement d'espace, et présentant des avantages considérables.¹⁸

*« La structure est constituée d'un certain nombre d'éléments linéaires (Poteaux poutres) et surfaciques (dalles, voiles) assemblés entre eux par des liaisons. Son rôle est d'assurer la solidité de l'ouvrage donc de transmettre les charges permanentes, variables et accidentelles jusqu'aux fondations donc au sol ».*¹⁹

4.2.Les éléments constituant le système portique :

Un bâtiment est un produit généralement unique (situation, contextes, usages, ...), qui n'est pas que la somme des parties mais avant tout un assemblage constituant des systèmes cohérents ayant des interactions avec les systèmes existants.²⁰

Dans une conception quel que soit son type, plusieurs éléments participent avec un rôle important, formant un enchaînement homogène et un fonctionnement complémentaire. Le rôle de ces éléments se défait, selon les matériaux, l'emplacement, dans ce cas on peut distinguer deux types : ceux qui sont en contact directe avec le sol (l'infrastructure) et l'autre type, sont les éléments qui apparaissent au-dessus de sol (superstructure), le mécanisme de son fonctionnement, dont on trouve des éléments qui participent dans la transmission des charges (éléments porteurs) et ceux qui participe à une autre tâche bien précise et complémentaire (éléments non porteurs).

¹⁸ Construire avec les bétons, Edition du moniteur, Paris 2000. « 05APPROCHE TECHNIQUE. Centre Culturelle ». 76-77 p.

¹⁹ IDEM. 75 p.

²⁰ Suzel Balez. (& Vincent Rigassi). Introduction aux technologies de construction & à l'architecture. MOBAT_SB_systèmes_constructifs. 2007-2008. 2 p.

4.2.1. Les éléments composants la superstructure :

Dans le monde de la construction, la superstructure d'un bâtiment regroupe l'ensemble des organes situés au-dessus de terre et composant l'ouvrage, c'est-à-dire les poteaux, les voiles, les poutres, les consoles ou encore les planchers. Qui veut dire tous qu'il est visible à l'œil humain.

Dans une conception plusieurs éléments participent dans la constitution d'une superstructure dont on peut citer les éléments essentiels :

- **Poteaux :** c'est un élément porteur ponctuel chargé de prendre les charges et les surcharges issues des différents niveaux pour le transmettre aux fondations. Aussi le rôle des poteaux ne se limite pas à assurer le reprise des charges verticales, mais contribue largement lorsqu'ils associés à des poutres pour former des cadres ou portiques à reprendre les actions horizontales dues au vent.²¹

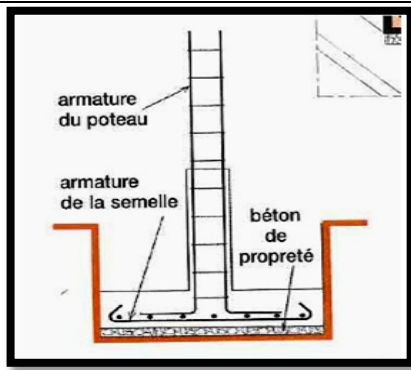


Figure 47 : Coupe transversale sur semelle et poteau.
Source : Disponible sur : <
<http://coursexosup.blogspot.com/2015/04/fondations-introduction-toute-structure.html>> (Consulté le 20/12/2016).

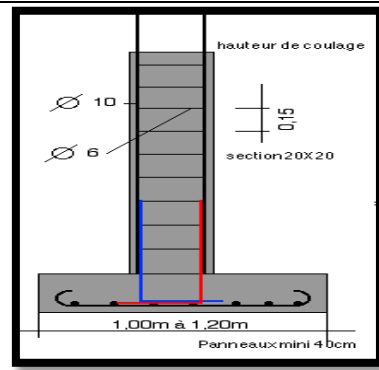


Figure 48 : Schéma représentatif d'un poteau. Source :
Disponible sur : <
<http://abc.maconnerie.pagesperso-orange.fr/pages-maconnerie/murs-poteau.htm>> (Consulté le 20/12/2016).

- **Poutres :** les poutres sont des éléments porteurs horizontaux chargés de reprendre les charges et surcharges se trouvant sur les planchers pour les retransmettre aux poteaux. Les charges agissant sur les poutres de plancher sont essentiellement des charges verticales (poids propre, surcharges d'exploitations, neige). Ses charges sont superposées uniformément réparties mais parfois ces mêmes charges peuvent être ponctuelles.²²

²¹ M^r Lemdani-EPAU. « La structure portante verticale. Les poteaux ». Disponible sur : <
<http://constructionepau.wifeo.com/documents/La-structure-portante-verticale-les-poteaux.pdf>> (Consulté le 20/12/2016).

²² M^r Lemdani-EPAU. « La structure portante horizontale. Les poutres ». Disponible sur : <
<http://constructionepau.wifeo.com/documents/La-structure-portante-horizontale-les-poutres.pdf>> (Consulté le 20/12/2016).

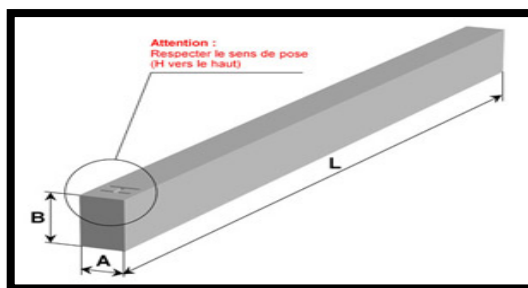


Figure 49 : Une poutre. Source : Disponible sur : <<http://www.robert-thebault.fr/poutres-prefabriquees-2-4-0-148.php>> (Consulté le 20/12/2016).

- **Plancher** : ouvrage horizontal constituant une séparation entre deux niveaux d'une habitation. Selon les matériaux employés et les techniques mises en œuvre, on peut distinguer plusieurs types. Dans les habitats individuels utilisent souvent les plancher préfabriqué dont l'ossature porteuse est constituée d'éléments en béton. Ce type de plancher est couramment employé car il peut être mis en œuvre avec des moyens de levage limités. Ce plancher est constitué principalement de poutrelles, de hourdis et d'une dalle de compression.

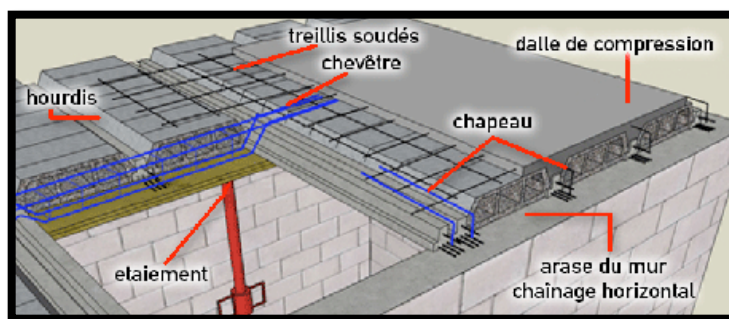


Figure 50 : Le plancher préfabriqué d'un habitat individuel. Source : Disponible sur : <<http://abc.maconnerie.pagesperso-orange.fr/pages-maconnerie/planchers-poutrelle.htm>> (Consulté le 20/12/2016).

- **La poutrelle** : poutre préfabriquée de faible section en béton armé ou en béton précontraint. Les poutrelles qui constituent la structure porteuse du plancher reposent à leurs extrémités sur des murs porteurs ou des poutres en béton armé. Les poutrelles sont disposées à intervalles réguliers (tous les 60-cm environ) et reçoivent les hourdis.



Figure 51 : Une poutrelle. Source : Disponible sur : <<http://bricolage-avec-robert.com/tag/poutrelle/>> (Consulté le 20/12/2016).

- **Le hourdis appelé aussi entrevous ou corps creux:** élément préfabriqué en béton de gravillons, en terre cuite ou en polystyrène, mis en place entre les poutrelles d'un plancher. Les hourdis servent généralement de coffrage à la dalle de compression qui les recouvre. Les entrevous en polystyrène qui assurent au plancher une bonne isolation thermique sont essentiellement utilisés pour les planchers recouvrant un vide sanitaire ou un local non chauffé (cave, garage...).

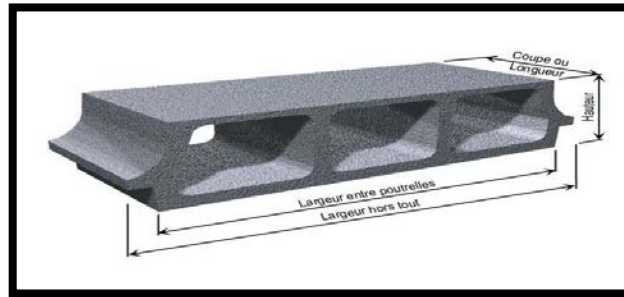


Figure 52 : Le hourdis. Source : Disponible sur : < <http://www.seac-gf.fr/planchers-poutrelles-plancher-hourdis-plancher-seac-gf.pdt1.p6.php> > (Consulté le 20/12/2016).

- **Le hourdis négatif appelé aussi entrevous bas ou plaque négative :** hourdis spécial de faible hauteur mis en place lorsque l'on souhaite augmenter localement l'épaisseur de la dalle de compression.

4.3.L'enveloppe d'un habitat :

L'enveloppe est définie par les dictionnaires comme étant la pièce qui protège une autre pièce de l'extérieure. Elle est l'interface d'un habitat, la zone de liaison, l'espace de transition entre les différents milieux. Il est difficile de la définir car chaque domaine lui donne sa propre définition. L'enveloppe du bâtiment a différents aspects :

- ✓ Les thermiciens la considèrent comme une zone de transition entre l'ambiance intérieure et l'environnement extérieur.
- ✓ En architecture, c'est une surface de contact entre le bâtiment et son entourage. A partir de cette surface, on obtient une lecture contextuelle de cet habitat.
- ✓ L'enveloppe liée entre les composantes passives et les systèmes actifs, en domaine de l'ingénierie.
- ✓ L'occupant définit l'enveloppe comme l'ensemble des parois qui l'entourent.

Globalement, c'est l'élément séparateur entre l'extérieur et l'intérieur d'une construction. Il s'agit d'une protection du l'habitat, comme elle est influencée par plusieurs paramètres. L'enveloppe est l'élément le plus important dans un projet.²³

4.3.1. Les éléments d'une enveloppe :

- **Les murs :** On entend par «murs» des ouvrages verticaux en béton ou en maçonnerie. Ils peuvent être préfabriqués ou réalisés directement à leur

²³ Disponible sur : <<http://lespacedelentredeux.blogspot.com/2009/03/les-contours-de-lhabitat-lenveloppe-dun.html>> (Consulté le 21/12/2016).

emplacement définitif dans la construction. En plus de leurs rôle de portance où de contreventement, les murs assurent le confort et la sécurité des habitants.²⁴

- **La toiture :** La toiture est l'élément le plus important de la maison, c'est une couverture généralement supportée par une charpente et couvre la partie supérieure d'un édifice. Permettant principalement de protéger son intérieur contre les intempéries et l'humidité, mais aussi l'esthétique, la légèreté, la résistance mécanique.²⁵

5. Les matériaux de constructions :

Dans toute construction, il est indispensable de réunir entre les matériaux de construction (blocs de béton, briques, éléments en béton préfabriqué, etc.) au moyen d'un mortier de ciment ou d'autre liant qui a pour but de :

- ✓ Solidariser les éléments entre eux.
- ✓ Assurer la stabilité de l'ouvrage.
- ✓ Combler les interstices entre les blocs de construction.

5.1.Le béton :

Le béton est un matériau composite aggloméré constitué de granulats durs de diverses dimensions collées entre eux par un liant. Dans le béton courants, les granulats sont des grains de pierre, sable gravier, cailloux et le liant est un ciment, généralement c'est un ciment portland.

5.2.Le mortier :

Le mortier est obtenu par le mélange d'un liant (chaux ou ciment), de sable, d'eau et éventuellement d'additions. Des compositions multiples de mortier peuvent être obtenues en jouant sur les différents paramètres : liant (type et dosage), adjuvants et ajouts, dosage en eau. En ce qui concerne le liant tous les ciments et les chaux sont utilisables ; leur choix et le dosage sont fonction de l'ouvrage réalisé et de son environnement. La durée de malaxage doit être optimum, afin d'obtenir un mélange homogène et régulier.

5.3.La brique :

Les briques sont les produits céramiques, dont les matières premières sont des argiles, avec ou sans additifs. La forme des briques est généralement parallélépipède rectangle. Elles sont couramment utilisées dans la construction des bâtiments et des travaux publics. Par rapport aux autres matériaux, c'est l'un des plus anciens matériaux de construction. Les briques peuvent se diviser en trois (03) groupes principaux :

- ✓ Briques poreuses.
- ✓ Briques ordinaires.
- ✓ Briques d'argiles creuses à perforation.

²⁴ Chapitre 1 : Les murs. Disponible sur : < <http://www.univ-chlef.dz/fgca/LES%20MURS-2014.pdf> > (Consulté le 21/12/2016).

²⁵ Disponible sur : <<https://fr.wikipedia.org/wiki/Toit>> (Consulté le 21/12/2016).

6. La réglementation thermique :

La réglementation thermique est un ensemble de lois visant à maitrise de l'énergie dans le bâtiment, ceci pour assurer le confort des occupants du bâtiment, réduire les émissions de polluants locaux et globaux et diminuer les charges d'exploitations des locaux (notamment le chauffage).

La réglementation thermique présente donc des enjeux économiques pour réduire la facture énergétique, des enjeux environnementaux, pour réduire l'effet de serre dans le cadre des accords de Rio et du protocole de Kyoto et des enjeux sociaux, pour assurer un meilleur confort des occupants.

La réglementation thermique donne un seuil réglementaire de performance pour l'habitation, lieu de travail ou lieu de vie. Ce seuil tient compte de nombreux paramètres dont l'isolation bien entendu, l'ensoleillement, la ventilation, les équipements et système de chauffage, et de leur finesse de régulation et de programmation.

Finalement la réglementation thermique peut aussi comprendre un ensemble de règles obligatoire à observer lors de la construction des bâtiments afin de réduire leur consommation d'énergie tout en assurant le confort des utilisateurs.

6.1. La réglementation thermique en France :

Dans les pays avancés, notamment l'Europe et les États-Unis, la longue expérience avec les réglementations thermiques RT (les deux (02) chocs pétroliers) a permis d'atteindre des niveaux d'efficacité intéressants. En France la RT a connu des principales évolutions entre 1988-2000, qui a ramené de suite les premières réflexions :

- Les déperditions par les ponts thermiques représenteront 30 à 40% du coefficient U bât, qui caractérise le coefficient moyen des déperditions par les parois du bâtiment comprises surfaces et linéaires des liaisons.

Entre 2001 et 2016 ou 2021, il va falloir diviser par trois les déperditions par les ponts thermiques :

- l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est une réponse chère qui ne réduit pas les ponts thermiques en plancher bas, en terrasse ou en façade décrochée ; pour des bâtiments tertiaires, les solutions pertinentes lorsque le bâtiment comporte plus de quatre niveaux identiques ;

- l'isolation thermique répartie (ITR), avec des façades en béton cellulaire (BC) ou en terre cuite isolante (TCI) ou "Mono-mur", de 25 à 30 cm d'épaisseur sans doublage thermique rapporté, devrait se développer en habitat individuel et en petit bâtiment résidentiel ou de locaux tertiaires.

- l'isolation thermique par l'intérieur (ITI) doit évoluer avec la mise au point de rupteurs de ponts thermiques (RPT) pour traiter la plupart des ponts thermiques horizontaux et verticaux ; des solutions existent, elles sont chères ou insuffisantes pour atteindre les objectifs aux horizons 2011 et 2016.

- Envisager les traitements des ponts thermiques, par la mise au point de rupteurs thermiques en ITI, l'utilisation de matériaux isolants en ITR ou le recours à l'ITE.

- mettre au point des solutions pour améliorer l'étanchéité à l'air de nos bâtiments, avec, par système constructif, le repérage des jonctions défectueuses, des propositions efficaces

de traitement puis un autocontrôle et un contrôle de leur mise en œuvre sur chaque chantier.²⁶

6.2. La réglementation thermique en Algérie :

En Algérie, un arsenal juridique important a été lancé, vise à la rationalisation et la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment, au-delà la réglementation Algérienne s'est enrichies par le **“décret exécutif portant réglementation thermique des bâtiments (n°2000-90 du 24/04/2000) qui contient plusieurs règles :**

- ✓ DTR C 3-2 intitulé «Règles de calcul des déperditions calorifiques» pour le problème d'hiver : Ce DTR concerne la période d'hiver. Il stipule que les déperditions calorifiques par transmission à travers les parois calculées pour la période d'hiver doivent être inférieures à une valeur de référence. $DT \leq 1.05 D_{réf}$. (RETA- Logiciel d'application de la Réglementation Thermique Algérienne. IMESSAD Khaled Maître de Recherche B. Division Solaire Thermique et Géothermie - CDER E-mail: k.imessad@cder.dz)
- ✓ DTR C 3-4 intitulé «Règles de calcul des apports calorifiques» pour le problème d'été : Ce deuxième DTR est réservé à la période d'été et mentionne que les apports de chaleurs à travers les parois (opaques et vitrées) calculés à 15h du mois de juillet (considéré comme le mois le plus chaud de l'année) doivent être inférieurs à une limite appelée « Apport de Référence » $APO (15 h) + AV (15 h) \leq 1.05 A_{réf}$.
- ✓ Le DTR C 3-2 fixe également la procédure de vérification réglementaire.
- ✓ DTR portant sur la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation (2005).

-Loi N °99 –09 du 28 Juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie :

Mesures actives et passives pour améliorer l'efficacité énergétique dans le bâtiment c'est Limiter les déperditions énergétiques en hiver et les apports calorifiques en été par :

- **Utilisation des matériaux non énergivores (localement disponibles tels que le Béton de Terre Stabilisée (BTS), la pierre et le plâtre:** Classification des matériaux de construction suivant leur capacité de stocker une chaleur de 5700 kJ, pour un écart de température de 10 °C entre l'intérieur et l'extérieur comme la démontre la figure suivante.

²⁶ Jacques Daliphard, Bouygues Bâtiment, 1, avenue Eugène Freyssinet, 78065 Saint Quentin en Yvelines, Acoustique & Techniques n°24. “Réglementation thermique 2000”. « Les évolutions de la réglementation thermique entre 1988 et 2000 ».

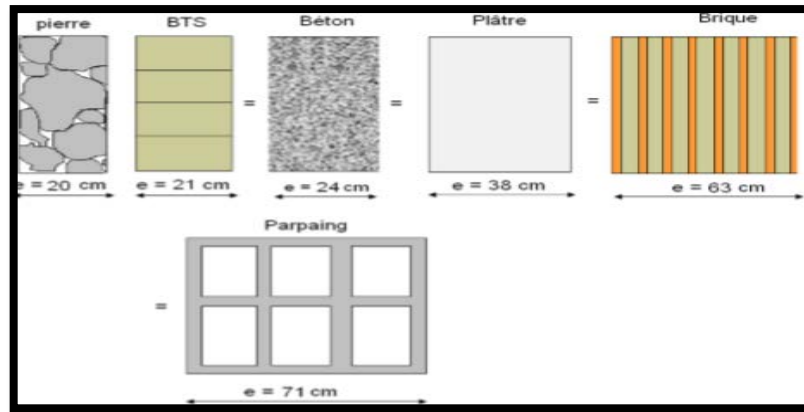


Figure 53 : La classification des matériaux de construction. Source : République Algérienne Démocratique et Populaire. Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment. Euromed Green Building, Lisbonne 13 et 14 mai 2010. Réglementation thermique et performance énergétique du bâtiment.

- **L'orientation adéquate des bâtiments :** L'orientation du logement est un facteur très important à considérer, surtout pour la distribution des ouvertures :
 - ✓ L'exposition nord ne peut être retenue,
 - ✓ Les expositions est et ouest sont à éviter en raison des surchauffes d'été
 - ✓ L'exposition sud est intéressante car elle permet de profiter pleinement des apports solaires en hiver et moyennant des protections solaires adéquates évitent les surchauffes d'été
 - ✓ L'idéal est donc une maison dont la façade principale, la plus vitrée, regarde vers le sud.
- **l'isolation de l'enveloppe et des planchers :** Combinaison de parois : Le cas idéal est d'avoir des parois qui combinent avantageusement une faible conductivité thermique avec une grande inertie thermique, comme un mur en BTS (14 cm), des Panneaux en polystyrène expansé (9 cm) et un autre mur en BTS (29 cm).

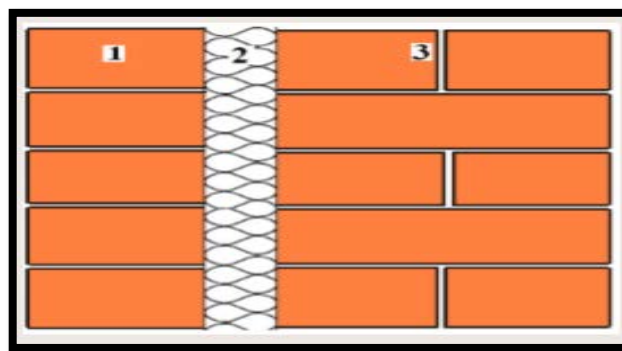


Figure 54 : paroi qui combine une faible conductivité thermique avec une grande inertie thermique. Source : Réglementation thermique et performance énergétique du bâtiment.

- **La ventilation naturelle :** C'est une bonne méthode d'économie d'énergie, facile à mettre en œuvre. Il est nécessaire de ventiler les locaux pour assurer une ambiance intérieure confortable et de bonne qualité par l'élimination du gaz carbonique, de l'humidité et de tous les composés organiques volatils.

Le système de ventilation naturelle doit comporter:

- ✓ Des entrées d'air: elles permettent l'entrée de l'air extérieur et peuvent être auto-réglables et anti-retour,
- ✓ Des dispositifs de transfert de l'air: grilles ou d'étalonnage sous les portes,
- ✓ Des sorties d'air dans les pièces humides ou de service (cuisines, SDB, douches, WC, etc.).
- **Le double vitrage :** Le double vitrage permet d'utiliser la faible conductivité thermique de l'air. L'insertion d'une lame d'air de quelques millimètres entre 2 feuilles de verre réduit le coefficient de transmission, global U_g du vitrage de 5,8 W/m².K à 2,9 W/m².K.²⁷

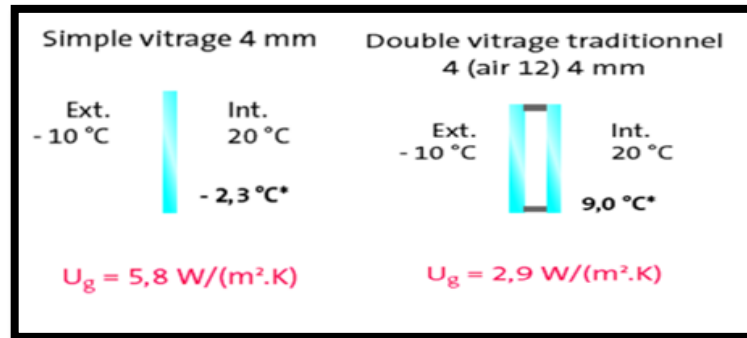


Figure 55 : La capacité de double vitrage de permettre d'utiliser la faible conductivité thermique de l'air.

Source : PDF : Réglementation thermique et performance énergétique du bâtiment.

D'autre part, malgré cet arsenal juridique il faut signaler que ces réglementations n'ont été suffisamment concrétisées, et cela est dû à la non volonté politique de prendre en charge la surconsommation énergétique dans le bâtiment. Rappelant qu'actuellement les habitats individuels ne sont pas dotés d'une réglementation thermique spécifique.

7. Etat de l'art en Algérie:

Malgré la réglementation thermique et tous les décrets cités dedans, on trouve aucun d'entre eux met en évidence ou bien concrétiser dans une construction. Déjà, au niveau de territoire national y a que deux petits essais sur l'habitat de future (quelques techniques d'isolation sont appliqué dans ca construction); la preuve que ce volet architecturale n'est pas pris en considération.

L'ensemble de ses obstacles, revient à la présence de plusieurs facteurs qui manipulent le système constructif en Algérie, venant du pouvoir politique jusqu'à la simple société; sans oublier les concepteurs et les techniciens.

La majorité des professionnelles concentrent leurs pensées sur la stabilité sismographique et non le volet thermique, c'est pour cela la plus part des maisons Algériens souffrent d'un surchauffe et un phénomène de parois chaude dans la période estivale, et un courant d'air et accompagner avec le phénomène de parois froide qui causent à leur tour plusieurs anomalies et mal aise à la vie des occupants ainsi que la durée de vie des constructions.

²⁷ République Algérienne Démocratique et Populaire. Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment. Euromed Green Building, Lisbonne 13 et 14 mai 2010. Réglementation thermique et performance énergétique du bâtiment.

7.1.Comparaison d'une maison avec et sans isolation thermique:

- ✓ Une isolation performante garantit le confort thermique intérieur été comme hiver, l'isolant installé dans l'enveloppe du bâtiment joue le rôle de barrière empêchant l'échange de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.
- ✓ Par contre, les parois non isolées (murs et fenêtres) en contact avec l'air extérieur sont froides en hiver et provoquent des sensations d'inconfort malgré l'air chaud de la pièce. De même que les parois non isolées sont chaudes pendant la saison estivale et peuvent rendre le logement tout aussi inconfortable. Une bonne isolation supprime donc cet « effet de paroi froide ou chaude ».
- ✓ Par ailleurs, il est vrai qu'une maison non isolée revient moins cher à la construction. Toutefois, à court et à long terme, la facture à payer en chauffage et climatisation, les réparations à faire grâce aux endommagements dus à l'humidité ou la condensation ne compensent pas la totalité du coût des travaux d'isolation.
- ✓ Par contre, une maison bien isolée bénéficiera d'un meilleur classement sur l'étiquette énergie du Diagnostic de Performance énergétique, ce qui augmentera sa valeur. De plus, les travaux d'isolation bénéficient d'aides et de subventions, surtout en rénovation.
- ✓ À tout cela s'ajoutent les effets néfastes d'une mauvaise isolation sur la santé (air humide à l'intérieur et air pollué à l'extérieur) et sur l'environnement et la planète.

7.2.Les points forts d'une maison bien isolée:

- ✓ Réduction de la consommation énergétique et assurance d'un confort thermique.
- ✓ Isolation sonore.
- ✓ Résistance du bâtiment et performance thermique.
- ✓ Respect de l'environnement, réduction de la pollution et du réchauffement de la planète

7.3.Les points faibles d'une maison mal isolée:

- ✓ Consommation excessive des énergies et absence du confort thermique.
- ✓ Les nuisances sonores.
- ✓ Une forte dégradation des matériaux perméabilité des flux de chaleurs.
- ✓ Des impacts environnementaux avec l'augmentation de gaz à effet de serre.

8. Conclusion :

Le terme d'habitat vu de son importance et sa complexité il a ouvert un champ à une multitude de chercheurs : géographes, anthropologues, les sociologues et les psychologues et enfin les architectes dont certains le définissent comme un abri, un espace pour vivre, un support d'identité et de socialisation et d'autre comme un ensemble de logements. Donc il a besoin toujours d'être amélioré et confortable pour qu'il répond aux besoins de ces occupants, mais il doit être aussi performant et efficace en consommant moins d'énergie et réduisant son empreinte environnementale.

Par ailleurs l'Algérie doit pallier cette situation ambiguë par la mise en place de réglementation thermique afin d'assurer une bonne combinaison, celle d'assurer le confort thermique de l'occupant et minimiser les déperditions énergétiques.

Chapitre IV :

Cas d'étude : habitat individuel
dans la région de Bouira

Introduction :

Dans la partie précédente nous avons cerné notre travail sur les problèmes des ponts thermiques qui empêche l'amélioration du confort thermique dans un bâtiment; dont on a essayé de répertorier les différentes, solutions techniques pour la résolution du problème cité auparavant, visant à réduire la consommation énergétique et l'évolution du confort thermique des occupants.

Toutefois, la maîtrise des traitements des ponts thermiques fait appel aux informations relatives à la conception globale de l'habitat, à l'isolation thermique. Nous avons choisis comme cas d'étude, l'habitat individuel dans la région de Bouira.

Le volet pratique de ce travail, consiste en une investigation sur terrain basé sur l'usage de deux (02) outils de recherche : les impacts visuels provoqués par les ponts thermiques et l'enquête par questionnaire adressé aux occupants de l'habitat. Alors notre démarche s'est axée sur la rénovation de cet habitat, basée sur des thématiques telles que l'amélioration du confort thermique et la résolution des ponts thermiques, la baisse de la facture (consommation) énergétique.

1. Présentation de la région de Bouira :

1.1.Situation géographique :

La wilaya est située dans la région de Kabylie, elle est bordée par les chaînes montagneuses du Djurdjura et des Bibans, elle est délimitée :

- ✓ Nord par les deux wilayas de Boumerdès et de Tizi Ouzou.
- ✓ Est par les deux wilayas de Bejaïa et de Bordj Bou Arréridj.
- ✓ Sud par la wilaya de M'Sila.
- ✓ Ouest par les deux wilayas de Blida et de Médéa.

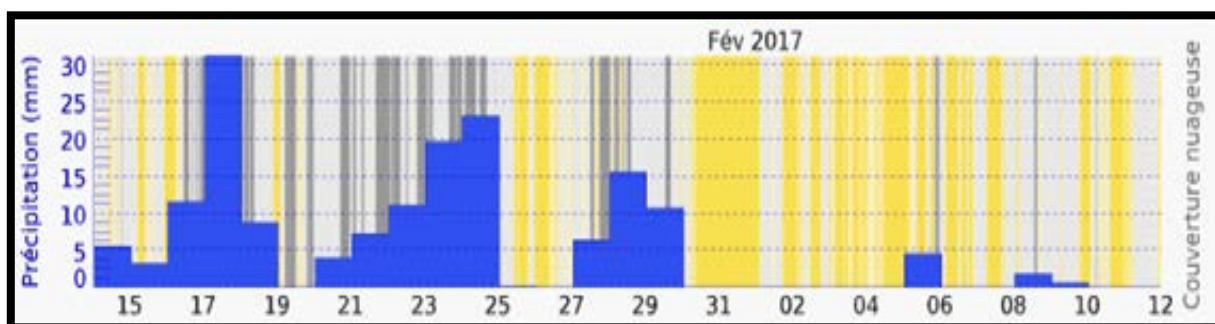
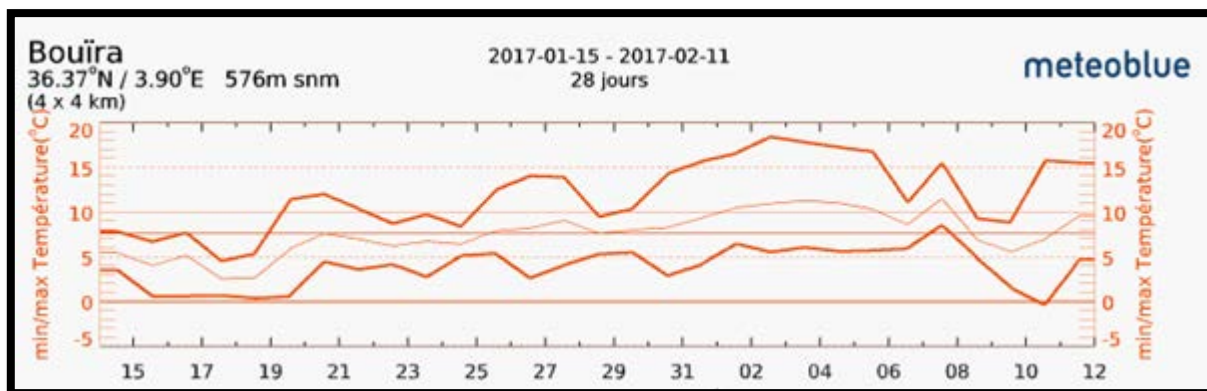


Figure 56 : Carte géographique sur la situation et limites de la Wilaya de Bouira. Source : Disponible sur : <
http://www.dcwbouira.dz/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=34> (Consulté le
28/02/2017)

1.2. Climat de la région :

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars.¹ L'humidité atteint les 70% en été c'est la barre minimale et 80% en hiver comme une barre maximale.

Si on prend par exemple l'année 2017 et le mois de février pour voir la variation de la température et la vitesse du vent, avec l'humidité, on aura ces diagrammes suivants :



¹ Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Bouïra (Consulté le 28/02/2017).

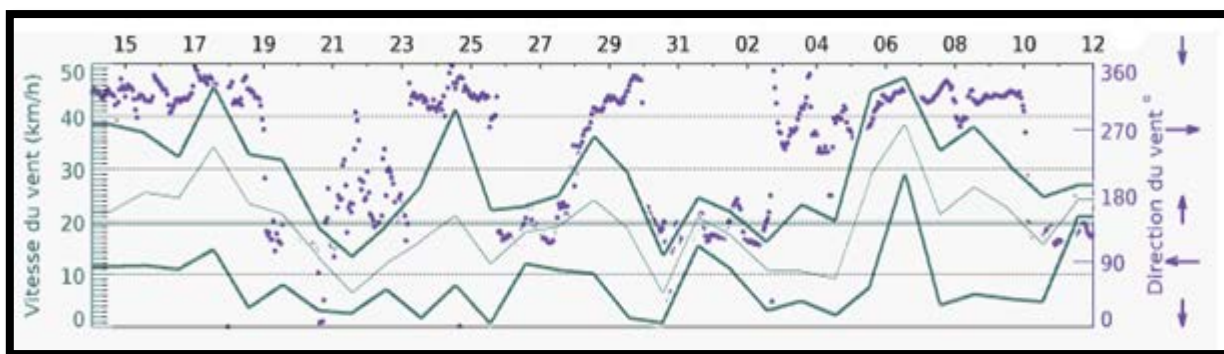


Figure 59 : Diagramme sur la vitesse du vent et sa direction. Source: Meteoblue. Weather close to You 2006-2017.

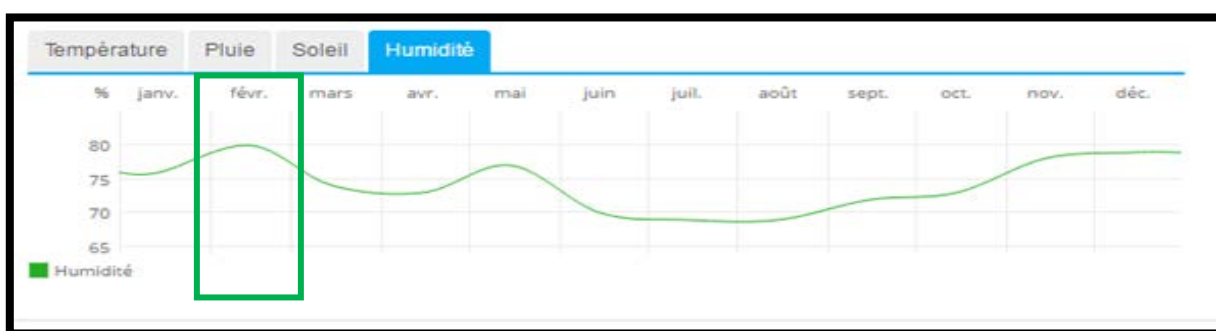


Figure 60 : Diagramme sur la variation du pourcentage d'humidité. Source : Disponible sur : <http://fr.meteovista.be/Afrique/Algerie/Bouira/2331497> (Consulté le 28/02/2017).

2. Présentation du projet :

- ✓ Projet : habitat individuel (RDC+0).
- ✓ Situation: Taghzout/Daïra Haizer/Wilaya Bejaia.
- ✓ Surface du terrain : 1600 m²
- ✓ Superficie du l'habitat : 200 m²



Vue axonométrique

2.1. Situation géographique de la commune de Taghzout :

Taghzout est la commune de la Wilaya de Bouira, Située à environ 7 km à l'est du chef-lieu de la wilaya de Bouira, totalement kabyle, forme avec la commune de Haizer la daïra du même nom que cette dernière. Elle est délimitée :²

- ✓ Nord par la chaîne de montagne du Djurdjura qui la sépare de la wilaya de Tizi Ouzou.
- ✓ Ouest par les communes d'Ait Laaziz et Bouira.
- ✓ Est par la commune de Haizer.
- ✓ Vu la forme triangulaire de sa carte, dont la base est au nord, la pointe du sud est limitrophe des deux communes Haizer est Bouira.

² Disponible sur : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Taghzout_\(Bouira\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Taghzout_(Bouira)) (Consulté le 29/02/2017).



Figure 61 : Carte géographique sur la situation et limites de la commune de Taghzout. Source : Disponible sur : < <https://www.google.dz/maps/place/Taghzout/@36>> (Consulté le 29/02/2017).

2.2.Situation du projet :

Le projet c'est un habitat individuel, implanté dans un terrain privé qui y appartient au propriétaire lui-même, il est délimité par des terrains agricole prives :

- ✓ Nord par CHABANE CHAOUCHE Akli.
- ✓ Est par CHABANE CHAOUCHE Moussa.
- ✓ Ouest par CHABANE CHAOUCHE Mohamed Ben Ahmed.
- ✓ Sud par une voie d'accessibilité à l'habitat (tertiaire).

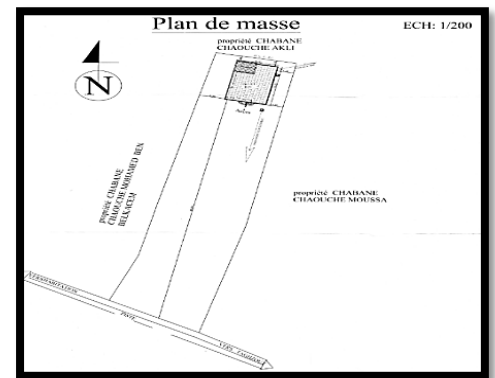


Figure 62 : Plan de masse.
Source : Auteurs.

2.3.Critères du choix de l'habitat :

Plusieurs raisons qui nous ont poussés à choisir l'habitat individuel, tout d'abord ce type d'habitat est plus fréquent récemment, sa situation géographique et les conditions climatiques vigoureuse de la région qui jouent un rôle majeur dans la dégradation et le pourrissement des matériaux, vue à leurs simplicité et la pauvreté des techniques d'isolations ; qui a donné naissance aux problèmes des ponts thermiques (déperdition de chaleur), dont ils ont participé à leur tour dans la sensation d'inconfort des occupants. D'autre part les conditions environnementale de l'habitat sont idéals pour le déroulement de notre analyse ainsi pour notre enquête : la facilité d'accès à ce dernier, le déroulement du questionnaire (une facilité de communication avec les occupants) et la formation de notre dossier graphique(les photos).

2.4. Orientation et ensoleillement :

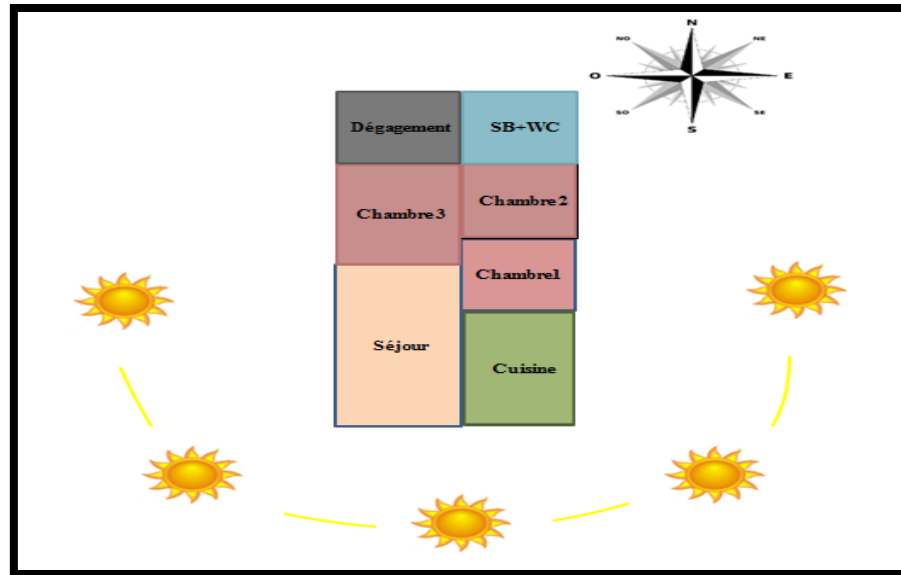


Figure 63 : Schéma explicatif de l'ensoleillement et d'orientation. Source : Auteurs.

La commune de Taghzout, fait partie des communes situées au Nord de la wilaya de Bouira. Elle se caractérise par un climat chaud en été et froid en hiver avec un taux d'humidité qui varie entre 70% et 80%.

Cet habitat est l'exemple significatif d'une orientation s'appuie sur des principes de base, dont on trouve les espaces jours, tels que : le séjour et la cuisine sont orientés vers le sud, les espaces nuits sont vers l'Est et l'Ouest, dont on trouve aussi les espaces humide tels que la salle de bain et le sanitaire. Dans ce cas, les orientations citées auparavant ont beaucoup d'avantages pendant la période hivernale ; dont elle importe évidemment un éclairage satisfaisant avec un système de captage et stockage qui réduit le taux d'humidité à l'intérieur des pièces en minimisant la condensation et l'apparition des moisissures. Et pendant la période estivale l'orientation de ces espaces provoque un surchauffe sur tout dans les pièces mal aérées et l'absence des protections solaires.

2.5. La forme de l'habitat :

L'habitat est implanté dans un terrain plat. Il est constitué d'une seule entité (RDC+0), avec une forme simple parallélépipédique qui contient des décrochements sur la façade principale (Sud) et la façade latérale (Ouest) dans un but esthétique, mais cela à provoquer l'apparition d'un problème technique : celui des ponts thermiques.

En effet, construire un habitat avec une forme éclatée et l'apparition des décrochements augmentent les déperditions énergétiques.

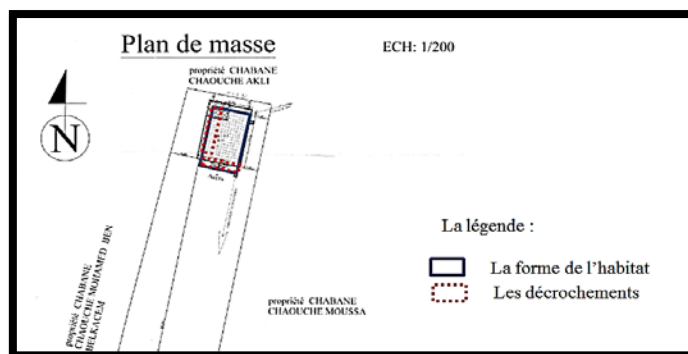


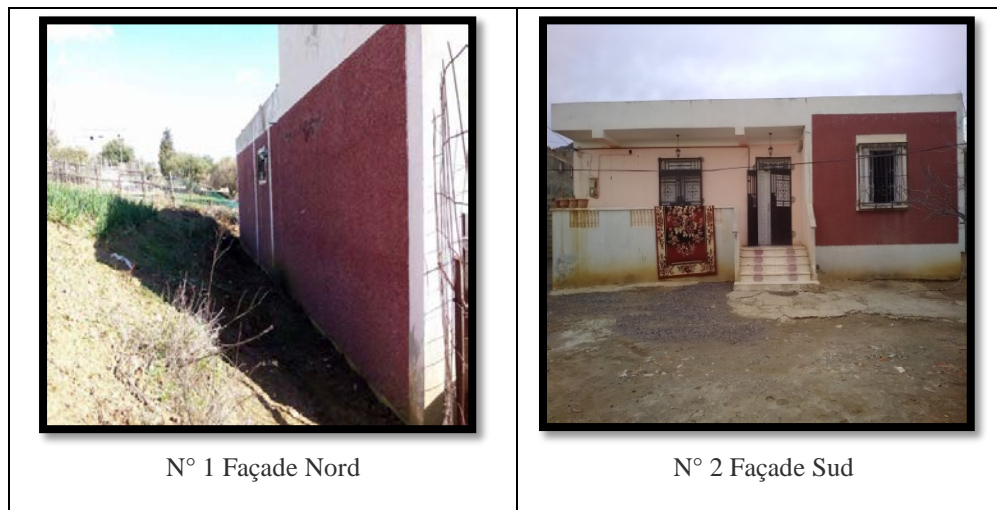
Figure 64 : Plan de masse. Source : Auteur.

2.6.L'enveloppe extérieure :

2.6.1. Les façades :

Les façades de l'habitat sont différentes dans leurs traitements et leurs compositions, pour les différentes orientations marquées ; pour les façades orientées vers le Sud, Ouest et Est une variation d'ouvertures entre la porte, porte fenêtres, fenêtres et impostes ; par contre la façade orientée vers le Nord est presque aveugle avec la présence d'une seule imposte. Donc on a constaté la dominance du plein sur le vide, mais cela n'empêche pas la pénétration des rayonnements solaires et le captage d'énergie en hiver d'une part et les infiltrations de l'air froid.

Les fenêtres utilisées sont du type simple et ne sont pas dotées de protection solaire, ni à l'extérieure ni à l'intérieure, sauf le cas de la façade Est la présence de l'implantation végétale.



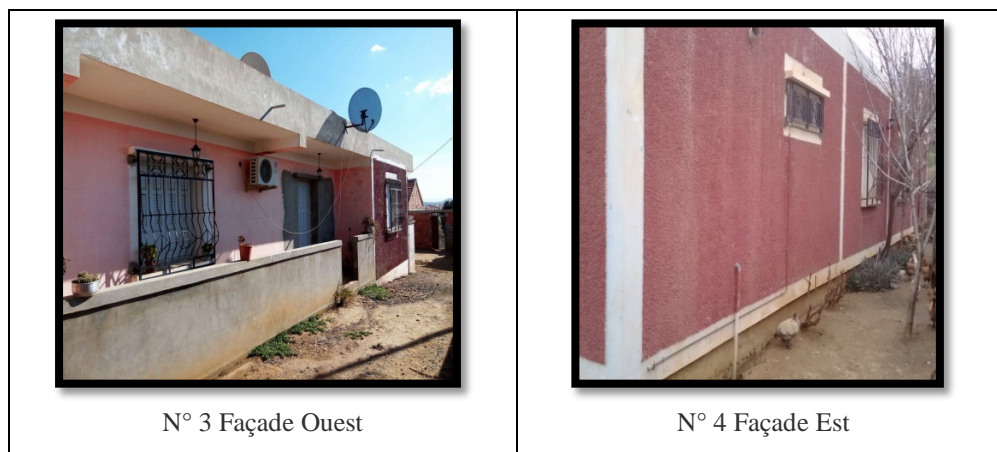


Figure 65 : Les différentes façades de l'habitat. Source : Auteurs.



Figure 66 : les différentes ouvertures utilisées dans l'habitat. Source : Auteurs.

2.6.2. Perméabilité à l'air :

Des fenêtres et des baies vitrées mal adaptées et mal installées (non étanche) qui engendrent des infiltrations d'air extérieur, courant d'air gênant, entraînant un alourdissement du bilan thermique.

2.6.3. Perméabilité à l'humidité :

L'enveloppe de l'habitat est mal soignée et n'offre pas de protection suffisante contre les impacts extérieurs (vent, pluie, poussières,...) entraînant des infiltrations d'eaux à l'intérieur des murs qui ramènent en conséquent la condensation de l'humidité et l'apparition des moisissures qui participent à la dégradation des matériaux.

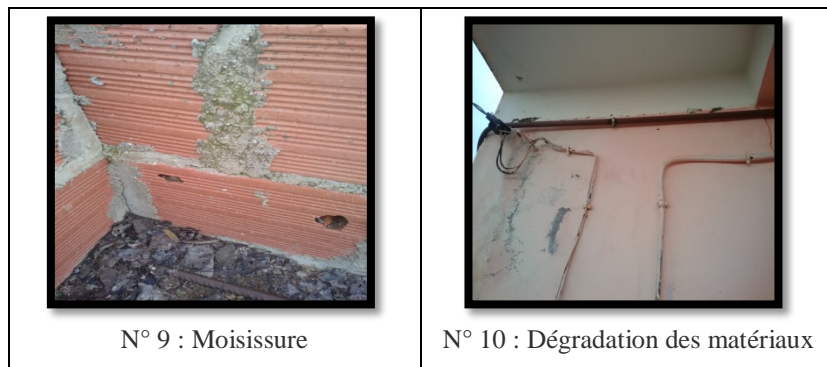


Figure 67 : Les conséquences de la condensation de l'humidité. Source : Auteurs.

2.6.4. La toiture :

Le toit de l'habitat est constitué d'une terrasse accessible non étanche qui permet l'infiltration des eaux pluviales et cela à cause des fissures existantes au niveau de la chape.



Figure 68 : Terrasse accessible non étanche (infiltration des eaux pluviales). Source : Auteurs.

2.7. Système constructif et matériaux :

Adaptation d'un système constructif poteaux poutre appelé aussi le système portique, avec l'utilisation variable des matériaux et techniques de construction : briques, béton armé, mortier, hourdis, ferrillages,...

3. La consommation énergétique dans l'habitat :

3.1. Le chauffage :

Il existe plusieurs types de chauffage, pour notre cas d'étude on trouve deux (02) matériels de chauffages alimentés avec le gaz de ville. D'après les plans de chauffage, deux (02) emplacements considérés comme des points stratégiques afin d'assurer une distribution satisfaisante de la chaleur pour l'ensemble des pièces ; mais tellement que la région à un climat vigoureux, il oblige les occupants d'utiliser le chauffage d'une façon excessive 24/24h. Ces besoins énergétiques sont à l'origine des déperditions thermiques liés à la conception de l'habitat.

Les consommations d'énergie pour le chauffage d'un habitat individuel à l'autre dépendent de facteurs liés au site (climat), liés aux usagers (habitude des occupants, sexe, âge,...).



Figure 69 : La forte utilisation du système de chauffage. Source : Auteurs.

3.2. La climatisation et ventilation :

L'habitat est doté d'un système de climatisation mécanique, qui répond seulement au besoin de la pièce dont il est installé (séjour). Durant les jours surchauffés, les occupants l'utilisent toute la journée d'une manière intense, qui mène de suite à une grande consommation électrique (augmentation de la facture énergétique).



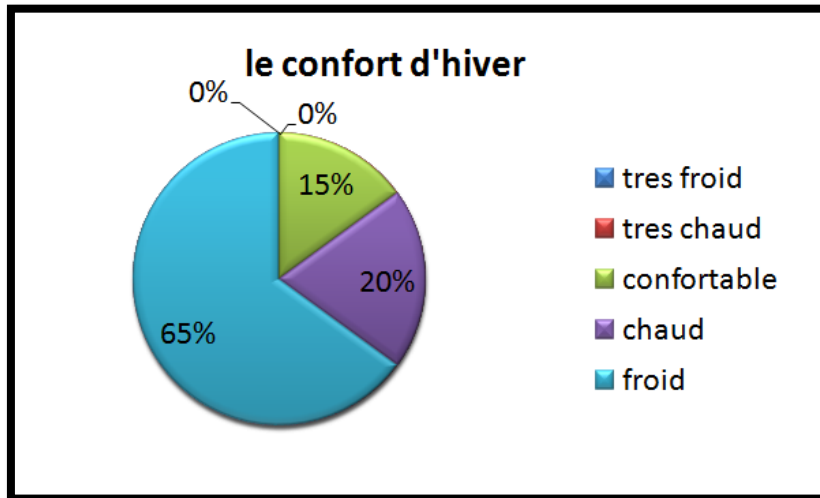
Figure 69 : La forte utilisation du système de climatisation. Source : Auteurs.

4. Déroulement de questionnaire :

➤ **L'âge et le sexe des occupants:**

Au sein de l'échantillon une mixité de sexe des occupants, dont on trouve trois (03) occupants sont des hommes ayant un âge de 17-23-56 ans, et une (01) femme a l'âge de 48ans et un (01) enfant de 08 ans.

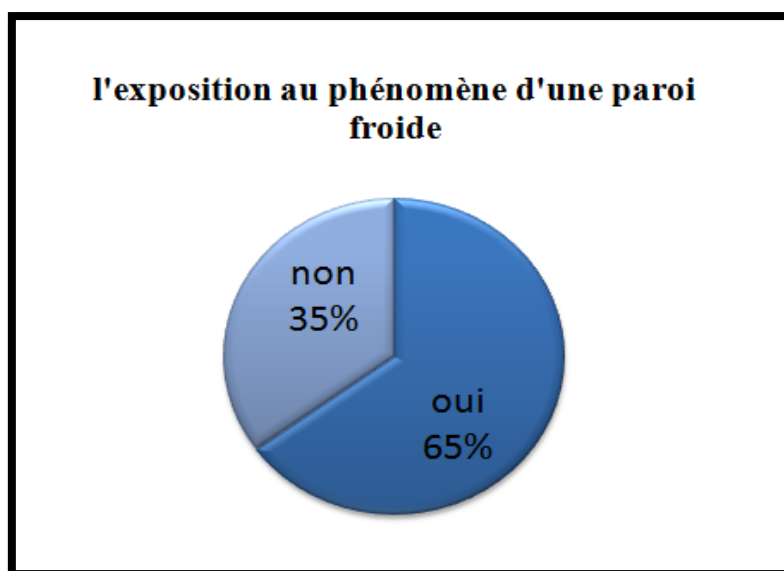
➤ **Le confort d'hiver:**



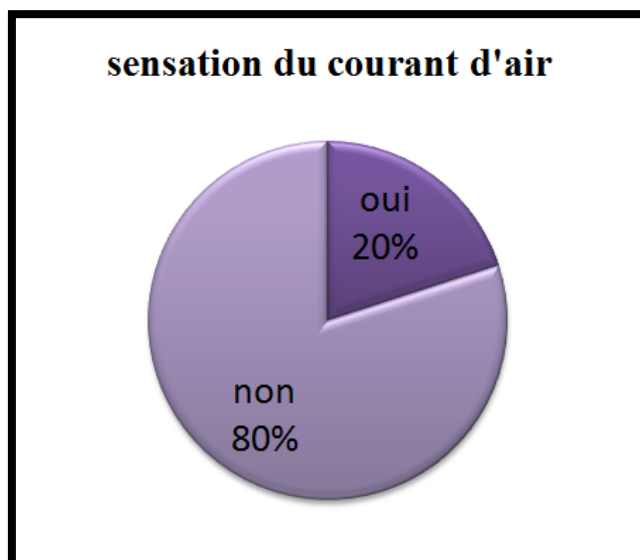
Dans l'ensemble, 65% des occupants répondants sont insatisfaits du confort en hiver (sensation de froid), 20% se sentent chaud et 15% confortable.

La mal isolation de système de chauffage pauvre en rayonnement dans certain espaces, sont les principales cause du non homogénéité de la température à l'intérieure de l'habitat, et la sensation du froid et le malaise dans la saison hivernale.

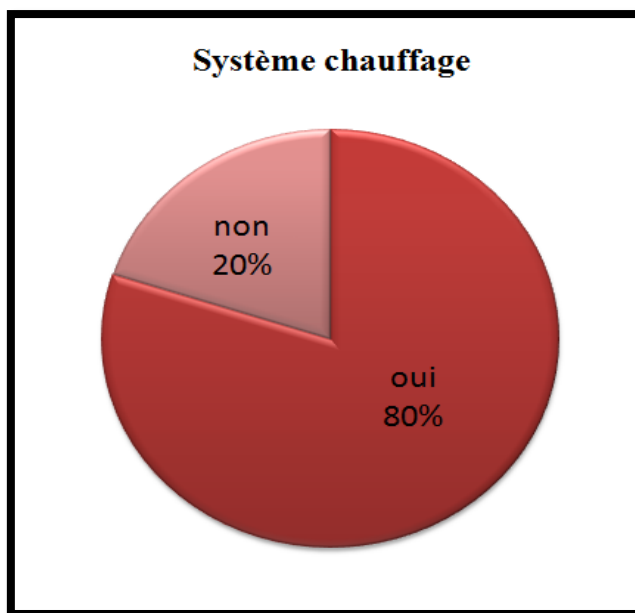
NB : le confort sentir par les 15%, revient à l'utilisation intense (24H) du chauffage pendant toute la saison d'hiver.



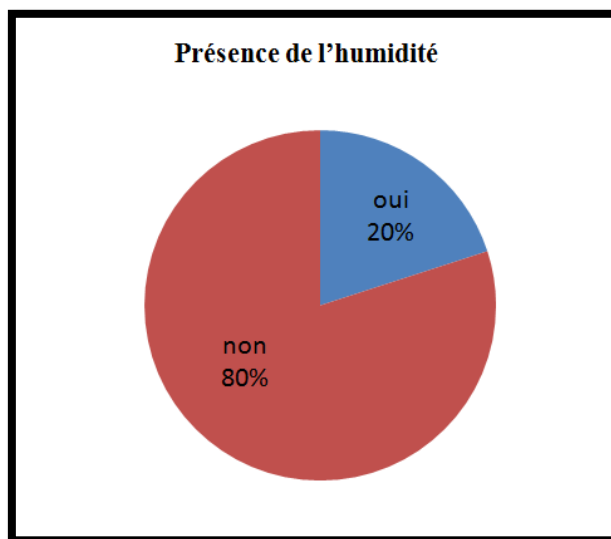
65% des occupants disent qu'ils sont exposés au phénomène des parois froides, et 35% affirment le contraire, qu'ils ne sont pas exposés au phénomène. L'exposition des parois froides dépend de l'orientation et la disposition des pièces, ainsi que l'isolation thermique des murs et des fenêtres qui paraissent insuffisants sans oublier la présence des ponts thermiques.



80% affirment la non sensation des forts courants d'air et 20% déclarent la présence des courants d'air à cause de mauvais emplacements des gains d'aérations.

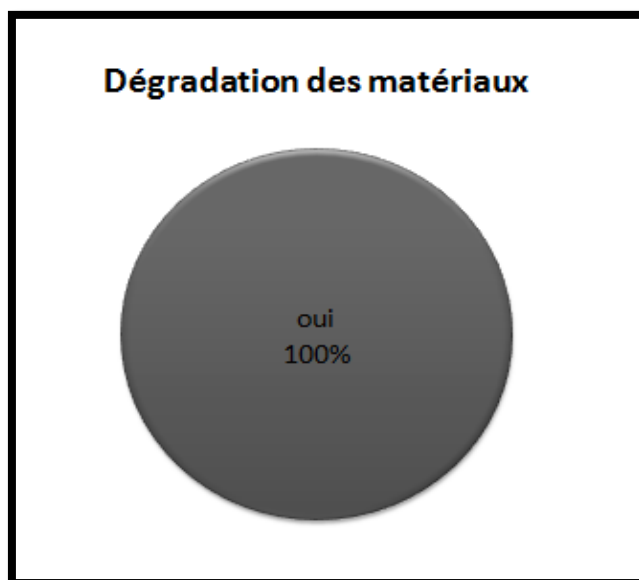


80% des occupants considèrent que le chauffage installés apportent suffisamment le confort thermique pour la plus part des pièces de l'habitat (taux de consommation énergétique est trop élevée), et 20% affirment l'absence de confort thermique et que les installations en chauffage ne répond pas aux besoins des occupants. Cela revient à la présence élevé des ponts thermiques qui permet le passage des flux de chaleur sans oublier la présence des matériaux de construction affaiblis par un environnement vigoureux.



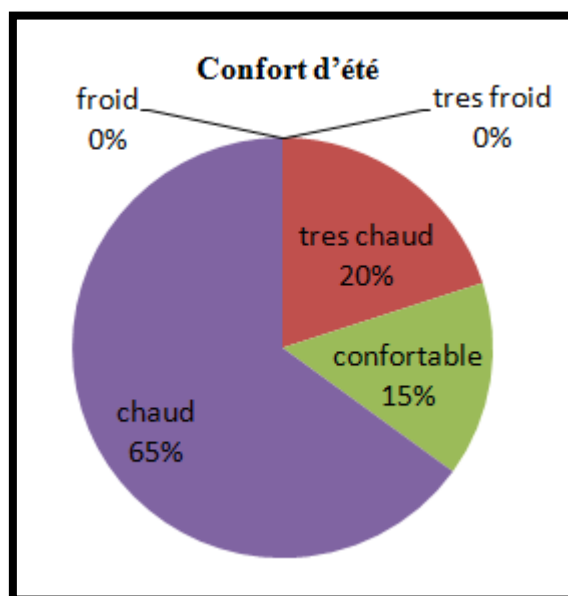
Dans l'ensemble, 80% des occupants affirment l'absence d'humidité dans la plus part des pièces. Pour les 20% déclarent l'apparition de l'humidité mais au niveau des fenêtres et des murs exposé aux vents dominants et aux fortes pluies du côté Nord et Ouest. Cela revient au

mauvais traitement des façades selon leurs orientations et la négligence des impacts climatique sur l'habitat.



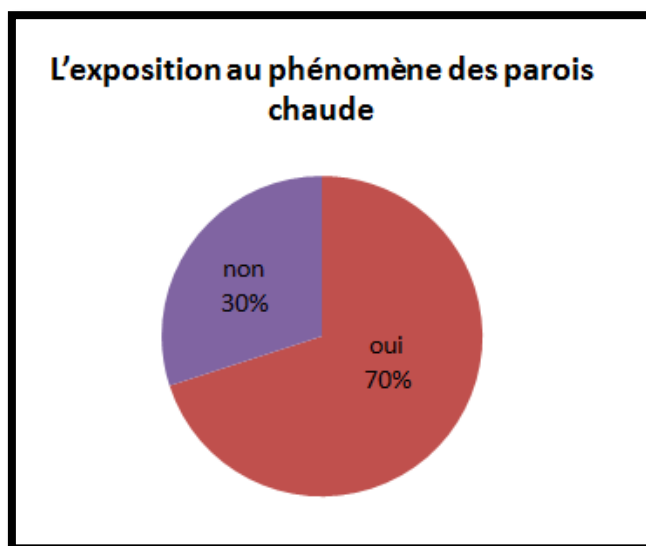
L'ensemble des occupants affirment la dégradation des matériaux de construction quel que soit à l'intérieure et l'extérieure qui revient aux plusieurs facteurs climatiques (climat vigoureux) ou bien technique (matériaux, isolation, condensation,...).

➤ **Confort d'été :**



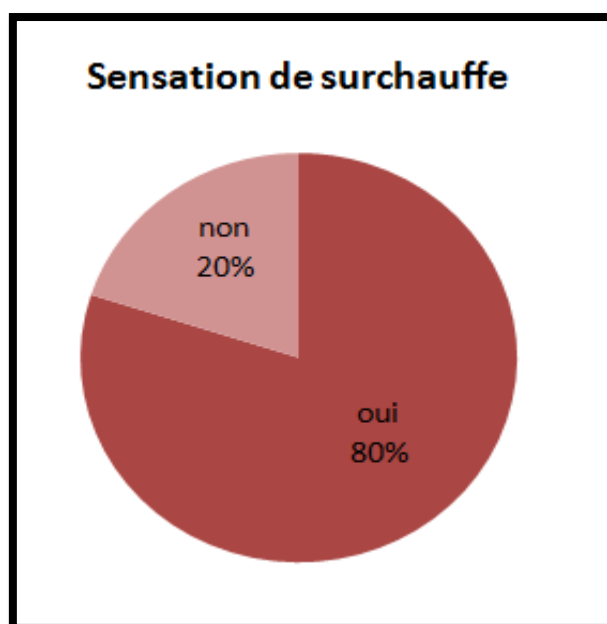
La plus part des occupants dont 65% répondent qui sont insatisfait du confort d'été, qui veut dire ils se sentent le chaud, 20% se sentent très chaud et 15% se sentent confortable.

La mauvaise isolation et le manque de système de climatisation et d'aération quel que soit mécanique ou naturel engendre des surchauffe, et des éblouissements dans l'habitat dans la saison estivale.

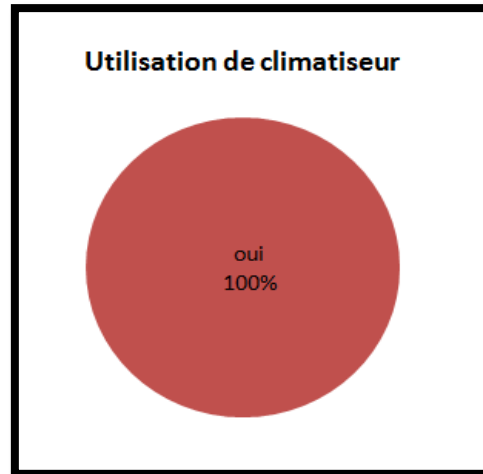


70% des propriétaires de la maison déclarent qu'ils sont exposés au phénomène des parois chaudes, et 30% d'entre eux répondent contrairement au premier cas.

L'exposition des parois chaudes dépend de l'orientation et la mauvaise répartition des pièces dans l'ensemble de l'habitat, ainsi que l'isolation de l'enveloppe et des baies paraissent insuffisantes ou inexistantes sans oublier le problème des ponts thermiques qui participe à son tour avec un pourcentage majeur.

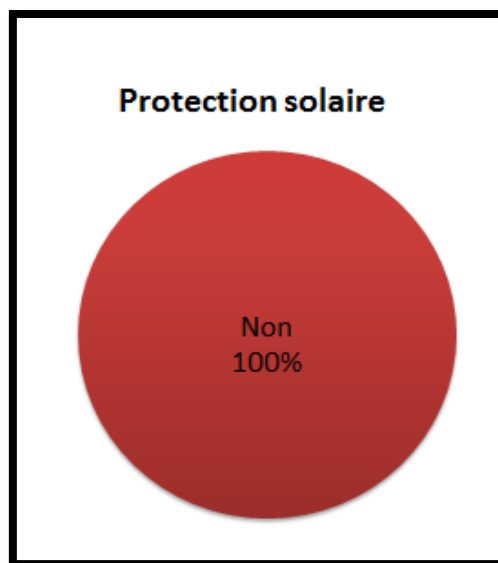


80% des occupants dénoncent la sensation du surchauffe, et 20% négligent la présence de ce phénomène cité auparavant, qui s'explique par plusieurs raisons dont on cite l'insuffisance des gains d'aérations et les éléments extracteurs de chaleur, l'utilisation des matériaux à faible inertie thermique, manque ou absence d'isolation thermique sans oublier l'élément majeur celui des ponts thermiques qui permet l'infiltration des flux de chaleurs chauds avec un rythme constatant et prépondérant.



La totalité des habitants considèrent que la climatisation installée n'est pas performante pour bien accomplir sa tâche et assurer le confort thermique estimé par les occupants à part la pièce où le climatiseur est installé.

La cause qui engendre ce problème revient aux manques des outils de climatisation quel que soit leurs types, et le surchauffe intense existant dans l'ensemble de la maison (on prend en considération les critères climatiques de la région et le taux élevé de l'humidité étouffant 70 à 80%).



Les occupants déclarent l'absence presque complète de la protection solaire à part la façade orientée vers l'Est qui est marqué par la présence d'une protection végétale (présence d'implantation).

5. L'interprétation des données d'enquête et des résultats:

D'après notre enquête et notre visite analytique des lieux dont on fait nos recherches, on a constaté que l'ensemble des occupants ne sont pas satisfait de leur conditions de vie (ce qui concerne le confort) et affirment que les installations techniques existantes n'apportent pas vraiment un avantage au confort par contre ils participent dans l'élévation de la consommation énergétique, on est arrivé(es) à obtenir des résultats quantitatifs et qualitatifs sur l'état actuel de cet habitat:

- ✓ Présence de plusieurs ponts thermique dans les endroits cités dans la phase théorique.
- ✓ La maison est mal isolée d'après les notes prises lors de la visite et les réponses déclarer pas les occupants de cet habitat.
- ✓ L'existence d'une forte consommation d'énergie au niveau de système de chauffage et climatisation provoqué par les effets climatique de la région et l'absence des techniques d'isolation.
- ✓ La présence de la totalité des indices qui démontrent la mal isolation de la maison,
- ✓ L'influence de climat sur la durabilité des matériaux dont la plus part des coins de la maison souffrent de la dégradation et le pourrissement des matériaux.
- ✓ La présence des endroits de condensation et le commencement de l'apparition des moisissures.

Nous avons relevé aussi que la source de l'inconfort, provient de la mal conception de l'habitat (l'orientation, matériaux, isolation,...) celle -ci est la cause directe des déperditions énergétique de cet habitat. Pour cela nous avons jugé judicieusement de renforcer la performance de l'habitat par une bonne isolation et surtout un bon traitement des ponts thermiques par l'adaptation de nouvelles techniques efficaces qui assurent l'évolution du confort thermique et résoudre le problème majeur des ponts thermiques.

6. Amélioration du confort thermique:

6.1. Résolution des ponts thermiques:

Dans un premier temps il nous a fallu une prospection préalable, en étudiant l'ensemble des possibilité (isolation, choix des énergie, limitations des ponts thermiques,...) en prenant en compte les différentes influences qui peuvent causer un impact sur l'habitation dont on est arrivé(es) à proposer une rénovation adéquate avec l'habitat; c'est celle d'amélioration de l'isolation de l'habitation en remédiant le problème des ponts thermiques.

6.1.1. L'isolation extérieure :

L'isolation extérieure (ITE) reste toujours la meilleure façon de traiter les ponts thermiques et de minimiser son impact sur la dégradation des performances techniques de la maison. Cela ne se réalisera, si seulement si elle est absolument continue et elle les prend réellement en compte, en recouvrant toutes les jonctions de parois, les planchers bas,... parce que la présence d'une rupture lors de la mise en œuvre d'un isolant peuvent provoquer un pont thermique.

Dans la partie théorique on a eu chance d'avoir connaître plusieurs types et techniques de résolution des ponts thermiques, quel que soit par l'intérieure ou l'extérieure chaque technique à sa touche spéciale sur l'habitat, dont on a choisi quelques techniques qui optent avec notre cas d'études et répond à notre objectif par la résolution de la plus parts des ponts thermiques.

6.1.1.1. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur terre-plein :

Si on revient aux règles de l'art qui imposent de commencer l'isolation extérieure à 15 cm du sol extérieur, mais cela ne traite pas le pont thermique du plancher bas et c'est la plus grande erreur, qui veut dire on fait appel aux déperditions thermiques.

Alors la solution à conseiller est l'isolation enterrée. Dont les matériaux utilisés seront résistants à la compression et qui ne peut pas pourrir (polystyrène extrudé, mousse de verre, liège, etc.). L'isolation sera enterrée sur une profondeur d'au moins deux fois la largeur du mur, sauf que la profondeur sera mesurée à partir du sol intérieur fini.

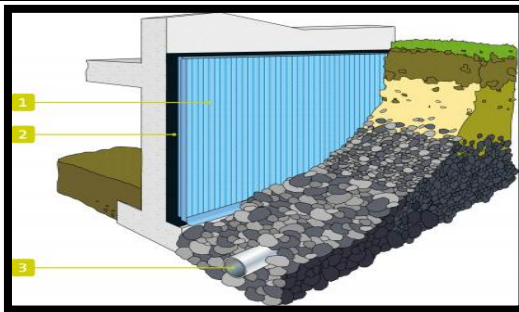


Figure 70 : isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée. Source : Disponible sur:<
<https://www.isover.fr/systemes/applications/solutions/isolation-des-parois-entrees-et-des-fondations-par-l'exterieur>>. (Consulté le 08/02/2017).

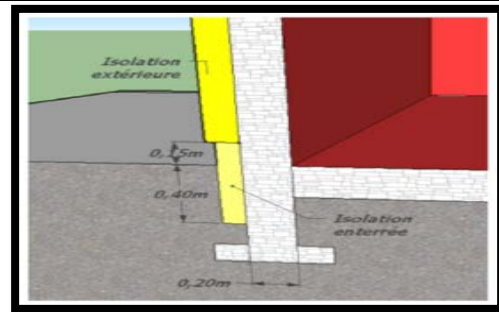


Figure 71 : L'isolation thermique par l'extérieur : isolation enterrée. Source : RénoVACT.

6.1.1.2. Liaison murs extérieurs et plancher bas sur vide sanitaire inaccessible :

Comme tous les cas pour l'isolation enterrée, il est obligatoire de descendre l'ITE en-dessous du niveau de la dalle. Celle-ci sera alors isolée par le dessus (dalle flottante, plancher sur isolant, etc.). Cette solution n'est pas parfaite car le pont thermique existant reste important et avec un impact majeur, dans ce cas l'isolation par l'intérieur des murs et du sol est une solution à envisager, notamment si le bâtiment ne comporte pas de plancher intermédiaire.

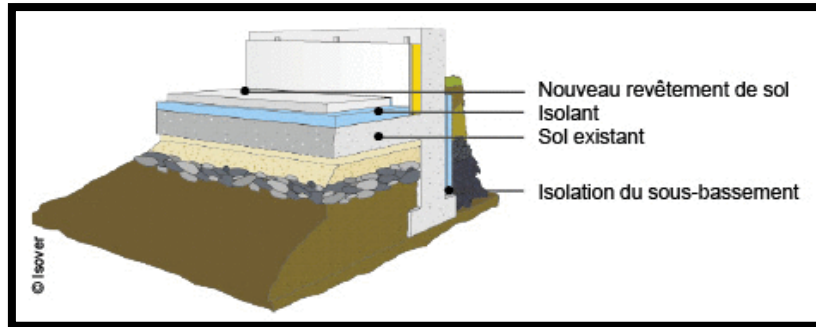


Figure 72 : ITE mur extérieur et plancher sur vide sanitaire. Source : Disponible sur :< <http://www.energissime.fr/particuliers/solutions-techniques/isolation-des-toitures-des-murs-et-des-sols/isolation-plancher-bas-sur-terre-plein-ou-vide-sanitaire-non-accessible/>> (consulté 26/12/2016).

6.1.1.3. Liaison murs extérieurs et balcons :

Ce pont thermique est considéré certainement le plus compliqué à traiter.

Dont on peut toutefois envisager :

- ✓ La suppression du balcon et éventuellement son remplacement par un élément désolidarisé. Cette solution est néanmoins coûteuse et rarement appliquée.
- ✓ Le balcon sera pris entre deux isolants de faible épaisseur. Cette solution présente l'inconvénient majeur de devoir renforcer les seuils des portes ou porte-fenêtre, si ces menuiseries se trouvent au bas du balcon. Touchera à l'esthétique globale dont elle sera impérativement modifiée.

Tellement les concepteurs et les techniciens trouvent des difficultés lors de traitement de ce pont thermique, dans la plus part des cas ils préfèrent le laisser à l'état au lieu de se mêler dans leurs traitements. Il restera donc une zone froide exposée au risque de condensation dans la pièce concernée par le balcon et il devient l'endroit favorable aux ponts thermiques.

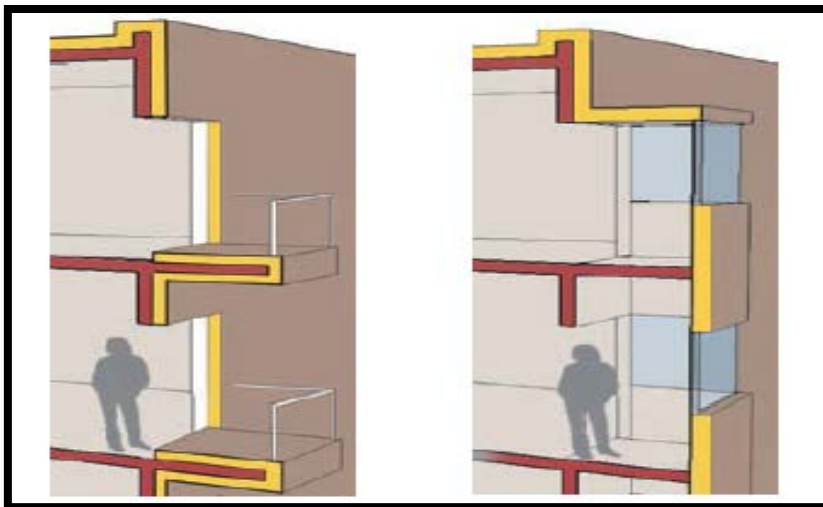


Figure 73 : Des solutions pour isoler les balcons en manchonner ou envelopper. Source : CAUE 78 Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement des Yvelines 56, avenue de Saint-Cloud 78000 Versailles / T 33 (0)1 39 07 14 86 / www.caue78.fr. Guide Habitat, Architecture, énergie fiche N°2. DES SOLUTIONS POUR L'ISOLATION. Edition juin 2014.

6.1.1.4. Liaison murs extérieurs et fenêtres :

Selon le mode de pose choisi, les liaisons fenêtres/murs généreront généralement des ponts thermiques qui reviennent au mal positionnement plus ou moins importants. Donc la solution sera la pose en applique sur le mur extérieur, et le recouvrement de la grande partie possible des dormant avec le retour de l'isolant.

Si les menuiseries ne sont pas changées et se trouvent en tunnel ou en applique au nu intérieur, il faudra prévoir un retour d'isolant au niveau du tableau afin d'assurer la continuité de l'ITE parce que à chaque coupure (non continuité) lors de l'emplacement d'un isolant donne naissance à l'apparition d'un pont thermique qui provoque de suite des anomalies qui empêchent l'isolant d'accomplir son travail.

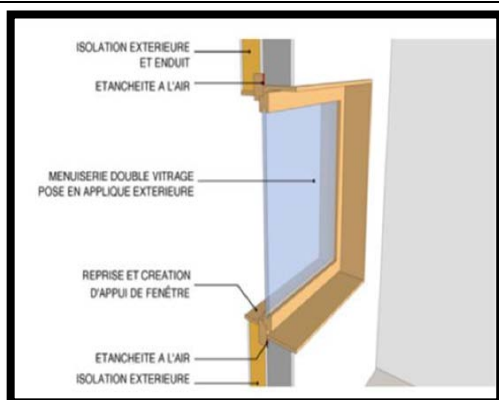


Figure 74 : Fenêtre en applique avec isolation par l'extérieur. Source : RénoVACT.

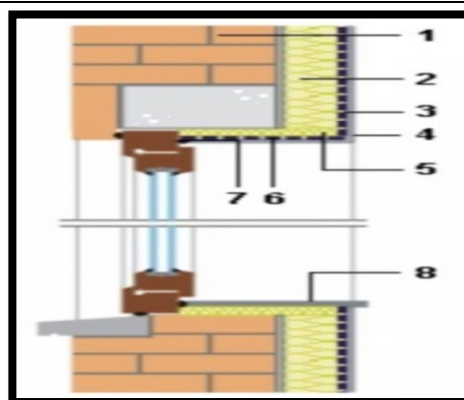


Figure 75 : Fenêtre en applique avec isolation par l'intérieur. Source : Disponible sur : <<http://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/jonction-fenetre-isolant.html?IDC=7024>>(consulté le 08/02/2017).

6.1.1.5. Liaison murs extérieurs et planchers hauts (terrasses) :

L'isolation de l'acrotère est indispensable sur ses trois faces parce que c'est l'un des endroits favorisé par les ponts thermique.

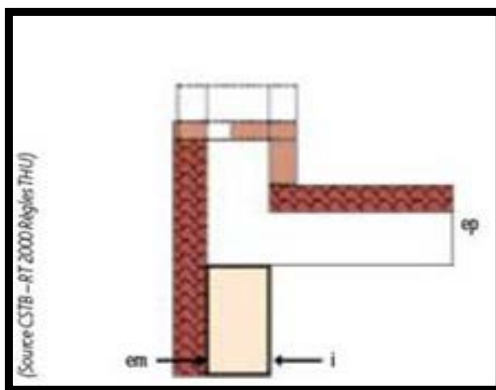


Figure 76 : ITE des murs et terrasses. Source :

Disponible sur : <<http://magat.francois.free.fr/PONTS%20THERMIQUES.html>>(consulté le 08/02/2017).

6.1.1.6. Isolation mixte : intérieure et extérieure :

Dans le cas d'une isolation mixte de certains murs par l'intérieur et d'autres par l'extérieur, on veillera attentivement à traiter les ponts thermiques par un retour d'isolant suffisant.

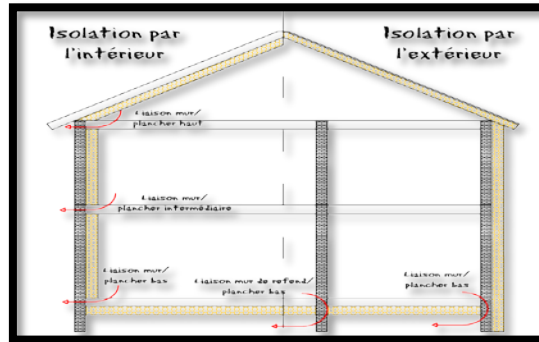


Figure 77 : Isolation mixte. Source : Disponible sur : < <http://conseils-thermiques.org/contenu/isolation.php> > (consulté le 08/02/2017).

6.1.2. Isolation intérieure :

Dans l'idéal, l'isolation intérieure des bâtiments permet d'obtenir une "boîte dans la boîte", qui veut dire que les surfaces des locaux deviennent étroite et la difficulté de la mise en œuvre augmente à cause de la présence de plusieurs décrochements, la présence de différents gains de multiples nombres de réseaux électriques, eau et chauffage.... Donc le risque d'apparitions des ponts thermiques se multiplie car une mauvaise isolation peut engendrer l'apparition des ponts thermiques.

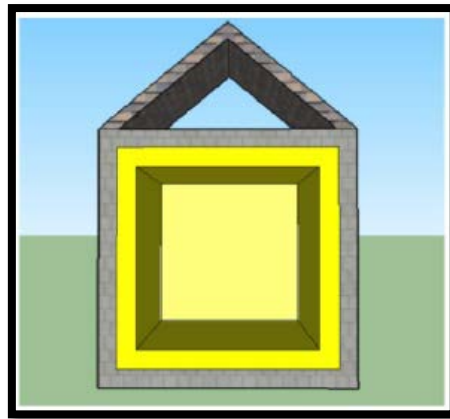


Figure 78 : ITI la boîte dans la boîte. Source : RénoVACT.

6.1.2.1. Liaison murs et plancher haut (terrasses) :

La solution la plus courante pour les terrasses en béton est l'isolation par l'intérieur uniquement et cela pour limiter les chocs thermiques provoqué par les climats vigoureux comme notre cas d'étude. La jonction entre cette isolation et l'isolation intérieure des murs est donc particulièrement faible dans cette configuration. Pourtant, le pont thermique constitué par

l'acrotère est important et la solution proposer pour ce type de problème c'est le retour d'isolation périphérique qui est indispensable.

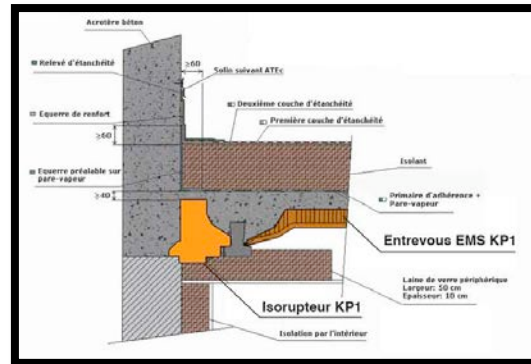


Figure 79 : ITI et terrasse. Source : Disponible sur :< <http://www.kp1.fr/Maison-individuelle/Ma-maison-a-etage-mon-plancher-haut/Toiture-Terrasse-404/>> (Consulté le 08/02/2017)

6.1.2.2.Liaison murs extérieurs et murs de refend :

Les refends traversent l'isolation intérieure selon une direction bidimensionnelle horizontale et verticale:

- ✓ Horizontalement en rejoignant les murs extérieurs.
- ✓ Verticalement à travers le plancher bas jusqu'aux fondations
- ✓ Verticalement à travers le plancher haut jusqu'à la couverture.

Donc un retour des retours d'isolation d'environ 60 cm est obligatoire sur ces murs de refends qui sont dans la plus part des emplacement plus minces que les isolants met sur les mur extérieurs pour assurer une importante suppression des ponts thermiques et assurer un bon isolement.

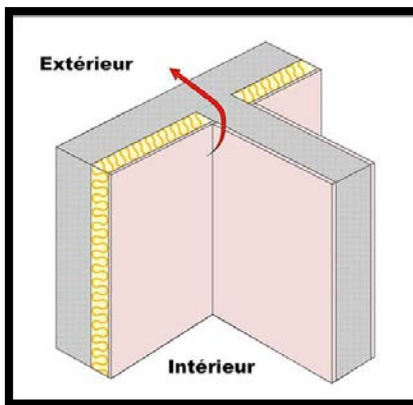


Figure 80 : ITI : isolation d'un mur de refend. Source : Disponible sur :< <http://www.arts-et-crafts.fr/isolant/categorie/facade/>> (Consulté le 10/02/2017)

6.1.2.3.Liaison murs extérieurs et menuiseries :

Si la fenêtre ou la porte est posée "en tunnel" (c'est-à-dire dans l'épaisseur de la maçonnerie), un retour d'isolant dans l'embrasure de la baie est impératif, (soit entre 4 et 6 cm d'isolant très performant). Dans le cas où le changement de fenêtre est envisagé, il faudra

prendre en considération l'espace nécessaire pour ce retour d'isolation tout autour de la nouvelle menuiserie pour résoudre les problèmes provoqués par le mauvais emplacement.

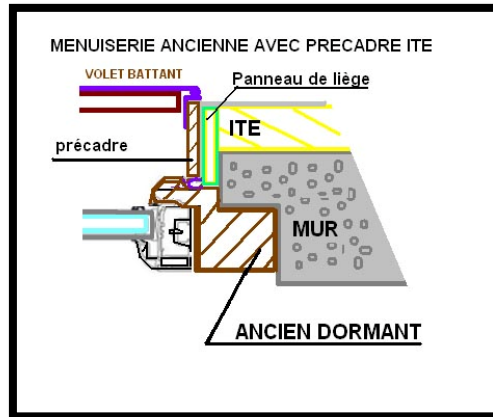


Figure 81 : Isolation thermique par l'extérieur : les solutions menuiseries. Source : Disponible sur : < <http://www.monisolationecologique.com/blog/pose-ite/guide-pose-isolation-exterieure-soi-meme/>> (Consulté le 10/02/2017).

7. Points singuliers :

7.1. Les réseaux :

D'autres ponts thermiques moins bien connus mais très courants sont dus aux défauts d'isolation thermique des différents réseaux dans l'habitat qui donnent présence d'un courant d'air froid aux sorties des différents réseaux qui peuvent ainsi être le signe d'une absence ou d'une mauvaise isolation des gaines ou d'un défaut de réparation de l'isolation thermique au moment de renouvellement des gaines. On remédie ce défaut en utilisant des boîtes d'encastrement isolantes aux principaux points de jonction qui présentent une étanchéité à l'air qui évite les échanges thermiques par les gaines du réseaux.



Figure 82 : Coupure d'isolation pour passage de réseau. Source : RénoVACT.

8. Conclusion

D'après l'analyse de cet habitat, nous avons conclu que celui-ci est un bon exemple de la présence des ponts thermiques, à cause de l'absence de tous types d'isolations, ainsi que l'impact massive du climat vigoureux sur l'ensemble de l'enveloppe, qui à pousser les occupants à une consommation énergivore qui n'obéit à aucune réglementation thermique, afin d'accomplir leurs besoins en confort. Pour cette raison on a jugé de réaliser une rénovation technique dans le but de rendre le respect d'une conception architecturale bien isolée et maîtrisée les déperditions énergétiques par la résolution des ponts thermique, donc consommer moins pour un confort améliorer.

Conclusion générale:

La situation environnementale de notre monde actuel est devenu le sujet le plus fréquentable et traitable dans notre société, il y a pas un moment ou les médiats et les spécialistes du domaine, ne font pas référence aux changements climatiques et environnementale en démontrant au monde entier leur inquiétudes et celle de la population entière sur l'épuisement des ressources naturelles. Dont l'activité humaine est la plus grande cause qui menace l'équilibre des systèmes environnementales, et mettre l'écosystème face à une situation alarmante.

Depuis l'apparition de la notion de développement durable, des programmes et des engagements ont été lancés lors des congrès mondiaux, dans le cadre de préserver l'environnement et confronter cette situation alarmante qui provoque la stabilité des écosystèmes, et baisser la consommation d'énergie fossiles, entre temps, des analyses de durabilité en étaient incluses dans plusieurs travaux, tel que l'énergie, le transport et le bâtiment qui tend le secteur le plus énergivore, et émetteur de gaz à effet de serre avec un pourcentage ambiguë, avec l'apparition de la révolution industrielle et celle technologique qui ont amené des développements touchant la majorité des secteurs, Donc l'être humain a besoin toujours d'être en parallèle avec le développement et essaie d'assurer à son domicile ou habitat une amélioration et un confort qui répond à ces besoins, mais ce habitat doit être aussi performant et efficace en consommant moins d'énergie et réduisant son empreinte environnementale. Par ailleurs l'Algérie à pallier cette situation ambiguë par la mise en place de réglementation thermique afin d'assurer une bonne combinaison, celle d'assurer le confort thermique de l'occupant et minimiser les déperditions énergétiques.

Cette réglementation a permis à ce concept gigantesque en architecture celui de confort, de procurer une qualité pour les ambiances intérieures, dont il répond aux besoins des occupants, par l'amélioration de leur qualité de vie sociale, sans oublier sa participation importante au niveau de la minimisation des dépenses énergétiques donc assurer la participation dans la préservation de l'environnement d'une façon abstraite, en réduisant leurs impacts environnementales comme le gaz à effet de serre par plusieurs méthodes telles que : chauffage, climatisation, éclairage donc la minimisation des déperditions de chaleur d'une façon générale et celle dues aux ponts thermiques d'une façon spécifique. C'est-à-dire assurer une ambiance favorable qui répond aux besoins des occupants sans toucher à l'âme environnementale, et réduire la facture énergétique ; donc assurer un bon confort à moins de coûts.

Tout cela par la prise en compte des différentes stratégies de l'isolation thermique dans une conception. Qui veut dire, il a donné une place fascinante pour l'environnement et le rendre comme un symbole capital.

Mais malheureusement en Algérie, cette prise de conscience n'a pas été réussie, à cause de plusieurs phénomènes économiques, politiques, sociaux et même gestionnaires, dont on trouve une négligence remarquable par les concepteurs dans ce qui concerne l'utilisation des techniques d'isolations dans leurs constructions ou ils ont orienté leur centre d'intérêt sur les études de stabilité sismographique.

Ce mémoire de fin d'études portant sur la possibilité de désorienter le centre d'intérêt de la stabilité sismographique vers un autre volet c'est celui du confort thermique (se focaliser sur

la rénovation et intégration des techniques d'isolation dans des habitats individuels en Algérie), qui est un volet bidimensionnel, il travaille aux intérêts de la population d'une part et l'environnement d'autre part

Nous avons pu formuler une posture principale à savoir que, l'habitat rénové doit assuré un rééquilibrage de nos besoins en matière de confort, et de gestion énergétique, pour cela nous avons tenté de développer des idées et concepts pour assurer une bonne isolation et plus précisément un bon confort par la suppression des ponts thermiques, que nous avons pu retenir à travers des diverses théories et exemples élaborer, puis les appliqué dans notre cas d'étude "habitat individuel", suite à une enquête réalisée qui nous permis de cerner les différentes recommandations liées au confort des occupants, et à la consommation énergétique.

Cette analyse effectuée, à enfin permis de proposer un certain nombre de mesures normalement applicable dans ce type d'habitat se qui concerne la résolution des ponts thermiques, concernant les principaux éléments et les techniques associées à savoir.

Annexes

1. Questionnaire :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Abderrahmane Mira Bejaia
Département d'architecture et d'urbanisme
Option : *Architecture, ville et territoire*

Questionnaire

Ce questionnaire est réalisé dans le cadre d'une analyse d'amélioration de confort thermique, réduction des consommations énergétiques avec les déperditions de chaleur de votre maison. Afin de vous apporter les solutions les plus adaptés, nous avons besoin de votre ressenti sur le confort et l'état de votre maison, alors nous tentons de vous poser une série de questions sur tous les occupants, pour cerner les problèmes causés l'inconfort et les fuites de chaleur.

Q1 : Informations personnelles

Sexe :

Masculin ☐ Féminin ☐

Age :

Enfant ☐ Adulte ☐ Vieille ☐

➤ Confort en hiver :

Q2 : Comment jugez-vous le confort thermique ?

Très froid	<input type="checkbox"/>
Froid	<input type="checkbox"/>
Confortable	<input type="checkbox"/>
Chaud	<input type="checkbox"/>
Très chaud	<input type="checkbox"/>

Q3 : Le système de chauffage apport-t-il suffisamment de confort ?

Oui ☐ Non ☐

Si non dite pourquoi ?

.....

Q4 : Ressentez-vous de mal aise des courants d'air au sein de votre pièce ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est oui d'où provient-il ?

.....

Q5 : Etes-vous exposé(e) au phénomène d'une paroi froide et humidité ou d'une fenêtre froide ?

Oui ☐

Non ☐

Q6 : Ouvrer-vous les fenêtres en hiver ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est oui, pour quelle raison ?

.....

➤ **Confort en été :**

Q7 : Comment jugez-vous le confort thermique en été ?

Très froid	<input type="checkbox"/>
Froid	<input type="checkbox"/>
Confortable	<input type="checkbox"/>
Chaud	<input type="checkbox"/>
Très chaud	<input type="checkbox"/>

Q8 : Les protections solaires de vitrages vous semblent-elles suffisantes ?

Oui ☐

Non ☐

Q9 : Le système de climatisation apport-t-il suffisamment de confort ?

Oui ☐

Non ☐

Si c'est non dite pourquoi ?

.....

Q10 : Etes-vous exposé(e) au phénomène d'une paroi chaude ou de surchauffe ?

Oui ☐

Non ☐

Q11 : Connaissez-vous la consommation énergétique de votre maison?

☐

☐

Oui

Non

Si oui, merci de préciser le coût de votre facture énergétique

.....

Q13 : Dans une habitation, que pensez-vous de l'isolant ? Est-ce qu'il permet

De limiter au maximum l'entrée du froid	
De limiter au maximum les fuites de chaleur	
D'empêcher au maximum les déplacements de la chaleur vers l'extérieur de l'habitation et dans certain cas vers l'intérieur	

Q14 : Est-ce-que une bonne orientation d'une habitation peut permettre de réduire les dépenses du chauffage ?

15% à 30%

☐

5% à 10%

☐

60% à 80%

☐**Q15 :** A votre avis, Pour consommer le moins d'énergie et donc limiter le réchauffement climatique une habitation doit en priorité :

Etre bien isolée	
Avoir un chauffage performant utilisant des énergies renouvelables	
Avoir une bonne orientation bioclimatique	

Q16 : A votre connaissance, sélectionnez parmi les informations suivantes celle qui explique en quoi « Bien isolée une habitation contribue à la protection de l'environnement » ?

L'isolation convenable d'une habitation réduit l'émission de CO2	
L'isolation convenable d'une habitation réduit des dépenses annuelles des ménages	
L'isolation convenable d'une habitation réduit la consommation d'énergie de chauffage	

Merci pour votre collaboration.

2. Fiche technique de l'habitat individuel :

Projet : habitat individuel.

Situation: Taghzout/Daira Haizer/Wilaya Bejaia.

Surface du terrain: 1600 m²

Superficie de l'habitat: 400 m²

CES : 0.25

Nombre de niveau : RDC+0

Maitre d'ouvrage : CHABANE CHAOUCHE
Mohamed.

Maitre d'œuvre : BEN ALIA Houssine.



Façade Nord



Façade principale (Sud)



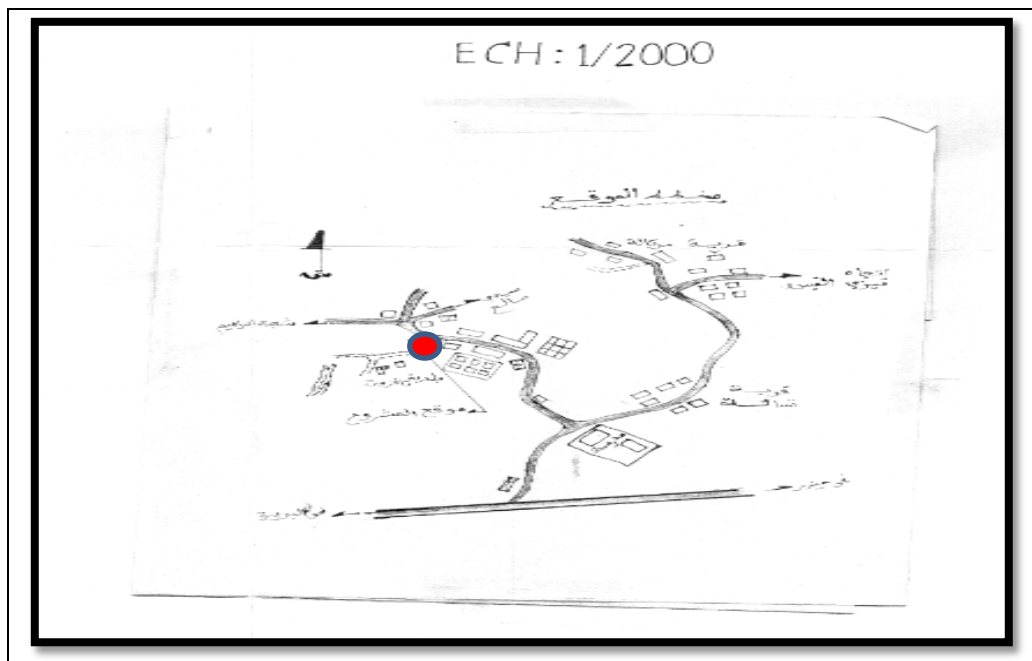
Façade Ouest



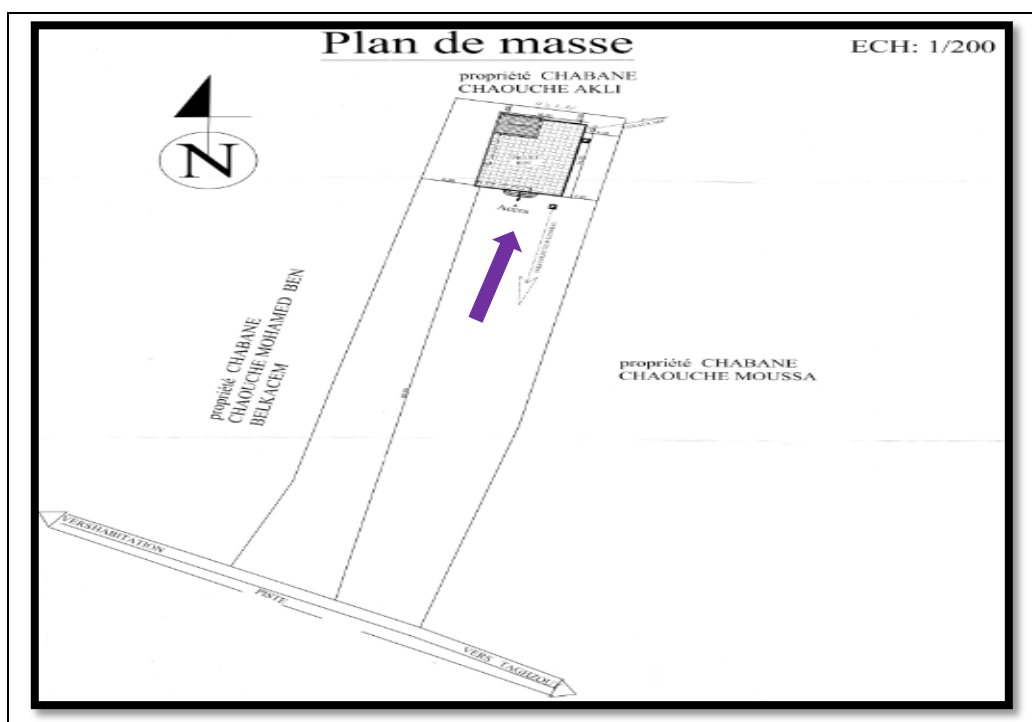
Façade Est

3. Plans de l'habitat individuel :

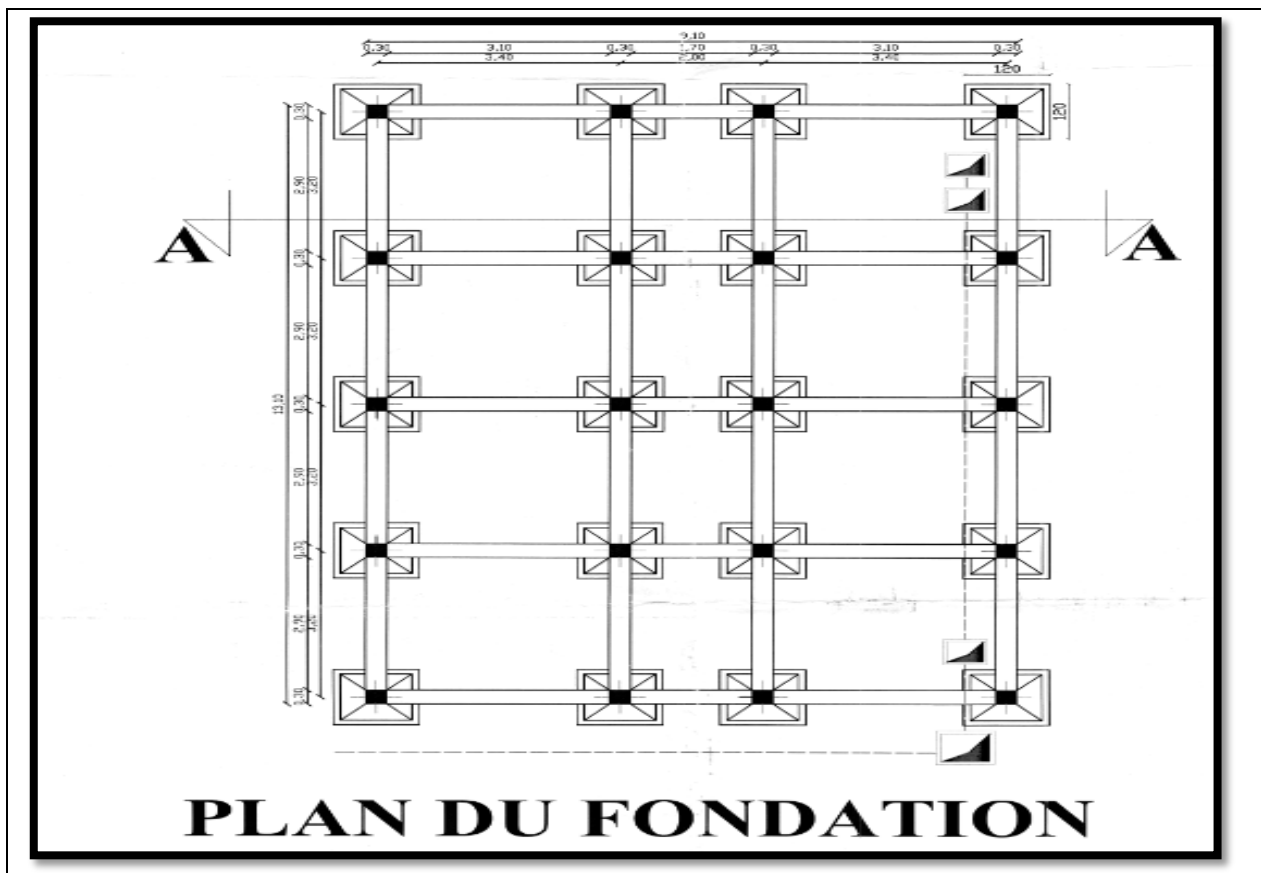
3.1. Plan de situation :



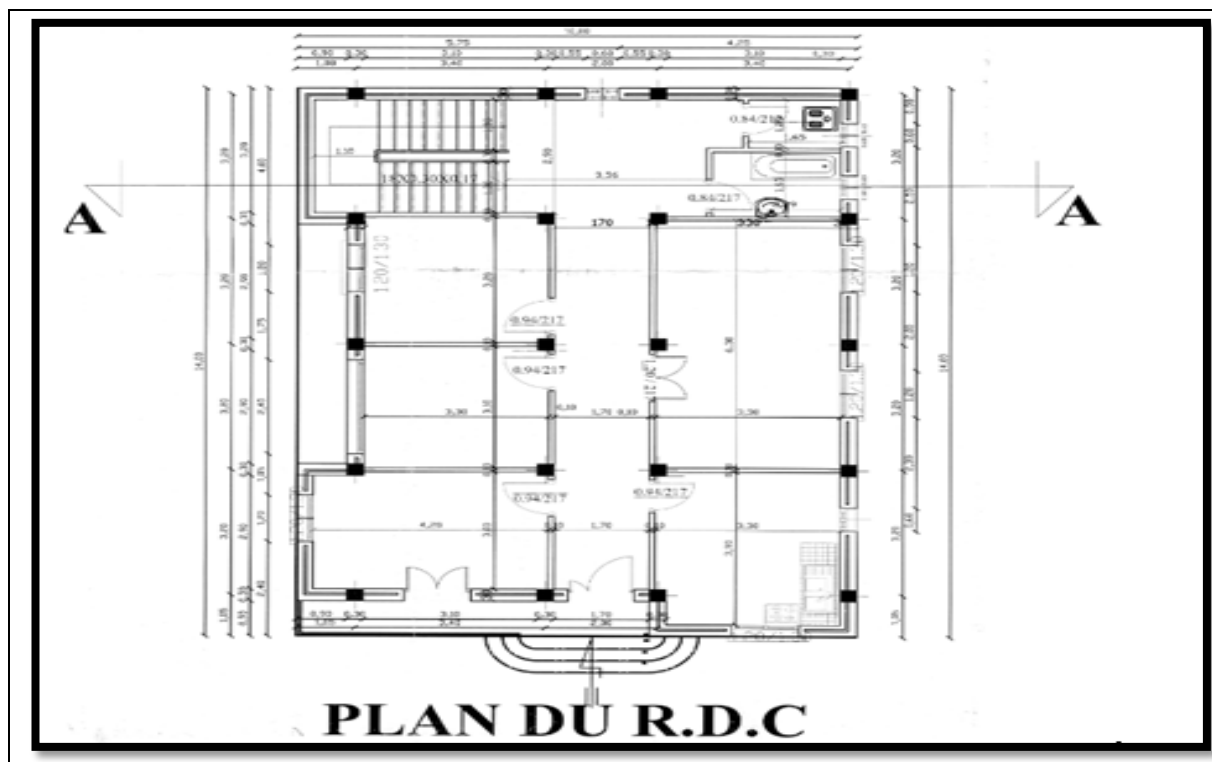
3.2. Plan de masse :



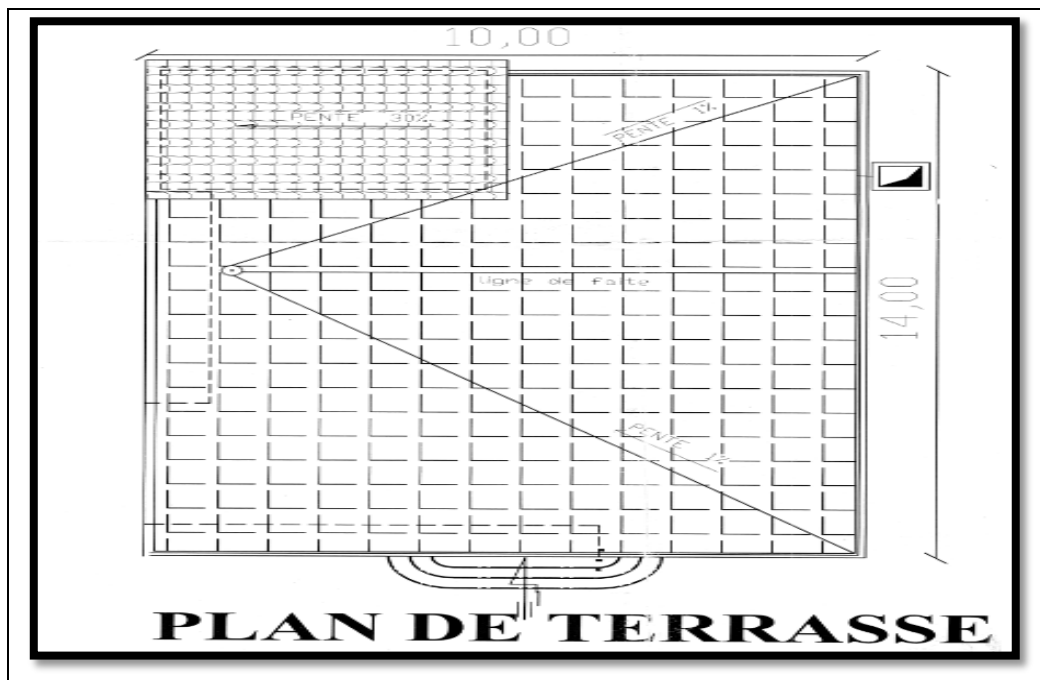
3.3. Plan de fondation :



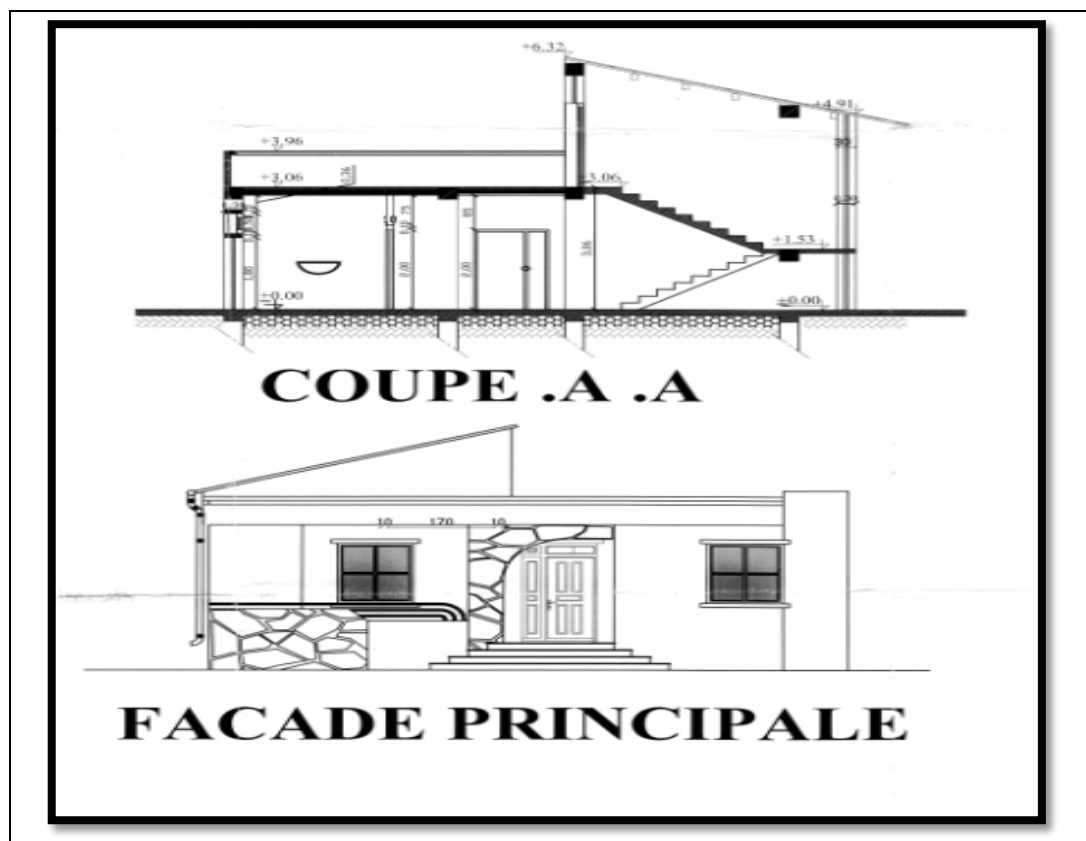
3.4. Plan de RDC :



3.4. Plan de terrasse :



3.5. Plan d'élévation :



4. Bibliographie et références :

4.4. Ouvrage :

ALAIN, Liebard & ANDRE, de herde, André. Architecture et urbanisme bioclimatique, Paris, Le moniteur, 1996 et 2004, 126 p.

AVIOTTI Audrey, Réduire la vulnérabilité de l'habitat individuel face à l'inondation, Elodie Lavoisier, Paris, 2014, 230 p.

C. Long & N. Sayma. « Heat Transfer ». Chris Long, Naser Sayma & Ventus Publishing APS ISBN 978-87-7681-432-8. 2009.

Construire avec les bétons, Edition du moniteur, Paris 2000. « 05APPROCHE TECHNIQUE. Centre Culturelle ». 75 p.

JEAN, Desmons, Aide-mémoire génie climatique, Paris, éd, Dunod, 2009, page39

¹J.L.Barras « Cours de Physique ». Collège du Sud, Bulle. Avril 2001.

L_Izard. « Architecture d'été construire : pour le confort d'été », Edition Edisud, 1994, 141 p.

SALEM, Ferakh, les ponts thermiques dans le bâtiment, Nancy (France), ed.CSTB, 2006,16 p.

Thellier, Françoise « L'homme et son l'environnement thermique-Modélisation ». Université de Paul Sabatier de Toulouse, 1999, 65 p.

T. Salmon et S. Bedel « La maison des [méga] Watts, Le guide malin de l'énergie chez soi ». Ed. Terre Vivante. Mens 2004. 25 p.

4.5. Périodique

BELAKEHAL, Azzedine. Confort et maitrise des ambiances. [En ligne]. Biskra : Département d'architecture, université de BISKRA 2^{ème} année, cours, 2012, 06p, Disponible sur : http://www.univ_Biskra.dz/BELAKEHAL/cours%20S2-6.pdf

BENZAOUI Amel, Le processus de création d'un habitat individuel de qualité cas de la ville d'Ain Beida, Université Badji Mokhtar Annaba, 2013.

M^r Lemdani-EPAU. « La structure portante verticale. Les poteaux ». Disponible sur : <: <http://constructionepau.wifeo.com/documents/La-structure-portante-verticale-les-poteaux.pdf>> (Consulté le 20/12/2016).

Jacques Daliphard, Bouygues Bâtiment, 1, avenue Eugène Freyssinet, 78065 Saint Quentin en Yvelines, Acoustique & Techniques n°24. "Réglementation thermique 2000". « Les évolutions de la réglementation thermique entre 1988 et 2000 ».

H. Bureau. « Améliorez le confort de votre maison, l'isolation thermique. Habitat individuel ». ADEME. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Mars 2008. 1 p.

HERAOU Abdelkrim, Evolution des politiques de l'habitat en Algérie le L.S.P comme solution à a crise chronique du logement : cas d'étude la ville de chelghoum laid, Université Ferhat Abbas Sétif.

Huger Boivin « la ventilation naturelle Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale », Mémoire de maîtrise, Université Laval Québec, 2007, 115 p.

EXACOMPARE.fr comparez, choisissez et économisez. Disponible sur : < <http://blog.exacompare.fr/performance-energetique/types-ponts-thermiques/>> (Consulté le 25/12/2016).

OMARI Assia, L'approche ontologique du concept de « l'habiter » et le processus de production de cas de programmes de logements collectifs à Sétif, Université Ferhat Abbas Sétif, 2012.

Chapitre 1 : Les murs. Disponible sur : <: <http://www.univ-chlef.dz/fgca/LES%20MURS-2014.pdf>> (Consulté le 21/12/2016).

MOBAT_SB_systèmes_ constructifs. 2007-2008. 2 p. RénoVACT. Guide des bonnes pratiques pour la rénovation énergétique des logements. Création : www.KIDACOM.com/0770479506. « Traitement des ponts thermiques ». 2 p.

Construire avec les bétons, Edition du moniteur, Paris 2000. « 05APPROCHE TECHNIQUE. Centre Culturelle ».76-77 p.

République Algérienne Démocratique et Populaire. Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. Centre National d'Études et Recherches Intégrées du Bâtiment. Euromed Green Building, Lisbonne 13 et 14 mai 2010. Réglementation thermique et performance énergétique du bâtiment.

Suzel Balez. (& Vincent Rigassi). Introduction aux technologies de construction & à l'architecture.

4.6.Mémoire et thèse :

ROUIDI Tarik, Magister, Les pratiques sociales et leur impact sur l'espace de l'habitat individuel en Algérie : cas d'étude lotissement Bouremel 4 Jijel, Université Mentouri Constantine, 2011.

Domotique et confort un état des lieux, mémoire de 3^{ème} cycle, Jean & FAURASTIER, Françoise, 1962.

Esteban Emilio Montenegro Iturra. « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. »Thèse de doctorat Faculté des études supérieures de l'Université Laval. Canada.2011.164 p.

4.7.Site internet :

http://www.echr.coe.int/documents/Anni_Book_appendix_FRA>. PDF GIOVANNI 1978, Evans 1980.

<https://fr.wikipedia.org/>_ (Consulté le 10/12/2016)

<http://lespacedelentredeux.blogspot.com/2009/03/les-contours-de-lhabitat-lenveloppe-dun.html>> (Consulté le 21/12/2016).

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Toit>> (Consulté le 21/12/2016).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Bouira> (Consulté le 28/02/2017).

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Taghzout_\(Bouira\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Taghzout_(Bouira))> (Consulté le 29/02/2017).

Abstract :

The building sector is responsible for 45% of the energy consumption in Algeria, because it always seeks to meet the needs of occupants.

This research paper aims to develop a research approach, balance between architecture and the environment, thermal comfort, minimization of energy in heating and cooling, by renovating an individual habitat and improving its Thermal insulation, which is achieved by eliminating thermal bridges.

Firstly, we mention the interaction between the thermal comfort of the habitat and its environment, and we have identified our work on thermal bridge resolution techniques, which in turn not only impacts the environment (Greenhouse gases, global warming) but they also contribute to the degradation and decay of building materials.

Finally, once the various instruments are determined, we will try to apply the process on a chosen Algerian individual habitat, to make it more comfortable and less energy consuming.

Keywords: comfort, habitat, thermal bridging, degradation, energy, consumption, thermal insulation.