

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik BENYAHIA – Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER ACADEMIQUE

Filière :

ARCHITECTURE

Spécialité :

ARCHITECTURE, HABITAT ET DURABILITE

Présenté par :

Chaima SELLAMA

Houa MESSIBAH

Idhir BOULKARAA

THEME :
LA RENOVATION ENERGETIQUE DANS L'HABITAT COLLECTIF
EN ALGERIE : VERS UNE STRATEGIE D'EFFICACITE.

Soutenu le : 11 /07/2019

Composition du jury :

Mme .N.SMAKDJI.

MCB, université Mohamed Seddik BENYAHYA-Jijel, Présidente du jury.

M. T.BOUTELLIS.

MAA, université Mohamed Seddik BENYAHYA-Jijel, Directeur de mémoire.

M. A.DEBBACHE

MAA, université Mohamed Seddik BENYAHYA-Jijel, Membre du jury.

Remerciement :

Nous remercions le bon Dieu tout puissant de nous avoir orienté vers le chemin du savoir et de l'érudit, de nous avoir donné le courage, la santé et la volonté nécessaire.

Nous remercions notre encadreur **Mr BOUTELLIS Toufik** pour son intérêt permanent porté à notre travail, sa disponibilité, qui nous a été d'une aide précieuse dans l'accomplissement de notre étude. Qu'il trouve ici notre reconnaissance et notre gratitude.

Nous remercions **Mme.N.SMAKDJI** et **M.A.DEBBACHE**. de l'honneur qu'ils nous font en présidant ce jury.

Nous remercions également nos enseignants du département d'architecture de Jijel, nos amis, et tous ceux, qui par leur présence, leur soutien et leur apport, ont participé à l'élaboration de ce travail.

Nous voudrions aussi exprimer notre profonde gratitude à nos familles, pour leur énorme soutien moral et leurs encouragements prodigués pendant toutes ces années.

Dédicace :

En tout premier lieu je remercie Dieu pour toute la puissance, la force, et la patience de pouvoir élaborer terminé et réussite ce travail.

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :

A la mémoire de mon père **Abd Elhamid**, l'homme qui m'a quitté en laissant derrière lui un vide irremplaçable, mais après tout son image restera toujours gravée dans mon cœur.

Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

À la plus belle perle du monde qui ma donner la vie, la tendresse et le courage pour réussir Ma mère **Fadhila**.

À mes très chers frères : **Fouaz, Zakaria, Djaber et Akram**.

À ma très chère sœur **Miada**.

À ma chère grand-mère **Djaghemouma**.

À la chère femme de mon cher frère **Ahlam**.

À mes petits chers petits sœurs et frères **Iftikhar, Ibtihal, Haitham, Mohamed et Aissa**.

À mon fiancé **Mohamed**.

À mes binômes **Chaima et Idhir**.

A tous mes amies, en particulier **Lilia, Asma et Soumia**.

Houa MESSIBAH

Dédicace :

A ma très chère mère Fatima Azahra ;

A mon très cher père Ammar;

A mon frère Kamel;

A mes sœurs Maroua et Rimese;

A mes binômes Haoua et Idir,

A toute ma famille, mes tantes et oncles, cousins et cousines;

A toute personne qui m'a encouragé et aidé au long de mes études

A ceux qui nous aimons et chérissons, leurs places n'est pas ni entre les lignes ni entre les pages.

Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

Chaima SELLAMA

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance :

A mes parents, qui ne cessent de m'encourager et me soutenir tous les jours. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

A tous les membres de ma famille ;

A tous mes collègues et mes chers amis partout ;

Et à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont soutenu pendant ma formation, par leur assistance.

Idhir BOULKAR

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. Problématique	3
2. Hypothèse	4
3. Objectifs de recherche	4
4. Méthodologie d'approche	4
5. Structure de mémoire	5

CHAPITRE1 : la rénovation énergétique

Introduction	7
1. Energétique de bâtiment	7
1.1 Le confort de bâtiment	7
1.2 Modes de transfert de chaleur	8
1.3 La déperdition thermique	10
2. La rénovation énergétique	11
2.1. Qu'est-ce que la rénovation énergétique ?	11
2.2. Les différents niveaux de la rénovation énergétique	12
2.3. Le but de la rénovation d'un logement énergétiquement.....	12
2.4. Les enjeux de la réhabilitation énergétique dans le logement	13
2.4.1. enjeux environnementaux	13
2.4.2. enjeux sociaux	13
2.4.3. enjeux économiques	13
3. La rénovation énergétique et le confort thermique.....	13
3.1. Le confort d'hiver	14
3.2. Le confort d'été	14
4. Les principales solutions techniques de la rénovation énergétique.....	15
4.1. Les parois opaques	16
4.1.1. L'isolation des murs extérieure et leurs avantages et inconvénients	17

4.1.2.	L'isolation des murs intérieure et leurs avantages et inconvénients	18
4.1.3.	L'isolation des murs dans leur épaisseur	19
4.1.4.	L'isolation des toitures	19
4.1.5.1.	L'isolation des charpentes	20
4.1.5.2.	Les toitures terrasse	20
4.1.5.3.	Isolation sur étanchéité « toiture inversée »	20
4.1.5.4.	Isolation sous étanchéité	20
4.1.5.	L'isolation des planchers	20
4.2.1.	Caractéristiques physiques des vitrages	21
4.2.2.	Le double vitrage classique	23
4.2.3.	Le double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR) ou peu émissif:.....	23
4.2.4.	Le triple vitrage	23
5.	les différents types d'isolants thermiques en Algérie.....	24
5.1.	Isolation végétale (Liège)	24
5.2.	Isolation minérale (les laines minérales)	24
5.2.1.	Laine de roche	24
5.2.2.	Laine de verre	24
5.3.	Les isolants synthétiques	25
5.3.1.	Polyuréthane	25
5.3.2.	Polystyrène	25
5.3.3.	Ouate de cellulose	25
5.4.	Autres types d'isolants	26
5.4.1.	Béton de Polystyrène	26
5.4.2.	Béton de perlite	26

Chapitre 2 :l'efficacité énergétique

Introduction	27
--------------------	----

1.	La consommation énergétique en Algérie	27
1.1	la consommation d'électricité	27
1.2	La consommation du gaz naturel	28
2.	Recommandations pour l'économie d'énergie	28
3.	L'efficacité énergétique	29
4.	La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique	29
4.1.6.	Efficacité énergétique « passive »	30
4.1.7.	Efficacité énergétique « active »	30
5.	Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique	30
6.	L'efficacité énergétique et le développement durable	31
7.	Stratégie de maîtrise de l'énergie en Algérie	32
8.	Objectifs de la politique de maîtrise de l'énergie	33
9.	La réglementation thermique	33
9.1.	Le contenu de la réglementation thermique	34
9.2.	La réglementation thermique de l'existant	34
9.3.	Les différents aspects de la réglementation thermique	35
9.3.1.	la performance énergétique	35
9.3.1.1.	Les préceptes d'un bon DPE	36
9.3.1.2.	Les étiquettes Energie.....	36
9.3.2.	Les certificats d'économies d'énergie	37
9.3.3.	L'audit énergétique	37
10.	Adoption d'une réglementation thermique en Algérie	37
10.1.	Position de l'Algérie par rapport à la maîtrise de l'énergie	38
10.2.	Limites de la réglementation thermique	38
10.3.	Politique d'amélioration énergétique en Algérie	39
10.3.1.	Outils réglementaires et opérationnels mis en application en Algérie	39
10.3.2.	Mise en œuvre de la réglementation thermique algérienne	39

10.3.3.	L'Algérie et les émissions de CO2	40
10.4.	Les études dans le secteur du bâtiment	40
10.5.	Caractéristiques énergétiques du secteur habitat	42
10.5.1.	La facture énergétique	42
10.5.2.	Les actions de maîtrise d'énergie dans l'habitat	42
11.	Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments	43
12.	L'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements	44
12.1.	Les équipements	44
12.1.1.	Le système de chauffage	44
12.1.2.	L'eau chaude sanitaire	45
12.1.3.	La climatisation	45
12.1.4.	L'éclairage	45
12.1.5.	La ventilation	46

CHAPITRE3 : SIMULATION THERMIQUE D'UN BATIMENT COLLECTIF AADLA JIJEL.

Introduction	47
1. Présentation de projet logement AADL quartier Assous	48
2. Aperçu sur le climat de la ville de Jijel	49
2.1. La température	49
2.2. L'humidité.....	49
2.3. L'ensoleillement	49
2.4. Le régime des vents	50
2.5. Les précipitations	50
3. Organisation du projet	51
3.1. Analyse des façades	52
3.2. Analyse des plans	52
3.3. Présentation des différents éléments constructifs du logement	53

4.	présentation de la simulation et de la méthodologie d'étude	54
4.1.	Objectif de l'étude	54
4.2.	Période de simulation.....	54
4.3.	Apports internes	55
4.4.	Composition des parois et propriétés des matériaux	55
5.	Analyse architecturale du cas d'étude	56
5.1.	Situation du bâtiment d'étude	56
5.2.	Description du logement	57
6.	La simulation thermique (la rénovation d'un bâtiment)	57
6.1.	Scénario d'occupation et d'utilisation des espaces de l'appartement	57
6.2.	Evaluation de la performance thermique du bâtiment après l'isolation de l'enveloppe avec le polystyrène	58
6.3.	Comparaison de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période hivernale et estivale	60
6.4.	Comparaison des températures extérieur et intérieur à l'étage intermédiaire et dernier étage de la période hivernale et estivale	61
7.	Besoin énergétique	62
8.	Analyse d'éclairage	65
	CONCLUSION	66
	Conclusion générale	68
	Les recommandations	69
	Le logiciel de simulation	73
4.5.	Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques	73
	Bibliographie	73
	Résumé	

Liste des figures :

Figure 1: Consommation mondiale totale des énergies primaires en quadrillions de Btu, 1980- 2035	1
Figure 2: structure de mémoire	6
Figure 3: Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année, sans effet des installations techniques de chauffage ou climatisation	7
Figure 4: Différence de température et transfert de chaleur (.....	8
Figure 5: mode de transfert de chaleur	9
Figure 6: L'évaporation-condensation	10
Figure 7: Pertes d'énergie dans un bâtiment non isolé.....	11
Figure 8: Situation des ponts thermiques	16
Figure 9: La brique alvéolée en terre cuite (à gauche) et le béton cellulaire à (droite). ...	19
Figure 10: Pertes de chaleur d'une maison traditionnelle non isolée à gauche	21
Figure 11: Valeurs du coefficient U pour différents types de vitrages.	22
Figure 12: Evolution des vitrages	22
Figure 13: Importance de la position de la couche basse émissivité	23
Figure 14: Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie. ..	27
Figure 15: Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie... ..	28
Figure 16: La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique	30
Figure 17: Les leviers de l'efficacité énergétique	31
Figure 18: Le dispositif d'ensemble.....	33
Figure 19: Les points de la réglementation thermique.....	35
Figure 20: Etiquette de performance énergétique.	37
Figure 21: Énergie savings.....	41
Figure 22: quartier Assous	
Figure 23: quartier Assous	48
Figure 24 : Plan de masse	48
Figure 25 : courbes de température de l'air de la ville de Jijel,	49
Figure 26 : courbes de l'humidité de la ville de Jijel,	49
Figure 27 : colonnes graphique de l'ensoleillement de la ville de,	50
Figure 28: courbe de régime des vents de la ville de Jijel,	50
Figure 29: courbe de des précipitations de la ville de Jijel analysées	51
Figure 30: L'implantation du projet.....	51

Figure 31: Façade Sud-est.....	52
Figure 32: vue en plan.....	53
Figure 33 : éléments constructifs des murs, (1) intérieur (2) extérieur.....	53
Figure 34 : Schéma de toiture	54
Figure 35 :interface du Logiciel utilisé dans la simulation thermique dynamique du bâtiment.....	73
Figure 36 : la distribution de température annuelle	58
Figure 37: température horaire extérieur et intérieur avec lame d'air dans la période hivernal.....	58
Figure 38 : température horaire extérieur et intérieur avec polystyrène dans la période hivernal.....	58
Figure 39 : la différence de température entre la paroi avec lame d'air et la paroi avec polystyrène dans la période hivernal	59
Figure 40: température horaire extérieur et intérieur de la paroi avec lame d'air dans la période estival	59
Figure 41: température horaire extérieur et intérieur la paroi avec polystyrène dans la période estival	59
Figure 42: différence température entre la paroi avec polystyrène et la paroi d'origine dans la période estivale	60
Figure 43 : Variation horaire de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période hivernal	60
Figure 44: Variation horaire de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période estivale.....	61
Figure 45: différence entre les températures extérieure et Intérieure à l'étage intermédiaire et dernier étage du période hivernale	61
Figure 46 : différence entre les températures extérieure et Intérieure à l'étage intermédiaire et le dernier étage	62
Figure 47: la consommation énergétique du chauffage et du climatiseur en KWh durant l'année	62
Figure 48 : la consommation énergétique du chauffage Climatisation d'un bâtiment standard	63
Figure 49: la consommation énergétique du chauffage et climatisation d'un bâtiment isolée	63

Figure 50: les pertes et les gains énergétiques à travers les parois opaque durant l'année
d'un bâtiment standard et un bâtiment isolée..... 64

Liste des tableaux:

Tableau 1: Les signes d'une mauvaise isolation.	16
Tableau 2: Avantages et inconvénients de l'isolation extérieure.....	18
Tableau 3: Avantages et inconvénients de l'isolation par l'intérieur.....	18
Tableau 4: Efficacité des lampes basse consommation / lampes classiques.....	46
Tableau 5: Les concepts de ventilation dans l'existant.	47
Tableau 6:Caractéristiques géométriques	52
Tableau 7: les surfaces des pièces	53
Tableau 8: les paramètres et modélisation de logiciel de simulation.....	74
Tableau 9: Propriétés thermo physiques des matériaux de construction utilisés.....	56
Tableau 10: périodes de simulation et les logements d'études.	57
Tableau 11: l'analyse d'éclairage naturel et le niveau d'éclairement.	65

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION :

Le réchauffement planétaire, l'augmentation des gaz à effet de serre et l'épuisement des ressources naturelles sont autant d'enjeux actuels qui engagent l'humanité à se sensibiliser, à se mobiliser et à se responsabiliser (reeves, 2003). Un tel engagement consiste inévitablement à réduire, d'une part, la consommation énergétique mondiale et à profiter, d'autre part, des énergies primaires renouvelables, avec pour conséquence une réduction de l'exploitation des énergies fossiles telles le pétrole, le charbon et le gaz naturel. Comme le montre la figure 1, la celle des énergies renouvelables (Bouffard, 2013).

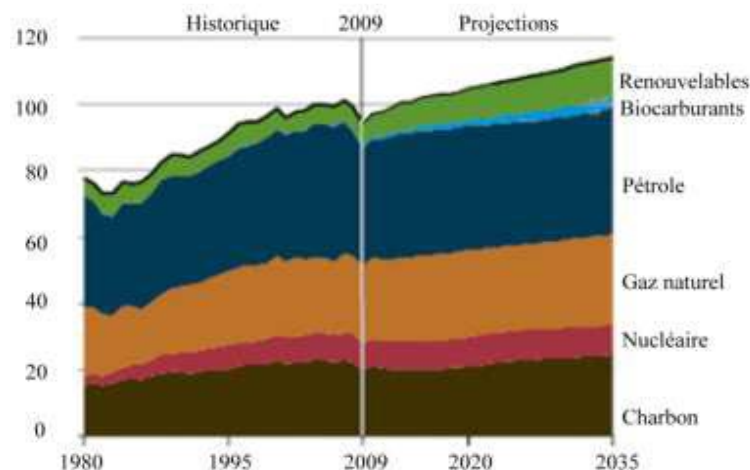


Figure 1: Consommation mondiale totale des énergies primaires en quadrillions de Btu, 1980- 2035 (EIA, 2011)

Le secteur du bâtiment est, parmi les secteurs économiques, le plus gros consommateur en énergie au niveau mondial, et une cible de choix dans la réduction des consommations, vu que la cause de ce résultat est due à la forte demande de logement qui résulte d'une grande augmentation démographique. À l'échelle planétaire, le secteur du bâtiment représente de 30 à 50 % de la consommation totale d'énergie et une forte part des impacts environnementaux d'origine anthropique (Tissot, 2007). De ce fait, il présente un fort potentiel d'amélioration à la fois sur les plans énergétiques et environnementaux. Pour répondre à ces défis énergétiques et environnementaux, plusieurs éléments de solution peuvent être mis en œuvre de manière complémentaire (touil, merghache, 2017).

L'efficacité énergétique des bâtiments fait partie des préoccupations des pouvoirs publics dont le double objectif est de réduire les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. En Europe, en Amérique du Nord, au Japon ou en Nouvelle-Zélande par exemple, il existe des labels, des réglementations ou des programmes qui incitent au développement des bâtiments à haute performance énergétique. En France, le Grenelle de l'environnement a fixé

des objectifs ambitieux : en 2012, la consommation d'énergie primaire des constructions neuves ou des bâtiments qui font l'objet d'une réhabilitation lourde ne devra pas dépasser 50kWh/m²/an, soit environ la moitié de ce que prévoit la réglementation thermique actuelle ; en 2020, il faudra parvenir à construire des bâtiments à énergie positive (**philippe, 2008**).

L'Algérie et depuis l'indépendance, a lancé beaucoup de programme de construction de logements répondant essentiellement à la quantité au détriment de la qualité. des programmes qui ne répondent pas aux exigences climatiques et économiques des régions et comme il n'est jamais trop tard pour bien faire surtout, suite à l'épuisement des ressources naturelles et les enjeux du développement durable, la chute des prix du pétrole et la crise économique qui s'installe et enfin la consommation d'énergie en Algérie en augmentation croissante.

Le conseil des ministres algérien vient d'adopter un nouveau programme national d'efficacité énergétique. A horizon 2030, ce programme devrait permettre à l'Algérie d'économiser 63 millions de tonnes équivalent pétrole (Tep), représentant un gain financier de 42 milliards de dollars. Ce programme, qui est lancé en 2016, se déploie autour des secteurs de l'industrie, du transport et de l'habitat. Dans le secteur du bâtiment, le programme prévoit l'isolation thermique de 100.000 logements annuellement, avec un engagement financier de l'état qui prendra en charge 80% des surcoûts liés à cette opération (**Imessad, 2017**).

La loi sur la maîtrise de l'énergie devait déjà entrer en application dès la promulgation du décret exécutif afin d'améliorer les conditions de confort dans les bâtiments et donc aboutir à une économie d'énergie , en particulier ces dernières années ou plus de 1873605 logements ont été programmés .Toutes fois , pour la réussite de la politique algérienne en matière de maîtrise d'énergie , la motivation par l'efficacité économique reste le meilleur moyen en termes de surcout , dans l'immédiat ou à court terme. Des programme sont à promouvoir et à encourager à l'image du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) (2006-2010) élaboré par l'agence national pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie(APRUE),la haute performance énergétique(HPE)expérimentée à travers le projet du logement social (2007-2010), ou le nombre d'opérations programmées était de 600 logements collectifs dont les économies d'énergie s'étalent sur 15 ans avec 33400000 KWh pour l'énergie électrique et 26000000KWh fioul/gaz. D'autres projets ont vu le jour à l'instar du projet de rénovation thermique dans l'habitat existant entre (2007/2010) .Une opération concernait 100 logements collectifs ; avec des économies d'énergie projetée sur 15 ans de l'ordre de 5000000 KWh pour l'énergie électrique et 3800000KWh fioul/gaz (**Ait said, 2006**) et depuis l'envergure des projets prend de l'ampleur à travers le programme quinquennal ou un programme de construction de

3000 logements neufs, efficaces en énergie et 4000 logements existants à réhabiliter thermiquement, est proposé et est actuellement en cours de validation (APRUE, 2011).

1. Problématique :

Les émissions de gaz à effet de serre(GES) sont notamment produits par la consommation des énergies fossiles : pétrole, charbon, gaz naturel dans les secteurs d'habitat.

Le travail actuel a pour objectif d'explorer à travers un exemple de logement, les possibilités de rénovation énergétique et leur incidences sur la consommation d'électricité et de gaz.

En Algérie, le secteur résidentiel se trouve parmi les secteurs les plus énergivores, avec une consommation de 46% de l'énergie finale et de 28% (CDER,2014)¹ de l'énergie primaire, niveau de consommation de ce secteur, constitue l'un des soucis majeurs, et exprime le modèle de consommation énergétique Algérien en consommation moins l'efficacité énergétique.

Cette étude pour la démarche de réduction des consommations d'énergie dans le secteur de l'habitat. le secteur résidentiel existant en Algérie est aujourd'hui l'un des premiers postes de consommation énergétique et l'un des principaux responsables des émissions de gaz à effet de serre, et comme partout ailleurs, la question concernant la réduction de la consommation d'énergie est d'actualité dans notre pays, lequel par une négligence des paramètres climatiques lors des différentes conceptions, se trouve confronté crucialement au problème de l'augmentation de la consommation énergétique, en particulier en été pour la climatisation et en hiver pour le chauffage.

La plupart des logements construits aujourd'hui en Algérie sont relativement non isolés, ce qui signifie que ces bâtiments ont de fortes déperditions thermiques et de ce fait consomment beaucoup plus d'énergie, et l'efficacité énergétique n'est toujours pas appliquée dans la production des bâtiments. De plus, ceux-ci sont chauffés grâce à des énergies fossiles, donc fortement pourvoyeurs de gaz à effet de serre responsable en partie des changements climatiques. L'élévation globale des températures et la forte consommation énergétique nécessitent l'élaboration des concepts à forte efficacité énergétique qui seront appliqués aux bâtiments. L'isolation thermique est complexe et très diversifiée. Selon les matériaux utilisés et les pièces à isoler, l'économie résultant de l'isolation thermique est très variables.

De ce fait, les questions que l'on se pose sont les suivantes :

¹ CDER : centre de développement des énergies renouvelables.

- ✓ Sur le plan pratique, de quelle manière la rénovation énergétique peut-elle contribuer à l'efficacité énergétique ?
- ✓ De quel ordre, peut-elle faire baisser la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation?

2. Hypothèse :

Pour mieux cerner notre problématique on émet l'hypothèse suivante :

La rénovation énergétique des logements existants peut contribuer positivement à l'efficacité énergétique et aide à la diminution de l'impact écologique de l'habitat sur son environnement, en assurant la réduction de la consommation d'énergie et en améliorant le confort thermique intérieur.

3. Objectifs de recherche :

Notre travail convoitera les objectifs suivants :

- Identifier les principales solutions techniques pour une meilleure gestion des consommations énergétiques comme alternative à la double murette largement utilisée.
- Tester et mettre en œuvre une stratégie de rénovation énergétique du logement existant.
- Démontrer l'importance d'une opération de rénovation énergétique d'un logement à l'échelle locale pour l'étendre à l'échelle régionale et l'échelle nationale.
- Contraintes et limites de recherche : nous voulions faire un travail de simulation complète sur deux logements (dans l'étage courant et le dernier étage) et vu que le temps un parti est trop court et vu les difficultés liées au logiciel de simulation (License d'exploitation périmée), on a procédé à une analyse partielle dans les logements ce qui peut faussent dans certains cas les résultats globaux.

4. Méthodologie d'approche :

Ce travail de recherche s'inscrit dans le cadre des efforts menés sur la maîtrise énergétique et la réduction de la consommation de l'électricité et du gaz dans le bâtiment tout en assurant une qualité des ambiances intérieures satisfaisantes. Il s'articule autour de deux volets :

- Le premier, étant théorique documentaire pour expliciter les concepts nécessaires et une meilleure compréhension du comportement énergétique du bâtiment.
-

- La deuxième, pratique, et basé sur la modélisation et la simulation. Il portera donc sur l'étude d'un bâtiment d'habitat collectif à Jijel et l'utilisation du logiciel de modélisation thermique dynamique ECOTECT.

5. Structure de mémoire :

Notre travail est structuré avant tout en une introduction générale dans laquelle on a essayé de poser une problématique et mettre les hypothèses explicites, définir les objectifs rattachés a cette problématique et trois chapitres complémentaires :

-Le premier chapitre relatif a la rénovation énergétique. expose les enjeux de la rénovation énergétique dans le bâtiment, et l'importance du confort de l'utilisateur (confort thermique).

-Le deuxième chapitre, concerne l'efficacité énergétique et la consommation d'énergie dans le bâtiment en plus de la réglementation thermique algérienne et sa mise en application dans le bâtiment.

-le dernier chapitre, consacre la simulation thermique d'un bâtiment (étude de cas d'un bâtiment collectif AADL a Jijel) selon diverses scénarios et étale les résultats de la simulation.

-Et enfin une conclusion générale et quelques recommandations qui dessinent les contours d'une stratégie de rénovation a des fins d'efficacité énergétique.

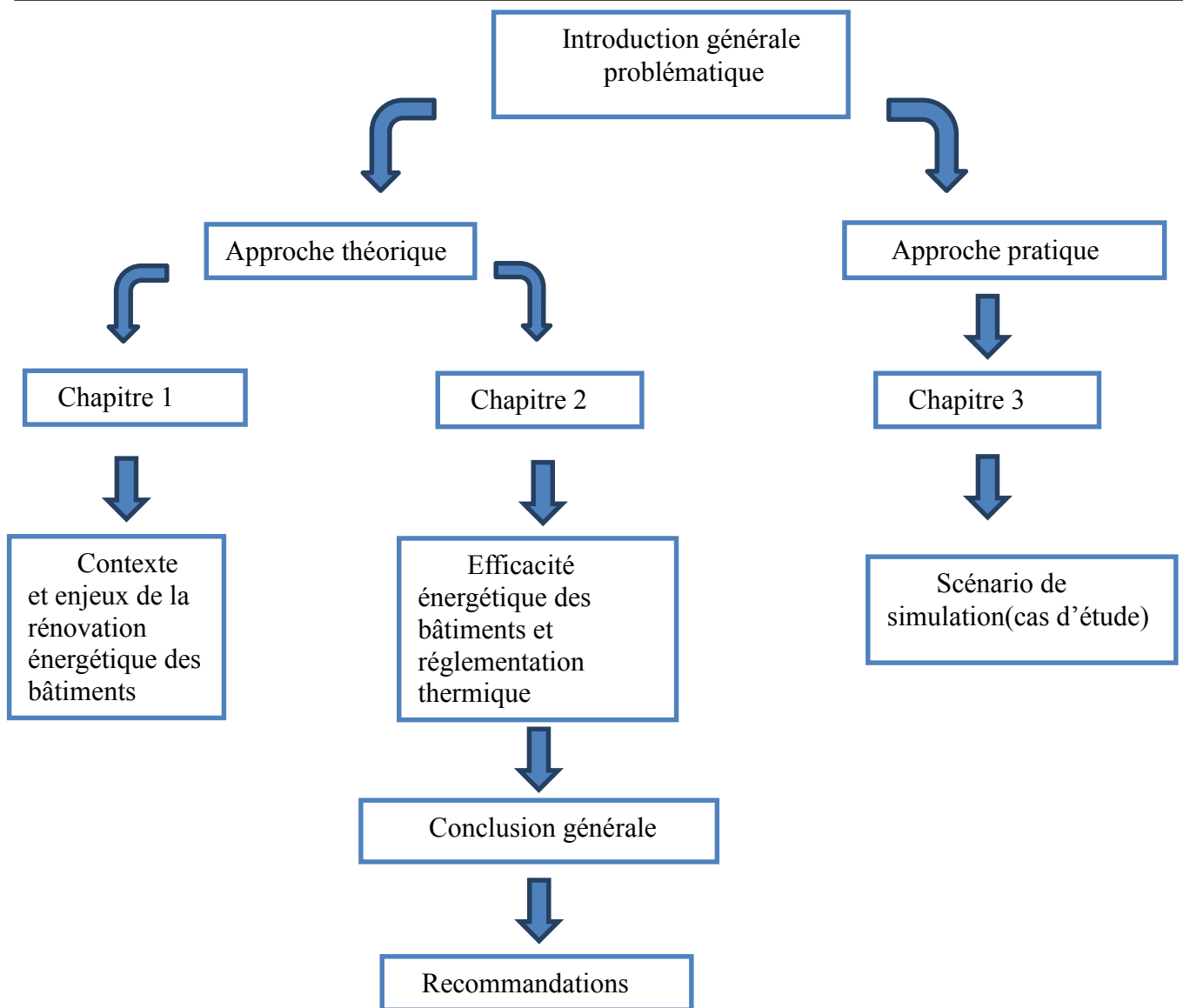


Figure 2: structure de mémoire

CHAPITRE1 : LA RENOVATION ENERGETIQUE.

Introduction :

Depuis plus de vingt ans, des concepteurs, architectes et ingénieurs tentent de convaincre leurs partenaires, leurs maîtres d'ouvrages et les collectivités locales de l'urgence de réfléchir sur leurs pratiques, leurs méthodes et leurs propositions en vue de minimiser les impacts des constructions sur l'environnement. Aujourd'hui l'enjeu est crucial. Il est technique, bien sûr, mais aussi surtout, social, économique et environnemental. Il remet en question des comportements, des modes de vie, des modes relationnels.

Le bâtiment est le premier secteur consommateur d'énergie et le deuxième émetteur de gaz à effet de serre d'origine énergétique après le transport. C'est donc le secteur qui peut offrir des possibilités importantes en matière de réduction de la demande énergétique. C'est ainsi qu'une mesure telle que la rénovation énergétique des bâtiments s'impose pour avancer dans le domaine de la maîtrise de l'énergie.

Nous expliquons dans ce chapitre le contexte de la rénovation énergétique des bâtiments existants. En premier lieu, nous définissons la rénovation énergétique ensuite nous faisons l'inventaire des différents procédés existants et les problèmes liés à leur application.

1. Energétique de bâtiment :

1.1 Le confort de bâtiment :

Si un bâtiment est bien conçu et construit, il peut fournir un confort nettement supérieur (courbe de la Figure n 3). Un tel bâtiment ne surchauffe pas ou peu en été et profite des gains solaires pendant les périodes froides, pour raccourcir la saison réchauffage (**Morel, Gnansounou, 2008**).

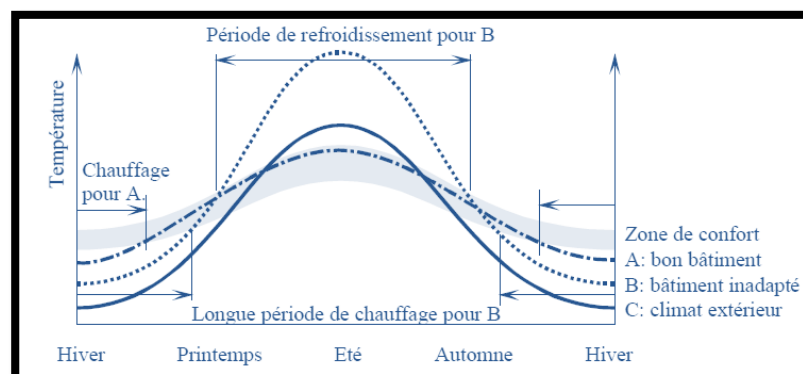


Figure 3: Évolution des températures dans des bâtiments au cours de l'année, sans effet des installations techniques de chauffage ou climatisation (Morel et Gnansounou ,2008).

La bande grisée représente les exigences de confort. C représente la température extérieure, A un bâtiment bien conçu et B un bâtiment inadapté à son climat.

Un bâtiment inadapté à son climat, a tendance à surchauffer en saison chaude et à être glacial en saison froide. Ces bâtiments consomment de grandes quantités d'énergie pour assurer un confort acceptable.

1.2 Modes de transfert de chaleur :

La chaleur a toujours tendance, en hiver, à se déplacer des espaces de vie chauffés vers l'extérieur de la maison et vers des espaces mitoyens non chauffés, tels que les greniers, les garages ou les sous-sols (tout espace dont la température est plus basse). En été au contraire, la chaleur se dirige de l'extérieur vers l'intérieur de la maison (figure n4). Pour maintenir un certain niveau de confort, la perte de chaleur en hiver doit être compensée par un système de chauffage, tandis que la chaleur accumulée en été doit être évacuée par un système de climatisation. Une grande quantité d'énergie est ainsi gaspillée dans la majorité des bâtiments.

Les systèmes de chauffage fonctionnent généralement au gaz naturel ou à l'électricité, et la plupart des systèmes de climatisation fonctionnent à l'électricité. La demande de chauffage des bâtiments d'habitation durant les périodes froides est ce qui consomme le plus d'énergie. Si l'on réduit la demande de chauffage grâce à une meilleure isolation, à la récupération de chaleur, à l'installation de vitrages performants, à l'utilisation d'énergie solaire passive et à d'autres mesures, le système de chauffage peut être petit à petit simplifié, et non seulement les besoins en énergie pour chauffer les bâtiments en sont alors réduits, mais la facture de chauffage et les émissions de CO₂ également. (Beltran, Kochova, Pugliese, & Sopoliga, 2010).

La chaleur passe naturellement des zones chaudes aux zones froides, en utilisant essentiellement quatre modes de transport : (Morel, Gnansounou, 2008).

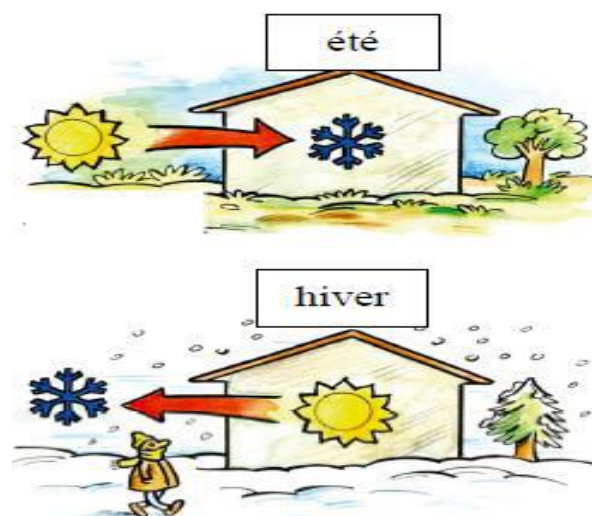


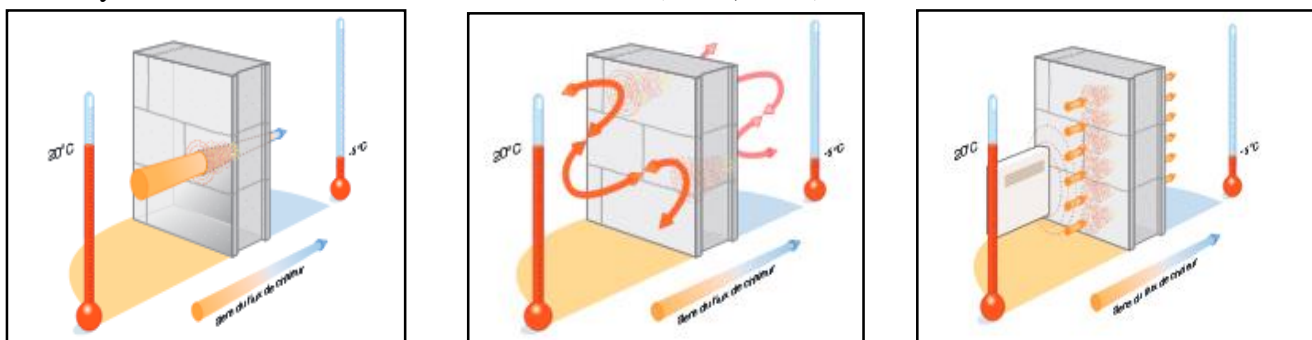
Figure 4: Différence de température et transfert de chaleur (Morel et Gnansounou, 2008).

1.2.1. La conduction : Transmission de température selon la loi de Fourier, entre deux régions d'un même milieu en contact, sans déplacement de matière. C'est l'agitation thermique qui se transmet de proche en proche, comme une onde ; une molécule ou un atome, cède une partie de son énergie cinétique à son voisin, et la vibration de l'atome se ralentit au profit de la vibration de voisin.

(C'est ainsi que le poignée de la casserole en aluminium devient presque aussi chaude que le fond) (**Haut, 2007**).

1.2.2. La convection : La chaleur est transportée, ou conduite selon la loi de Newton, par un fluide de type liquide ou gazeux. Le chauffage par radiateur ou par le sol relève de ce principe. La couche d'air en contact avec la source de chaleur, du fait de la dilatation thermique, plus légère (relativement) et engendre une circulation d'air dans la maison. Il existe des systèmes de convection naturelle ou forcée (**Haut, 2007**).

1.2.3. Le rayonnement : La chaleur est irradiée par un transfert d'énergie sous forme d'ondes ou de particules selon la loi de Stephan Boltzman, qui peut se produire de façon électromagnétique (infrarouge) ou par désintégration (radioactivité). Le meilleur exemple est le rayonnement solaire notamment vers la terre (**Haut, 2007**).



(1) conduction

(2) convection

(3) rayonnement

Figure 5: mode de transfert de chaleur

www.isover.fr/guides/lisolation-thermique

1.2.4 L'évaporation-condensation : La chaleur cédée à un matériau pour l'évaporer est restituée à la surface sur laquelle la vapeur se condense au niveau du bâtiment.

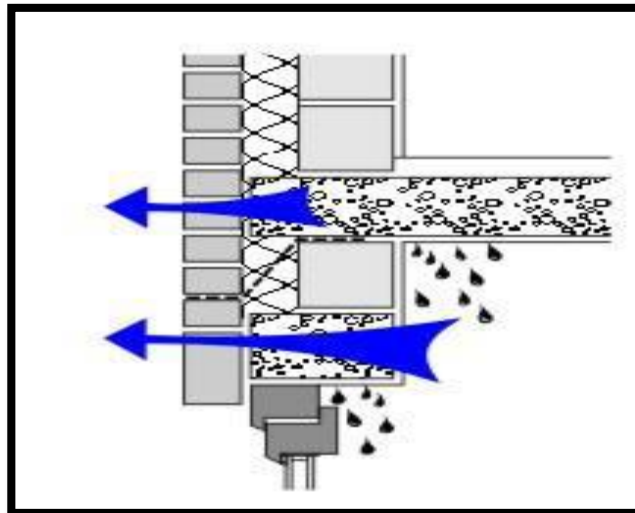


Figure 6: L'évaporation-condensation (Source : www.isover.fr/guides/lisolation-thermique)

Ce dernier phénomène implique une migration combinée de chaleur et d'eau. Il peut être la source de problèmes d'humidité (moisissures, gel, dégâts) rencontrés dans des bâtiments (**Haut, 2007**).

1.3 La déperdition thermique :

Les déperditions représentent la quantité d'énergie qu'il est nécessaire de la mettre en œuvre pour chauffer une pièce, un bâtiment.

Les pertes d'énergie d'un bâtiment sont en majorité dues à une enveloppe inadaptée. L'enveloppe comprend les murs, les sols, le toit, les portes et les fenêtres. La figure ci-après nous montre d'où provient généralement le transfert de chaleur, à savoir des murs extérieurs et des espaces mitoyens non-chauffés.

Des majorations doivent être appliquées aux déperditions. Ces majorations sont dues :

A l'orientation : les parois orientées vers le nord ou vers l'est sont soumises à des déperditions plus importantes.

Aux vents : les parois exposées aux vents sont soumises à des déperditions plus importantes.

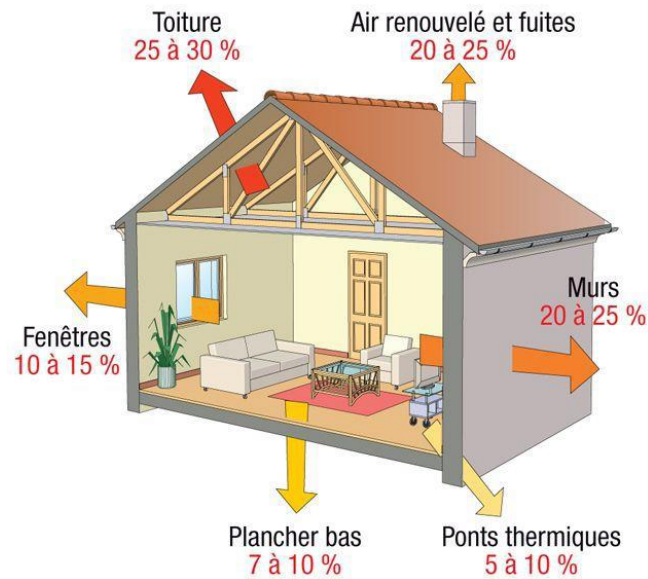


Figure 7: Pertes d'énergie dans un bâtiment non isolé- (Ademe)

L'impact des ponts thermiques sur les déperditions thermiques globales du logement sera fonction de leur nombre et de leur importance (matériaux, longueur et épaisseur). Les ponts thermiques sont les déperditions provoquées par des liaisons d'éléments constructifs entre eux (dalle, mur, menuiserie, poutres...). Ces pertes de chaleur (ou de fraîcheur en été) s'ajoutent aux déperditions dites surfaciques (Thierry, 2012).

2. La rénovation énergétique :

2.1. Qu'est-ce que la rénovation énergétique ?

Un grand nombre d'immeubles sont de forts consommateurs d'énergie. En outre, la plupart d'entre eux auraient besoin d'être rénovés, notamment parce qu'il s'agit de constructions anciennes. Un peu partout dans le monde, des travaux globaux de rénovation sont en cours pour améliorer les conditions de vie dans un grand nombre d'immeubles et contribuent ainsi à rendre les villes plus agréables. C'est donc le moment idéal pour intégrer les facteurs d'énergie, de confort et d'environnement dans le processus de rénovation. Les possibilités d'économies d'énergie sont assez conséquentes et le processus de rénovation peut contribuer à l'amélioration du confort thermique de ces immeubles.

Le terme de « rénovation » est utilisé par la profession du bâtiment comme synonyme de « travaux sur un bâtiment existant », y compris ce qui pourrait être de « l'entretien », par opposition à la construction de bâtiments neufs. Par contre, l'usage le plus courant est de réserver, ce terme de « rénovation » à la réalisation d'un ensemble de travaux lourds, comprenant des actions sur le gros œuvre (Orselli, 2005)

D'autre part, on la définit comme étant un savoir-faire sur le plan des choix architecturaux et techniques pour rénover un bâtiment et ceci dans un objectif de basse ou très basse consommation nécessaire au regard des contextes énergétiques et environnementaux.

Le nombre de kWh/ (m².an) avant rénovation est divisé après rénovation par un facteur entre 4 et 10 (**Ademe**).

2.2. Les différents niveaux de la rénovation énergétique :

Il existe différents niveaux de rénovation. Et bien que les termes « rénovation », « Réhabilitation » ou encore « entretien » n'aient pas de définitions précises, et que l'un ou l'autre des deux premiers soit utilisé dans le sens le plus général, (**Orselli, 2005**) distingue :

-La « **réhabilitation** » qui suppose des travaux extrêmement lourds, notamment de gros œuvre, sur l'ensemble d'un immeuble, généralement collectif.

-La « **rénovation** », qui peut consister à la remise en état d'un logement individuel ou situé dans un immeuble collectif, sans intervention majeure sur le gros œuvre.

-La « **rénovation diffuse** » constituée de toutes les interventions partielles étalées dans le temps : changement de fenêtres ou d' huisseries, interventions sur les toitures, réfection de façade, changement de chaudière, etc.

-Les travaux « **d'entretien** » sont difficiles à définir. L'entretien des installations consommant de l'énergie est surtout important dans le cas des chaufferies. Ils se distinguent parfois mal des travaux de rénovation diffuse.

- « Les travaux d'entretien courant »

2.3. Le but de la rénovation d'un logement énergétiquement :

Au rythme de consommation actuel, dans 50 ans l'ensemble des réserves prouvées sera épuisé. Les conditions de l'équilibre en carbone sur Terre sont simples : 3 milliards de tonnes de carbone sont absorbés par les océans et les forêts, il y a 6 milliards d'habitants sur Terre... On a donc le droit de rejeter 0,5 tonne de carbone /an/personne.

ORSELLI montre la difficulté de caractériser les types de rénovations et la complexité de ses acteurs. Ainsi, on y découvre que les principales opérations d'économies d'énergie se font par de la « rénovation diffuse », liée à l'obsolescence de deux grands groupes de composants du bâtiment : les vitrages et huisseries (40 % des travaux) et les chaudières (40% des travaux). L'application de concepts généraux comme celui de « réhabilitation » ou de « rénovation » au domaine énergétique doit se faire de façon très prudente (**orselli, 2005**).

Quant à KOHLER, il pense que la rénovation des bâtiments existants devrait être une priorité car elle offrirait une occasion de prendre des mesures rentables pour transformer les structures résidentielles dans les bâtiments économes en ressources et respectueux de l'environnement. Tout aussi important est le fait que les coûts de rénovation sont significativement plus faibles que la démolition et la reconstruction (kohler , 2009).

2.4. Les enjeux de la réhabilitation énergétique dans le logement :

Le développement durable répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs. De ce fait, la rénovation thermique a un véritable rôle d'intégrateur de développement durable à assurer, puisqu'elle comporte : un pôle social, un pôle économique et un pôle environnemental d'où ses enjeux qui sont de trois ordres :

2.4.1. Des enjeux environnementaux :

Compte tenu de la contribution importante du secteur résidentiel aux émissions de CO₂ et au réchauffement climatique : émission d'à peu près de 123 millions de tonnes équivalent CO₂ / an, soit 23% des émissions en total dans le monde (UNFCCC), des préjudices sont provoqués à tous les stades de transformation de l'énergie, pollution de l'air, risques de changements climatiques, déforestation, pluies acides, production de déchets dangereux sans solution de traitement aujourd'hui (GIEC, 2007).

2.4.2. Des enjeux sociaux :

L'environnement constitue un support déterminant du bien-être et des relations sociales. L'environnement intérieur a un impact direct sur la santé des occupants. Et comme le parc de logements collectifs est par définition destiné à des ménages aux ressources moyens sinon modestes, parmi lesquels certains sont particulièrement vulnérables et subissent négativement les augmentations du coût de l'énergie d'où les problèmes liés à l'endettement des ménages, privations, conséquences sur la santé, exclusion sociale, dégradation du logement, etc.

2.4.3. Des enjeux économiques :

La perspective d'engager un programme d'amélioration des performances thermiques du parc existant se traduira par un investissement économique d'envergure compte tenu de la raréfaction et le renchérissement des ressources fossiles.

3. La rénovation énergétique et le confort thermique :

L'amélioration énergétique des bâtiments existants induit le plus souvent une amélioration des conditions de confort, et une plus grande qualité sanitaire des espaces.

Dans les milieux bâtis, le confort thermique constitue une exigence essentielle à laquelle le concepteur doit apporter les réponses nécessaires. La définition du confort thermique est ainsi d'une grande importance pour le bâtiment afin de lui permettre d'atteindre ses objectifs de fonctionnalité tout en justifiant l'installation des équipements d'ambiance (chauffage, ventilation et climatisation) (**Moudjalled, 2007**). L'organisation internationale de normalisation l'ISO, propose des normes concernant l'ergonomie des ambiances thermiques. L'utilisation des normes vaut tant pour l'appréciation et l'amélioration des conditions thermiques existantes que pour la conception de nouvelles conditions (**Moudjalled, 2007**). D'autre part, le compromis entre l'efficacité énergétique et le confort maximal est très difficile. A l'heure actuelle, le secteur résidentiel en Algérie n'est soumis à aucune exigence réglementaire sur le plan thermique, le confort est généralement insuffisant sinon inexistant dans les constructions aussi bien en saison chaude que froide. Les usagers sont confrontés à un choix tout aussi contraignant dans les deux cas suivants : se résigner à l'inconfort ou assurer leur confort au prix d'équipements coûteux et de fortes dépenses énergétiques.

3.1.Le confort d'hiver :

En matière de confort d'hiver, l'amélioration énergétique des bâtiments va conduire à favoriser la collecte d'apports solaires gratuits ainsi qu'une pénétration du rayonnement solaire maximale, qui à cette période contribue à améliorer le confort visuel en cette saison, où la lumière naturelle est moins abondante et plus recherchée qu'en été.

3.2.Le confort d'été :

La question spécifique du confort d'été doit quant à elle trouver une réponse dans le contrôle des apports solaires, la réduction des apports internes, la mise en œuvre d'une inertie importante et l'évacuation de la chaleur des structures pendant la nuit.

D'après Watson et Camous, la manière la plus simple et la plus efficace d'assurer le confort d'été est de limiter les effets de la principale source de surchauffe en abritant le bâtiment du soleil, ou tout en moins en réduisant les surfaces de l'enveloppe exposées au soleil d'été (**Watson & Camous, 1986**).

En matière de confort d'été, on va donc chercher à protéger le logement des surchauffes en améliorant tout à la fois son isolation, la qualité de ses vitrages et de ses protections solaires, mais également sa ventilation et le renouvellement d'air des pièces qui le composent.

4. Les principales solutions techniques de la rénovation énergétique:

Les techniques de rénovation thermique et énergétique comprennent notamment l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment, l'éclairage, le chauffage, le rafraîchissement et la ventilation, l'eau chaude sanitaire ainsi que le recours à l'énergie solaire.

L'enveloppe joue un rôle de filtre thermique qui permet de créer un microclimat à l'intérieur du bâtiment, indépendant des fluctuations météorologiques extérieures.

La composition de l'enveloppe est un élément déterminant des caractéristiques de ce filtre (**Sambou, 2008**). Elle doit être considérée comme le souci principal dans une opération de réhabilitation thermique d'un logement. C'est l'élément à appréhender en premier. Outre la réduction des besoins énergétiques, une bonne isolation contribuera à un meilleur confort pour les usagers. D'après Orselli dans les bâtiments existants, le plus gros potentiel d'économies d'énergie réside dans l'enveloppe qui doit être isolée adéquatement de façon la plus étanche possible afin de minimiser les pertes thermiques par transmission et les fuites d'air ainsi que les gains en période de surchauffe (**Orselli, 2005**).

Cependant, la plus part des matériaux structuraux ne sont pas suffisamment isolants pour assurer le chauffage économique d'un bâtiment dans un climat froid ou garantir la fraîcheur nécessaire dans un climat chaud. On doit donc intégrer à l'enveloppe des matériaux dont la fonction sera spécifiquement l'isolation thermique, (**Watson & Camous, 1986**). Cette dernière, en réduisant les pertes et les gains de chaleur minimise les besoins en énergie. Elle jouera son rôle dès que la température extérieure se trouve en dehors de la zone de confort c'est à dire dès qu'il sera nécessaire de chauffer ou de climatiser l'intérieur. Par conséquent, l'isolation est intéressante en termes de protection de l'environnement, de confort et d'économies d'énergie

Les recommandations et réglementations thermiques préconisent une isolation thermique renforcée des parois opaques des bâtiments. Malheureusement, une forte isolation, si elle limite la consommation d'hiver liée au chauffage, induit de fortes surchauffes en été. Afin de lutter contre ce phénomène, diverses méthodes sont possibles, comme la sur ventilation nocturne (Plafferott, Harkel, & Jaschke, 2003), les méthodes architecturales comme l'a proposé Givoni, ou l'inertie thermique (**Antonopoulos, K, & Koronaki, 2001**).

4.1. Les parois opaques :

L'isolation doit contribuer non seulement à la maîtrise ou le contrôle de la perméabilité à l'air des enveloppes, mais aussi à la réduction ou le traitement des ponts thermiques (figure 10) qui induisent non seulement une contre-performance de l'enveloppe du point de vue énergétique, mais sont également le siège d'inhomogénéités thermiques, synonymes de sources d'inconfort, et de risques de pathologies associées (condensation, moisissures, ...) (Adame, 2002).

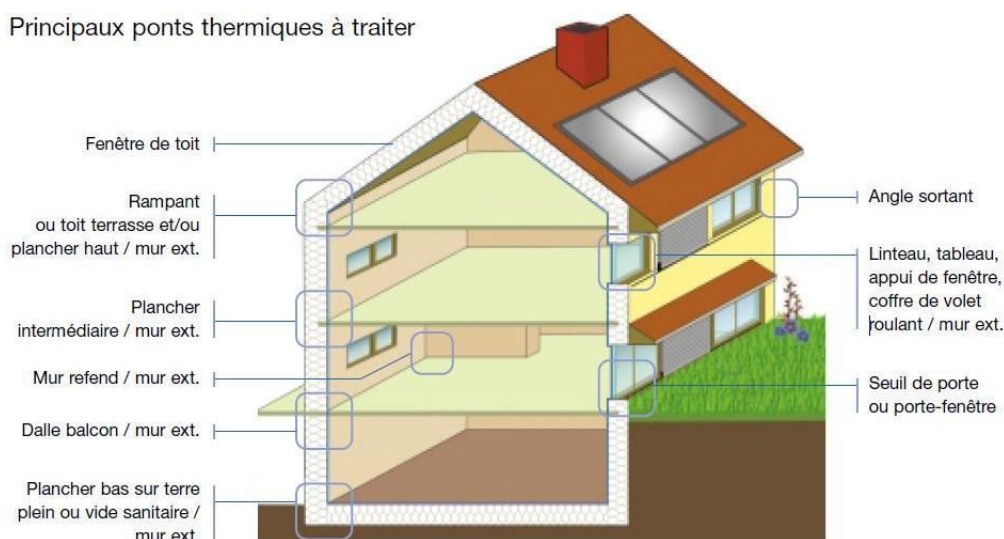


Figure 8: Situation des ponts thermiques www.effnergie.org

Tableau 1: Les signes d'une mauvaise isolation. Source : « L'isolation de votre maison. » www.schl.ca publication gratuite n°62087

Les signes d'une mauvaise isolation en hiver	Les signes d'une mauvaise isolation en été
<ul style="list-style-type: none"> • Les murs sont froids au toucher. • Les planchers sont froids. • Les frais de chauffage sont élevés. • La chaleur n'est pas répartie uniformément dans toute la maison. <ul style="list-style-type: none"> • Des moisissures prolifèrent sur les murs. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'air est trop chaud à l'intérieur. • Les frais de climatisation sont élevés. • Le climatiseur est inefficace. <ul style="list-style-type: none"> • Des moisissures apparaissent au sous-sol.

Dans le cas des logements existants, l'enveloppe est déjà là, il faut donc penser à tirer profit des différents matériaux la composant avant d'intervenir sur cette dernière. Il est à noter que tous les matériaux de construction possèdent une certaine capacité thermique puisque tous

présentent une certaine résistance au passage de la chaleur qui est variable en fonction de la masse thermique des matériaux qui la constitue.

Un bâtiment pourvu d'une masse thermique importante est capable de stocker la chaleur pour une certaine période de temps et de la redistribuer plus lentement au cours du jour et de la nuit, ce qui diminue la période de surchauffe et son amplitude (**Lavergne , 2009**).

Idéalement, une enveloppe de bâtiment devrait donc comporter :

- Côté extérieur : des matériaux à faible diffusivité pour l'isoler des sollicitations climatiques,

- Côté intérieur : des matériaux à forte effusivité pour obtenir une inertie importante

Il existe deux types d'isolation thermique de l'existant : l'isolation par l'extérieur et l'isolation intérieure avec rupteurs de ponts thermiques. Un troisième type d'isolation est réservé pour les réhabilitations lourdes ou les constructions neuves, qu'on appelle l'isolation répartie. Ces trois types d'isolation seront détaillés dans ce qui suit :

4.1.1. L'isolation des murs par l'extérieur et leurs avantages et inconvénients :

Elle consiste à envelopper le bâtiment d'un manteau isolant. Dans l'existant, une isolation par l'extérieur peut être envisagée lors d'une rénovation complète ou un ravalement de façade. Cette technique d'isolation permet d'économiser 10 à 20% de la consommation totale d'énergie (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**). Elle permet aussi de bénéficier de la capacité thermique de la paroi et de limiter les risques de surchauffe en été.

Le choix du système d'isolation par l'extérieur nécessite un enduit synthétique ou minéral qui présente les caractéristiques suivantes :

- Imperméable à l'eau.

- Perméable à la vapeur d'eau pour séchage de la maçonnerie derrière l'isolant. □ Bonne résistance mécanique et un aspect esthétique certain (**Mia Meftah & Benmanssour, 2008**).

L'isolation extérieure augmente la performance thermique globale du bâtiment, elle permet la réduction significative des consommations de chauffage ou de climatisation (**Thierry, 2012**), modernise l'aspect des façades et n'oblige pas les habitants à quitter le logement pendant les travaux et de surcroît améliore leur confort. Néanmoins le coût de cette technique est plus élevé que celui de l'isolation par l'intérieur.

Dans certains cas, pour la protection d'un patrimoine, l'isolation extérieure ne peut être réalisée et l'isolation intérieure est plus envisageable. Les avantages et les inconvénients de cette technique sont cités dans le tableau suivant :

Tableau 2: Avantages et inconvénients de l'isolation extérieure

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Traite un plus grand nombre de ponts thermiques en les recouvrant efficacement. - Ne modifie pas les surfaces habitables et ne nécessite pas la reprise de la décoration. - Protège les murs des intempéries et des variations climatiques (inertie apportée par le mur côté intérieur). 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmente le coefficient d'occupation au sol sur le terrain. - Modifie l'aspect global de la maison. - Réduit la grandeur des ouvertures et donc de l'apport lumineux en procédant à l'isolation des tableaux et des appuis de fenêtres. - Nécessite de revoir la fixation des systèmes de fermeture des volets...

4.1.2. L'isolation des murs par l'intérieur et leurs avantages et inconvénients :

Elle est intéressante lorsque le ravalement extérieur est en bon état. Pour envisager l'isolation par l'intérieur, il faut absolument s'assurer que :

- Le mur de parement extérieur doit être en bon état et capable de supporter les intempéries puisqu'il n'y a plus l'influence du climat interne.
- Le mur porteur intérieur est sec et protégé des infiltrations.
- Une inertie suffisante (**Mia Meftah & Benmanssour, 2008**).

L'isolation intérieure réduit l'inertie thermique, c'est pourquoi l'inertie thermique doit être reconstituée : utilisation de matériaux à changement de phase (MCP) incorporés dans les plaques de plâtre ou les planchers, en veillant à ce que la température de transition leur permette d'être réellement efficaces. De plus, la correction des ponts thermiques doit être assurée. Les avantages et les inconvénients de cette technique d'isolation se résument dans le tableau suivant (tableau3).

Tableau 3: Avantages et inconvénients de l'isolation par l'intérieur. <http://www.toutsurlisolation.com>

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Ne modifie pas l'espace extérieur. - Augmente la performance thermique globale du bâtiment. - Supprime les condensations sur parois froides. - Supprime l'effet parois froides. - Améliore le confort acoustique intérieur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduit l'espace habitable. - Révision du plan électrique. - Embrasure des portes et des fenêtres à prévoir pour réduire au minimum les déperditions lumineuses. - Décoration intérieure à refaire.

<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'exécution moins onéreux qu'une solution d'isolation par l'extérieur. - Systèmes d'isolation faciles et rapides à mettre en œuvre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux à effectuer dans un local évacué de ses habitants le temps des travaux.
---	---

4.1.3. L'isolation des murs dans leur épaisseur :

Cette technique appelée aussi « l'isolation répartie » est une solution qui permet d'isoler et de construire avec un seul produit porteur et isolant. Elle est surtout utilisée en construction neuve, mais elle peut être intéressante dans le cas d'une réhabilitation lourde. Deux grandes familles sont proposées sur le marché :

- la brique alvéolée en terre cuite ou mono mur,
- les blocs et panneaux hauteur d'étage en béton cellulaire (figure n 9).



Figure 9: La brique alvéolée en terre cuite (à gauche) et le béton cellulaire à (droite). www.ageden.org

Les avantages de cette technique sont: Un gain de temps pour la mise en œuvre : structure porteuse et isolation thermique en un seul produit.

- Une facilité dans la mise en œuvre des menuiseries, plomberies et réseau électrique.
- Une réduction des ponts thermiques.
- Une amélioration du confort thermique de par le bon compromis entre l'inertie thermique et l'isolation.

4.1.4. L'isolation des toitures :

L'isolation des toitures est très rentable car le potentiel d'économies d'énergie est important. Sachant que la toiture transmet jusqu'aux 2/3 des transferts de chaleur de l'enveloppe vers l'intérieur du bâtiment, la réflexivité et l'isolation de la toiture limitent ces apports thermiques (Liébard & De Herde, 2005).

4.1.5.1. L'isolation des charpentes :

Elle est réalisée au moyen de panneaux de toiture porteurs qui comprennent le support ventilé de couverture, l'isolation et un parement du côté intérieur. Cette technique préserve la charpente des variations de température et d'humidité et garantit la ventilation de la couverture.

4.1.5.2. Les toitures terrasse :

Ce genre de toitures subit des contraintes climatiques très rigoureuses ce qui entraîne des dilatations et des rétractations de la couverture et de l'étanchéité. L'isolation thermique doit donc respecter ces contraintes et L'isolant doit être choisi en fonction des charges qu'il pourra supporter.

4.1.5.3. Isolation sur étanchéité « toiture inversée » :

Dans ce cas, l'isolant est disposé sur une étanchéité existante. Selon l'accessibilité cette couche d'isolant est recouverte d'une couche de gravier ou d'un dallage sur sable. Son avantage réside dans la protection de l'étanchéité des intempéries. Son inconvénient est que l'isolant chargé de protection lourde, subit le ruissellement des eaux pluviales (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**).

4.1.5.4. Isolation sous étanchéité :

L'isolant est installé au-dessus de la dalle puis recouvert par l'étanchéité et par une protection lourde en gravillons pour les toitures non accessibles ou en dallage lorsqu'une circulation est prévue. Son avantage est la protection plus efficace de la maçonnerie des variations de température et de ce fait elle limite les mouvements de dilatation et de réfraction.

A noter aussi que l'isolation de la toiture et des murs permet de réaliser jusqu'à 20 ou 30% d'énergie (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**).

4.1.5. L'isolation des planchers :

L'appréciation de la qualité thermique d'un plancher, pour aider à déterminer le choix en termes d'isolation, se fonde sur des critères indissociables :

- la constitution du plancher.
- la nature des liaisons entre plancher et parois verticales adjacentes.
- la présence et la nature d'un éventuel volume d'air sous le plancher.

En rénovation, il est souvent difficile d'isoler le sol d'un logement, la présence d'un vide-sanitaire ou d'une cave peut cependant permettre la mise en place en dessous de la dalle d'une isolation. L'isolation des planchers c'est 5 à 10% d'énergie non consommée. L'isolation des plafonds de caves ou des sols permet d'économiser 5-10% de la consommation totale d'énergie (**Bouchié, Busson, Cormer, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013**).

4.2. Les parois vitrées :

De tous les éléments de l'enveloppe du bâtiment, les fenêtres et les surfaces vitrées en général, sont les plus exposées aux transferts de chaleur non désirés (Bouchié, Busson, Corner, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013).

Ce sont donc des éléments constructifs à ne surtout pas négliger lors de la construction ou la réhabilitation de bâtiments, car outre le fait qu'ils constituent des surfaces de déperditions énergétiques importantes (fig.10), ils représentent aussi une surface stratégique de captage de l'énergie solaire. Ils peuvent constituer un énorme gisement d'économies d'énergie en sachant que leur isolation c'est 10% d'énergie non consommée.

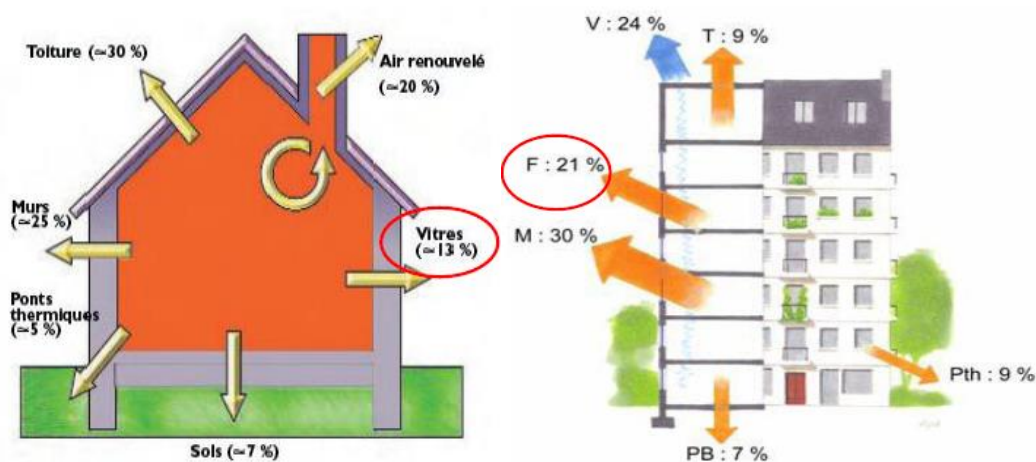


Figure 10: Pertes de chaleur d'une maison traditionnelle non isolée à gauche (DPE 2007)

4.2.1. Caractéristiques physiques des vitrages :

Les vitrages sont souvent un maillon critique dans le système d'énergie d'un bâtiment. Le coefficient qui détermine le pouvoir isolant d'un vitrage se note U_g . Le type de vitrage va donc déterminer ses « relations » avec le rayonnement solaire :

- Sa capacité de transmission de la lumière caractérisée par son coefficient de transmission lumineuse T_L .
- Son aptitude à transférer la chaleur déterminée par son facteur solaire de transmission totale d'énergie à travers le vitrage g .
- Sa disposition à bloquer le transfert de chaleur, définie par son coefficient de transmission thermique surfacique U (en $W/m^2 K$) (Fig11).
- Son pouvoir réfléchissant du rayonnement solaire incident traduit par le coefficient de réflexion lumineuse, qui est la fraction de lumière incidente qui est réfléchiée par le vitrage.

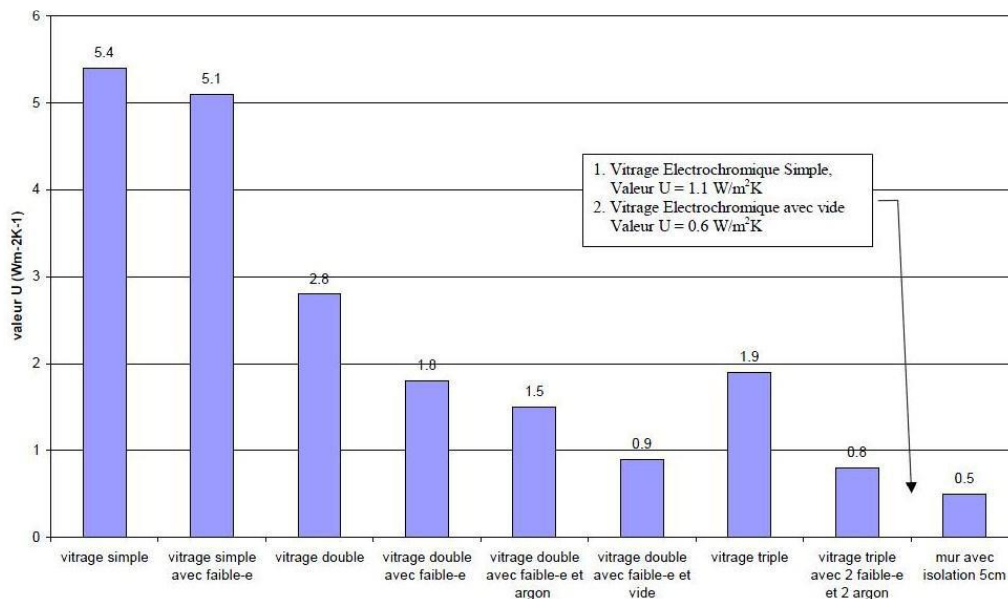


Figure 11: Valeurs du coefficient U pour différents types de vitrages. (Assimakopoulou 2004)

Il existe différents types de vitrage dont les vitrages clairs, les vitrages absorbants et les vitrages réfléchissants. Pour améliorer les performances thermiques des vitrages, l'emploi de gaz lourd, type argon ou krypton, entre les lames de verre, ou le dépôt d'une couche d'oxyde d'argent sur la couche externe du verre intérieur, permettent de meilleures performances qu'avec des vitrages conventionnels (Figure 12). Pour caractériser ces vitrages, on parle de faible émissivité et d'isolation renforcée.

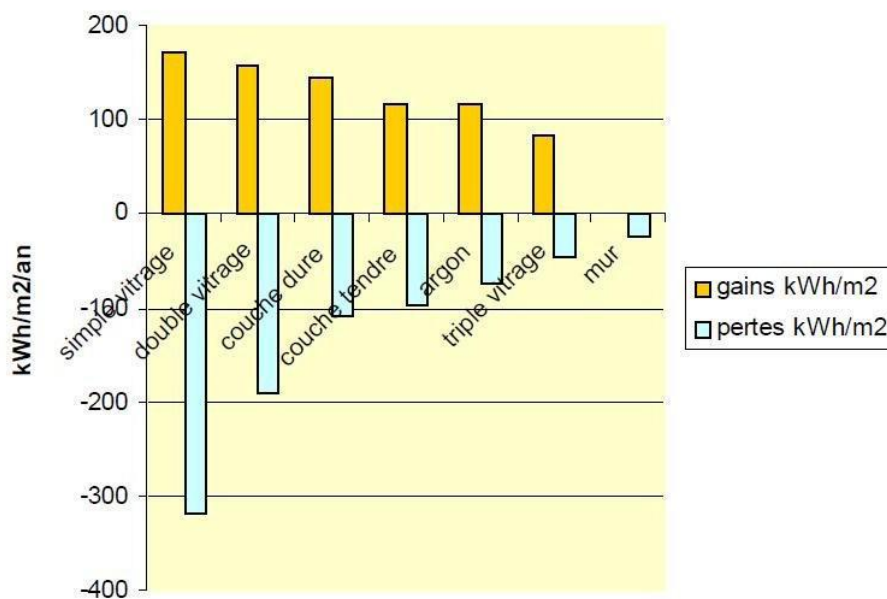


Figure 12: Evolution des vitrages (Bruno Peuportier ,2009).

4.2.2. Le double vitrage classique :

Le double vitrage classique est plus performant que le simple vitrage, il réduit l'effet de paroi froide et il diminue les condensations et les déperditions thermiques à travers les fenêtres (Soit un gain de 10 % de la consommation en chauffage d'après l'ADEME).

4.2.3. Le double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR) ou peu émissif:

Il constitue la nouvelle génération de doubles vitrages. Une fine couche transparente peu émissive (généralement à base d'argent) est déposée sur une des faces du verre (coté lame d'air). Le VIR a un pouvoir isolant deux à trois fois supérieur à celui d'un double vitrage ordinaire, et plus de quatre fois supérieur à celui d'un vitrage simple.

La position de la couche basse émissivité dans un double vitrage n'affecte en rien le facteur U_g de celui-ci. Par contre, le facteur solaire du vitrage est influencé par la position de la couche (Figure). Si la couche basse émissivité est placée en face 2, la chaleur absorbée par le vitrage et réémise sous forme d'infrarouge de grande longueur d'onde, principalement vers l'extérieur. Le facteur solaire du vitrage est donc diminué et ce vitrage convient mieux aux climats chauds. Si la couche basse émissivité est placée en face 3, la majorité de la chaleur absorbée par le vitrage est réémise vers l'intérieur, augmentant ainsi le facteur solaire du vitrage. Ce vitrage est donc plus adapté aux climats froids (Flory & Celini, 2008).

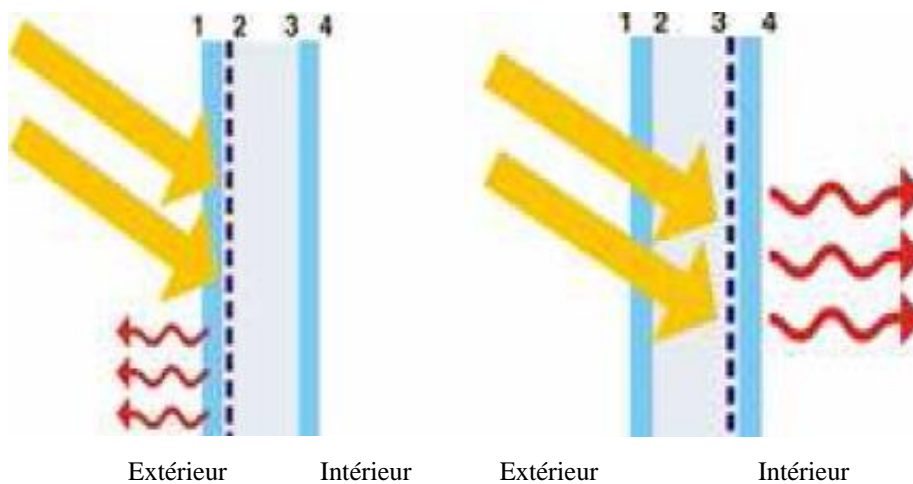


Figure 13: Importance de la position de la couche basse émissivité (Flory-Celini, 2008)

4.2.4. Le triple vitrage :

Les deux chambres et le remplissage de gaz rares dans le triple vitrage permettent d'atteindre des valeurs entre 0,5 et 0,8 W/ (m² K). Des triples vitrages avec des liaisons périphériques à

rupture de pont thermique permettront d'améliorer nettement le confort intérieur et d'éviter les vents rabattants ainsi que la condensation en bordure du vitrage (**Horn**).

La valeur U_g du vitrage peut être améliorée par l'ajout d'une troisième, voire d'une quatrième plaque de verre. On obtient alors un meilleur pouvoir isolant, mais également une augmentation de l'épaisseur totale et du poids du vitrage. En outre les transmissions solaire et lumineuse diminuent (**Flory-Celini , 2008**), ce qui peut constituer une solution d'été mais moins efficace en hiver.

5. les différents types d'isolants thermiques en Algérie:

Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour le secteur du bâtiment portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire la consommation d'énergie liée au chauffage et la climatisation d'un logement d'environ 40% (**APRUE, 2011**).

5.1. Isolation végétale (Liège) :

Le liège est un matériau présent dans l'écorce de quelques arbres, et notamment celle du chêne-liège. Il a une faible densité, antistatique, résiste relativement bien au feu, bon isolant thermique, acoustique et vibratoire, et résistant à l'eau grâce à la subérine qui imprègne les cellules. Concassé en granulés, on le transforme en panneaux d'isolation, revêtement mural ou pour le sol (**Benmentel, CONSULT, BEN H MID, BEN SLIMANE, & MAKNI, 2010**).

5.2. Isolation minérale (les laines minérales) :

5.2.1. Laine de roche :

La laine de roche fait partie de la famille des isolants thermiques traditionnels.

Elle est obtenue à partir de fibres de roches volcaniques. Elle contient généralement un liant permettant la cohésion des fibres. Jusqu'à récemment, la composition des liants était à base de formol. Cependant, les industriels commencent à les remplacer par d'autres liants (végétaux ou autres).

Aussi elle est employée dans les planchers sur locaux non chauffés, dans les panneaux de façade et dans les procédés d'isolation par l'intérieur et l'extérieur (**Bouchié, Busson, Cormer, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013**).

5.2.2. Laine de verre :

La laine de verre fait partie de la famille des isolants thermiques traditionnels.

La laine de verre est fabriquée à partir de silice (95%) et est extrudée en fibres. Elle contient, à l'exception de certaines laines en vrac, un liant permettant la cohésion des fibres. Jusqu'à récemment, la composition des liants était à base de formol. Cependant, les industries commencent à les remplacer par d'autres liants (végétaux ou autres).

Aussi elle est employée pour l'isolation intérieure des murs et l'extérieure, l'isolation des combles et des planchers combles non aménagés (**Bouchié, Busson, Cormer, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013**).

5.3. Les isolants synthétiques :

5.3.1. Polyuréthane :

Le polyuréthane (PUR) fait partie de la famille des isolants thermiques traditionnels, d'origine organique.

Les produits en polyuréthane se sont adaptés à de nouveaux gaz d'expansion pour respecter les législations européennes sur la circulation des gaz CFC dans un premier temps, puis sur les HCFC (HCFC 141b, HCFC 142b). Mais c'est au détriment des caractéristiques thermiques qui ont diminué de 5 à 10%.

Aussi il est employé en panneaux pour des isolations sous chapes, sur terrasses ou pour l'isolation extérieure des murs, ainsi employé sous forme de mousse pour les doubles cloisons (**Bouchié, Busson, Cormer, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013**).

5.3.2. Polystyrène :

Expansé (EPS) Extrudé (XPS) :

Le polystyrène est un matériau qui présente de hautes performances en matière d'isolation et de nombreux avantages aussi bien pour les utilisateurs que pour les professionnels de la construction.

Le polystyrène expansé (EPS) à faible ou à moyenne densité pour l'isolation des parois verticales. Le polystyrène extrudé (XPS) est recommandé pour l'isolation des toitures inversées (**Bouchié, Busson, Cormer, Delaire, Farkh, & Leguillon, 2013**).

5.3.3. Ouate de cellulose :

Matériau local, performant, à faible énergie grise et mise en œuvre simple, elle est l'isolant écologique, à la fois thermique et phonique, qui présente le meilleur rapport qualité/prix. La ouate n'est pas seulement un matériau recyclable, mais aussi c'est un excellent régulateur hygrothermique en cas d'absorption d'humidité, il permet d'économiser la consommation d'énergie au moins de 25% par rapport à la laine de verre (**Haut, 2007**).

5.4. Autres types d'isolants :

5.4.1. Béton de Polystyrène :

Le béton de polystyrène est constitué de billes de polystyrène expansé calibrées et traitées en surface par un adjuvant spécifique à base de protéines minérales permettant une bonne répartition et un produit final homogène. Le Béton de polystyrène est non structural et appartient à la famille des Bétons allégés isolants. Dans les bâtiments en habitat individuel ou collectif (Formes et chapes thermo-acoustiques isolantes, Support de plancher chauffant, Toitures - terrasses : formes de pente (jusqu'à 5 %), Terrasses inaccessibles, Coulage du béton de polystyrène sur une dalle intermédiaire) (**Benmentel, CONSULT, BEN HMID, BEN SLIMANE, & MAKNI, 2010**).

5.4.2. Béton de perlite :

Le Béton de perlite est constitué d'agrégats de perlite à différents dosages selon l'application. Les différents types de béton de perlite permettent d'obtenir une variété infinie de mélanges, en fonction des besoins spécifiques suivant la granulométrie de la perlite, des agrégats utilisés, du dosage de ciment et des adjuvants intégrés. Le béton de perlite est utilisé pour la confection de toute chape isolante :

- Béton de remplissage léger
- Forme de pente
- Rattrapage de niveau
- Chape sous carrelage...

Conclusion :

Dans ce chapitre la rénovation énergétique des logements existants est un enjeu majeur pour réduire la consommation énergétique des occupants et améliorer leurs conditions de vie. Cette partie nous a permis également à comparer, à travers les avantages et les inconvénients de chaque solution et d'identifier toutes les solutions techniques de la rénovation énergétique des logements et de mieux cerner leur cadre d'application. L'isolation des parois opaques et vitrées est la solution la plus répandue et la plus appliquée parce que la réduction des besoins énergétiques d'un bâtiment passe par la qualité de son isolation dans le maintien du confort thermique et dans la réduction des consommations énergétiques. L'investissement financier initial qu'elle nécessite trouve sa justification tant en termes d'économie sur les factures à venir que d'amélioration du confort général des logements.

CHAPITRE 2 :L'EFFICACITE ENERGETIQUE

Introduction :

Suite au premier choc pétrolier de 1973, la nécessité d'économiser l'énergie apparaît dans le débat politique. « L'économie d'énergie », premier terme employé en 1974, renvoie à la réduction des gaspillages dans la consommation d'énergie, de même que « l'utilisation rationnelle de l'énergie » qui lui a succédé. A cette époque, la préoccupation était d'ordre purement financier mais au fil du temps, de nouvelles considérations sont apparues incluant les préoccupations environnementales.

L'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie concerne tous les secteurs de l'industrie, du bâtiment et des transports. Dans notre cas nous nous intéresserons au secteur résidentiel, qui constitue un gisement considérable en matière d'efficacité énergétique.

1. La consommation énergétique en Algérie :

La consommation énergétique finale nationale a atteint 30 millions de TEP ; Le secteur résidentiel représente 34% de la consommation nationale.

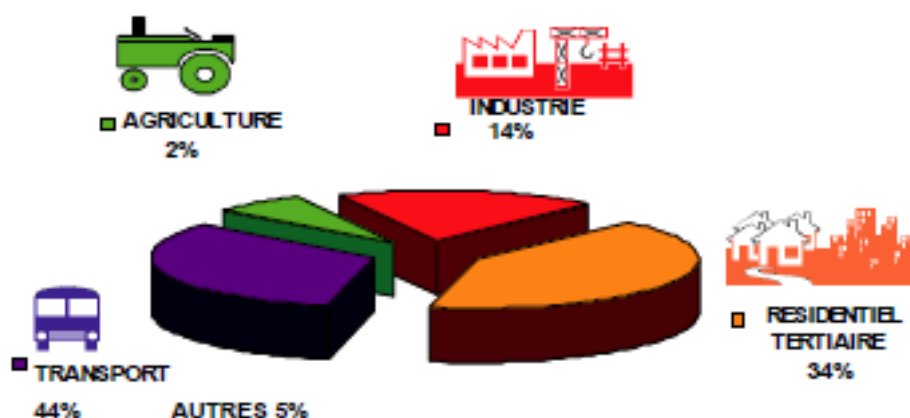


Figure 14: Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie. Source: Ministère de l'Énergie et des Mines, (2014).

La consommation électrique dans le secteur résidentiel représente un taux de 37% de la consommation totale d'électricité, quant à la consommation en produits gazeux, elle enregistre un taux de 63% de la consommation totale des produits gazeux. Dès lors le secteur résidentiel représente le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national (APRUE, 2014).

1.1 la consommation d'électricité :

La consommation électrique du secteur résidentiel a atteint 1414KTEP en 2014, elle représente 38% de la consommation totale d'électricité. Ainsi, il représente le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national. Selon l'APRUE 75% de la

consommation énergétique des ménages est répartie entre le post froid et les produits d'éclairage (APRUE, 2014).

1.2 La consommation du gaz naturel :

La consommation de produits gazeux a atteint 7056 KTEP en 2014, elle représente 60% de la consommation totale des produits gazeux, Il représente, de ce fait, le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national, Taux de ménages raccordés au réseau gaz naturel est de 47% (APRUE, 2014).

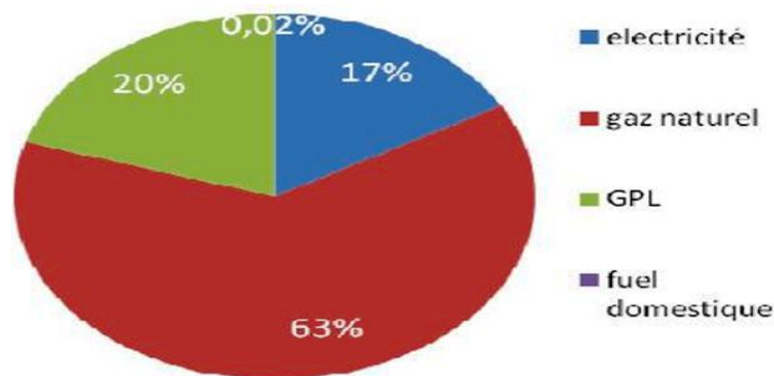


Figure 15: Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie. Source: Ministère de l'Énergie et des Mines, (2014).

2. Recommandation pour l'économie d'énergie :

Quel que soit le bâtiment à construire ou à gérer, des solutions pour la maîtrise de la consommation d'énergie doivent être recherchées. Avant de concevoir un bâtiment quel que soit son usage, il est nécessaire d'étudier ses besoins énergétiques et les sources disponibles. Le confort doit être un élément déterminant dans les choix techniques de constructions doivent, en effet, être en complémentaire et en synergie entre l'isolation, la ventilation, les équipements et les énergies renouvelables.

Les capteurs solaires, les cellules photovoltaïques, les pompes à chaleur mais aussi l'énergie éolienne doivent être capitalisés pour une économie d'énergie non renouvelable considérable.

Toutefois, certaines pratiques architecturales prenant en considération les données climatiques de la zone, comme l'organisation spatiale, le type d'ouverture et les matériaux isolants qui permettent de réduire le passage du flux de chaleur, sont nécessaires pour une économie d'énergie dans le bâtiment. Il s'agit en fait, de « trouver toutes les dispositions

conceptuelles architecturales et techniques nécessaires pour consommer le moins possible d'énergie » (**Ouldh'nia, 2006**).

Enfin, la loi sur la maîtrise de l'énergie devait déjà entrer en application dès la promulgation du décret exécutif afin d'améliorer les conditions de confort dans les bâtiments et donc aboutir à une économie d'énergie (plan quinquennal avec les 1873605 logements programmés). Toutefois, pour la réussite de la politique algérienne en matière de maîtrise d'énergie, la motivation par l'efficacité économique reste le meilleur moyen en termes de surcout, dans l'immédiat ou à court terme.

3. L'efficacité énergétique :

Il existe plusieurs définitions de l'efficacité énergétique, nous retiendrons que quelques-unes:

-C'est le rapport entre le service délivré au sens large (performance, produit, énergie, confort, service) et l'énergie qui y a été consacrée (**Yves & Robillard, 2011**).

-C'est de réduire à la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utilisé l'énergie à qualité de vie constante (**Salomon & al, 2004**).

- L'efficacité énergétique se définit comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu (**Béthencourt & al, 2013**).

De ces trois définitions se dégage un point commun, l'efficacité énergétique est le rapport entre ce que produit le dispositif ou le système, et ce qu'il absorbe comme énergie. Elle est d'autant meilleure que le système énergétique utilise le moins d'énergie possible, que cela soit le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation, l'éclairage ou toute sorte de besoin énergétique. Consommer moins et mieux pour le même confort thermique, tel est l'objectif de tout concept d'efficacité énergétique.

4. La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique:

En matière d'efficacité énergétique, il faut principalement jouer sur deux leviers : diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti proprement dit, et améliorer les équipements techniques du bâtiment et leur gestion. Un troisième levier très difficile à quantifier et qui est le comportement de l'utilisateur être inclus.

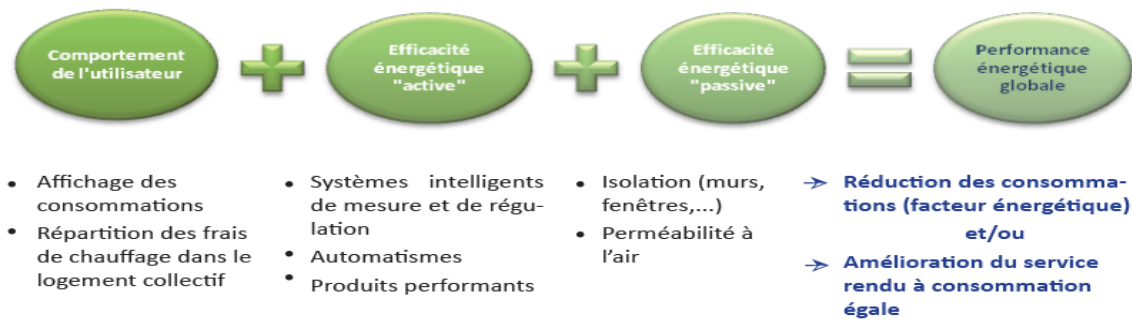


Figure 16: La démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique .La source :(Alix DESSONS, Giles CABBILLAU, David DESSONS)

4.1.6. Efficacité énergétique « passive » :

L'efficacité énergétique passive résulte d'une part de l'isolation du logement et sa perméabilité à l'air, en utilisant par exemple des matériaux performants d'isolation thermique ou des menuiseries à triple vitrage, d'autre part, du choix d'équipements les plus performants c'est à dire des produits qui rendront le même service en consommant moins (**Karpelés, 2012**).

4.1.7. Efficacité énergétique « active » :

Basée sur une offre de produits performants et de systèmes intelligents de régulation, d'automatismes et de mesure, l'efficacité énergétique active permet de :

- Réduire les consommations d'énergie, donc la facture énergétique.
- Améliorer la qualité et la disponibilité de l'énergie en consommant l'énergie juste nécessaire (**Karpelés, 2012**).

5. Les étapes d'amélioration de l'efficacité énergétique :

L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste, par rapport à une situation de référence soit à.

- augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie constante.
- économiser l'énergie à service rendu égal.
- réaliser les deux simultanément.

Les solutions d'efficacité énergétique consistent le plus souvent à économiser l'énergie à service rendu égal ou à augmenter le niveau de service rendu, à consommation d'énergie (**Yves & Robillard, 2011**).



Figure 17: Les leviers de l'efficacité énergétique (Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique (Yves. Robillard, 2011))

6. L'efficacité énergétique et le développement durable :

L'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment est apparue comme une priorité dans tous les pays et cela dans le but de limiter le réchauffement climatique, sécuriser les approvisionnements face à des ressources fossiles qui ne sont plus inépuisables, restreindre les effets des hausses des prix de l'énergie, par conséquent l'ensemble des secteurs économiques et en particulier le secteur du bâtiment doivent revoir leur façon d'évoluer et de se développer. La notion de développement durable prend de plus en plus d'ampleur dans notre société, tout ceci dans un même but : essayer de réduire l'impact négatif des activités humaines sur l'environnement. En plus de cela, et en raison des enjeux économiques et environnementaux de la consommation d'énergie finale des bâtiments existants, la recherche de la maîtrise des consommations d'énergie requiert la mise à disposition d'une information globale des usagers.

Développement durable et Qualité Environnementale sont devenus depuis quelques années les lignes directrices des nouvelles politiques de développement, dans plusieurs domaines : Industries, agroalimentaire, puis construction et maintenant urbanisme. Bien plus qu'un phénomène passager, ce changement de cap traduit une prise de conscience tardive des enjeux environnementaux dans tous les milieux où l'influence humaine est préoccupante (Fleury, 2005).

Le principe de la Qualité Environnementale des Bâtiments (QEB) est de maîtriser les impacts de l'ouvrage sur l'environnement extérieur et de créer un environnement intérieur sain

et confortable. Née dans les années 1990, la démarche de qualité environnementale des bâtiments est l'une des contributions aux objectifs de développement durable.

Le domaine du bâtiment et de la construction a cherché à intégrer davantage ce volet environnemental, en créant un label de Haute Qualité Environnementale des bâtiments. Cette démarche, plus connue sous le sigle HQE, est un ensemble indissociable composé d'un Système de Management Environnemental (SME) et d'un référentiel de 14 cibles de conception et de confort, destiné à améliorer la Qualité Environnementale des bâtiments.

7. Stratégie de maîtrise de l'énergie en Algérie :

Un dispositif de mise en œuvre opérationnel, global et cohérent qui s'articule autour de quatre principaux éléments : (APRUE, FNME, PNME, CIME)² a été mis en place.

Le PNME est un document qui présente les objectifs de la maîtrise de l'énergie à l'horizon de 20 ans ainsi que les orientations programmatiques.

Les priorités énumérées d'un projet de programme pour le PNME ont débouché sur la proposition d'un portefeuille d'actions pour le secteur résidentiel, concernant l'éclairage performant, l'eau chaude sanitaire solaire, les projets haute performance énergétique (HPE) sur le logement social et la Rénovation Thermique dans l'habitat existant.

La participation de l'APRUE à la journée d'étude sur la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment organisée par le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, en marge du 12e BATIMATEC, le 15 mars 2009 (**APRUE, 2009**), a consisté à présenter l'apport du Programme national de maîtrise de l'énergie dans l'accomplissement de projets d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment, en particulier dans l'habitat .

2 -APRUE: Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.

- FNME: Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie.

- PNME: Programme National de Maîtrise de l'Energie.

-CIME: Comité Intersectoriel de la Maîtrise de l'Energie.

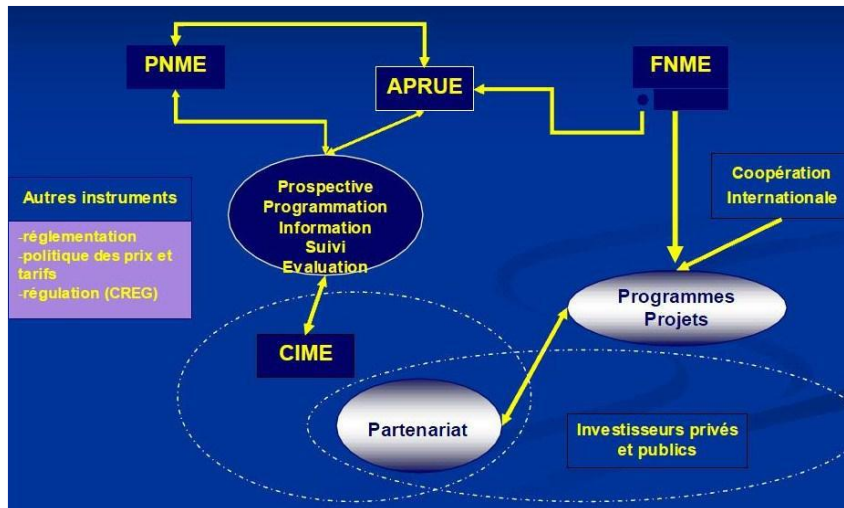


Figure 18: Le dispositif d'ensemble. (www.aprue.org.dz).

8. Objectifs de la politique de maîtrise de l'énergie :

Ils sont multiples et diversifiés. Ils visent essentiellement la conservation de l'énergie, l'augmentation de la durée de vie de nos réserves d'hydrocarbures, la préservation de la capacité financière du pays et des retombées bénéfiques sur l'environnement. Quant à l'introduction des énergies renouvelables, elle aura pour retombées :

- Une plus grande exploitation du potentiel existant.
- Une meilleure contribution à la réduction du CO2.
- Une réduction dans l'exploitation des énergies fossiles dans le bilan énergétique national.

Les différents textes réglementaires adoptés au cours des dernières années traduisent la volonté de l'état de faire des énergies renouvelables des énergies d'avenir pour le pays, en favorisant une contribution plus conséquente de leur part dans le bilan énergétique national (CDER)³.

9. La réglementation thermique :

Nos voisins européens nous montrent la voie à suivre. L'idée de maisons sans chauffage, ni climatisation constitue une révolution intellectuelle, qui devrait tenir lieu de modèle dans la construction neuve, dans les années à venir. En Allemagne, en Suède, en Suisse, en Autriche, ... se sont développés des habitats dont la consommation énergétique totale est quatre fois inférieure à celles que définissent les réglementations officielles du secteur du bâtiment.

³ : Centre de développement des énergies renouvelables.

La première réglementation en Europe, imposant une performance énergétique minimale des constructions neuves, la Réglementation Thermique « RT », date de 1975 et est consécutive au premier choc pétrolier. Les normes sont actualisées tous les 5 ans environ, la dernière étant la « RT 2005 ». Elle s'applique à la construction des bâtiments neufs.

9.1. Le contenu de la réglementation thermique :

S'appliquant aux bâtiments neufs résidentiels et tertiaires, la réglementation thermique :

- fixe des exigences en matière de performance énergétique de l'enveloppe : niveau d'isolation thermique, optimisation du taux de vitrage par orientation, protection solaire des fenêtres, etc.

- incite à couvrir une partie des besoins énergétiques par une production d'énergie à l'aide des techniques solaires thermique et photovoltaïque.

- exige des systèmes de chauffage, de climatisation, d'ECS et d'éclairage à efficacité énergétique

- Et limite au maximum les consommations énergétiques en kWh/m².an (moins de 50 kWh/m².an pour les logements neufs).

9.2. La réglementation thermique de l'existant :

Le renforcement de la réglementation dans le neuf ne suffit pas à stabiliser la consommation totale des logements collectifs. C'est pourquoi depuis novembre 2007, la Réglementation Thermique s'applique à l'amélioration et à la rénovation des bâtiments existants, notamment les logements « réglementation thermique dans l'existant ». Cette stratégie incluant la réhabilitation du parc existant, permet une économie supplémentaire beaucoup plus significative. Cette réglementation porte notamment sur une performance énergétique globale, dont le niveau est précisé.

Parallèlement, à partir du premier novembre 2007, des exigences de performances minimales sont imposées lors du remplacement de composants de l'enveloppe ou d'équipements énergétiques : vitrages remplacés par des double-vitrages peu émissifs à isolation renforcée(VIR), isolation des murs en contact avec l'extérieur avec une résistance thermique minimale de 2,3 m²K/W (**PMPP, 2008**)⁴... Et de ce fait, améliorer la performance énergétique du bâtiment, limiter l'utilisation de la climatisation et du chauffage, maintenir le niveau de confort d'été et d'hiver et ne pas dégrader le bâti.

⁴ : Le programme de mesures de plus en plus performant 2007-2008.

9.3. Les différents aspects de la réglementation thermique :

La réglementation thermique couvre l'ensemble des points relatifs à l'enveloppe, les parois opaques et vitrées, le chauffage, l'éclairage, l'ECS, la climatisation ... Elle préconise la rationalisation de l'utilisation de l'énergie en agissant directement sur la performance des points cités précédemment, pour éventuellement diminuer les consommations d'énergie et les émissions de GES (**Ministère, 2017**).

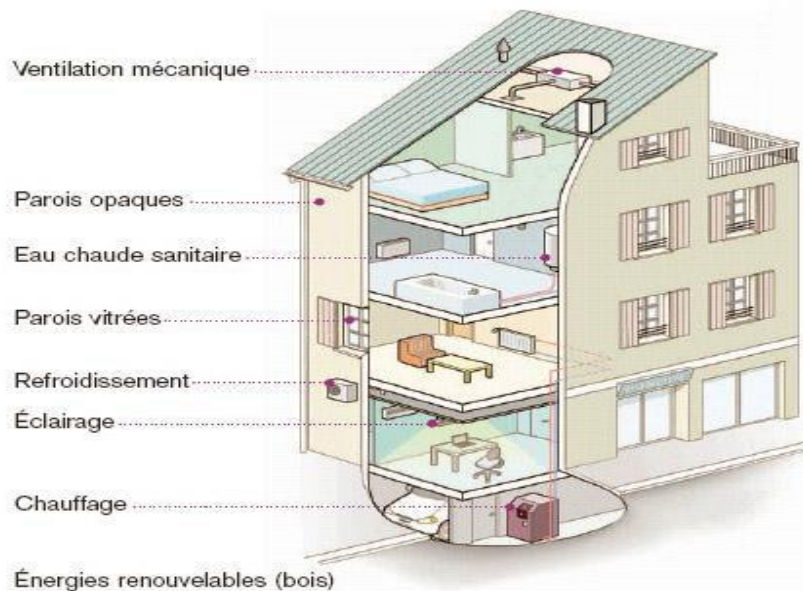


Figure 19: Les points de la réglementation thermique.

Source : <http://www.rt-batiment.fr>

9.3.1. la performance énergétique:

La performance énergétique des bâtiments dans le cadre de la Directive pour la performance énergétique des bâtiments (PEB) (Directive 2002/91/CE) est la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour répondre aux différents besoins liés à une utilisation standardisée du bâtiment, ce qui peut inclure entre autres le chauffage, l'eau chaude, le système de refroidissement, la ventilation et l'éclairage.

Le diagnostic de la performance énergétique est un bon outil de modification d'amélioration des performances intrinsèques des logements (**Haut, 2007**).

L'intérêt de ce diagnostic est de :

- Vérifier que le comportement du logement est adapté
- Comparaison de la consommation réelle avec la consommation de référence.
- Sensibiliser les vendeurs aux économies d'énergie pour améliorer les performances d'un logement.

9.3.1.1. Les préceptes d'un bon DPE :

Les sept préceptes d'un bon DPE⁵ sont:

1. Identifier le mode constructif du bâtiment selon son époque de construction.
2. Connaître son fonctionnement thermique d'ensemble, avec ses dispositions actives et passives.
3. Avoir une approche bioclimatique du bâtiment pour bien interpréter les consommations constatées.
4. Étudier conjointement son comportement thermique d'hiver et son confort thermique d'été.
5. Considérer que les dispositions les plus économes en énergie sont souvent passives.
6. Ne pas créer de ponts thermiques dans les constructions anciennes qui n'en présentent pas.
7. Ne préconiser que des améliorations qui ne risquent pas de provoquer de désordres (DPE, 2007).

9.3.1.2. Les étiquettes Energie:

La classification énergétique est établie selon le degré de consommation annuelle d'énergie par m² (en kWh/m².an). Sept classes sont déterminées, comme pour l'électroménager, allons de la classe A à la classe G :

- La classe A : logement économe avec une consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire.

- La classe G : la classe énergivore, avec une consommation égale ou supérieure à 450 kWh/m².an. (Haut, 2007).

« Dans l'ancien, la quasi-totalité des constructions d'avant 1975 se répartissent entre tu notes D et G. Beaucoup de propriétaires sont surpris d'être crédité d'une note médiocre alors même qu'ils pensaient leur logement performant. » (Robert & Fabas, 2008).

⁵ -DPE : diagnostic de performance énergétique

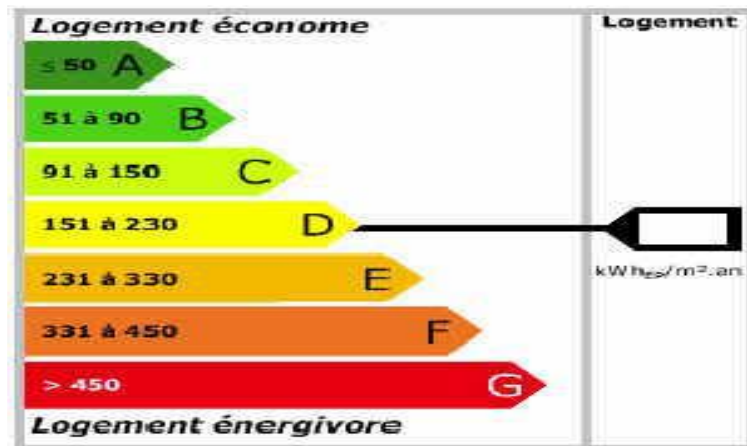


Figure 20: Etiquette de performance énergétique. Source: Amjahdi et Lemale, (2010).

9.3.2. Les certificats d'économies d'énergie :

La certification énergétique est une procédure opérationnelle qui permet d'évaluer la consommation énergétique d'un bâtiment pour un usage standardisé ainsi que la performance réelle prenant en compte la conduite énergétique des occupants (Nadine, 2001). Elle a pour but d'informer les usagers sur la performance énergétique de leur logement et de leurs équipements ainsi que leur orientation dans le choix des techniques leur permettant de réduire la facture d'énergie.

9.3.3. L'audit énergétique :

Il sert à analyser les points faibles d'un bâtiment et à donner des propositions d'amélioration suivant des considérations techniques et économiques.

Les audits comprennent : un état des lieux, un diagnostic du bâti, des équipements énergétiques, des installations techniques et des propositions d'améliorations techniques à apporter selon les gisements d'économie d'énergie.

10. Adoption d'une réglementation thermique en Algérie :

L'Algérie connaît depuis bientôt une décennie un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction. Que ce soient pour les grands projets de l'Etat (un million de logements sociaux, équipements socio-éducatifs, administratifs, ...) ou les grands projets immobiliers (résidentiels, tertiaires) et touristiques initiés par les promoteurs privés et publics, mais les exigences et normes internationales en matière de performances énergétiques et environnementales des constructions ne sont pas encore suffisamment intégrées aux processus de conception et de construction. Ceci conduit d'ores et déjà à de grandes pressions sur les ressources (énergie, eau, matériaux, ...) et des impacts importants sur l'environnement

et ne contribue nullement au développement durable des territoires, ni, au plan mondial, à la lutte contre le réchauffement climatique (**Colloque international, 2008**).

Si les réglementations futures vont conduire à des réductions significatives des constructions à réaliser, il apparaît nécessaire aujourd'hui de développer fortement la politique d'économie d'énergie pour faire évoluer rapidement et durablement le secteur des bâtiments existants car ce dernier, de par ses caractéristiques, offre la possibilité de réductions importantes contribuant à répondre à ce défi, tout en recherchant un optimum de qualité architecturale et de fonctionnalité.

10.1. Position de l'Algérie par rapport à la maîtrise de l'énergie :

Soulignons que l'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique. Il est considéré comme un pays auto suffisant jusqu'à aujourd'hui, néanmoins dans un contexte de relance économique, la demande d'énergie en Algérie est appelée à doubler entre 2000 et 2020 pour atteindre 60 à 70 millions de tep Le potentiel cumulé d'économie d'énergie, pour cette même période, se situerait autour de 120 millions de tep selon l'APRUE.

C'est pourquoi, à partir de 2001, l'Algérie, pays exportateur de pétrole et de gaz, a mis en place une stratégie nationale de maîtrise de l'énergie adaptée à un contexte d'économie de marché. L'un des instruments retenus pour le développement de cette stratégie est le programme national de maîtrise de l'énergie pour la période 2006-2010 dans les principaux secteurs consommateurs que sont l'industrie, les transports, le bâtiment et l'agriculture. On peut affirmer, donc, qu'il y a une volonté politique pour préserver les ressources non renouvelables et investir dans les énergies propres et durables.

10.2. Limites de la réglementation thermique :

Parmi les réformes engagées dans le secteur énergétique, l'adaptation du cadre institutionnel de la maîtrise de l'énergie à la nouvelle donne économique et politique est une des priorités fixées par le gouvernement algérien.

La période 2007-2009 verra la mise en œuvre du programme algérien de maîtrise de l'énergie. L'expertise française en matière de pratiques partenariales sera un apport important, notamment pour le renforcement de la formation des cadres de l'APRUE, le soutien à la mise en place de l'observatoire national et des observatoires régionaux des consommations d'énergie, l'élaboration du plan de communication du PNME ou encore la définition et le montage de projets, y compris des projets relevant des mécanismes de développement propre mis en place

par le protocole de Kyoto. Le premier Programme quinquennal (Projets PNME 2006-2010) de maîtrise de l'énergie consacre une part importante à l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Il s'articule principalement autour de quatre axes (APRUE), à savoir : _L'amélioration des performances thermiques de l'enveloppe du bâtiment

_L'introduction des équipements performants au niveau de l'éclairage, du froid alimentaire.

Du chauffage et de la climatisation Et, enfin, la communication et la sensibilisation des professionnels et du grand public sur l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

10.3. Politique d'amélioration énergétique en Algérie :

Conscient des dangers liés au réchauffement climatique, le gouvernement algérien a choisi d'intégrer dans sa politique nationale le principe d'une utilisation rationnelle de l'énergie. Tout un dispositif législatif, réglementaire et institutionnel a été adopté au cours de ces dernières années consacrant de manière irréversible les options de l'Algérie en matière de protection de l'environnement à travers une large utilisation des énergies propres et du développement durable. Cette démarche s'est privilégiée par une orientation des efforts de valorisation du potentiel énergétique et du développement delà filière électronucléaire.

10.3.1. Outils réglementaires et opérationnels mis en application en Algérie :

Dans les années 1990, l'Algérie a développé plusieurs dispositifs réglementaires quant à l'efficacité énergétique dans l'habitat. Suite à une réflexion sur la consommation active et passive des logements neufs initiée en 1995, le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme met en place des Documents techniques réglementaires (DTR) en 1997. Ceux-ci déterminent notamment les valeurs de référence relatives aux déperditions et aux apports calorifiques concernant les bâtiments neufs à usage d'habitation et tertiaire, les méthodes de calcul des déperditions et des apports calorifiques, les valeurs limites pour le climat intérieur des locaux et les zonages climatiques.

10.3.2. Mise en œuvre de la réglementation thermique algérienne :

A partir de 2001, l'Algérie, pays exportateur de pétrole et de gaz, a mis en place une stratégie nationale de maîtrise de l'énergie adaptée à un contexte d'économie de marché.

La mise en application de la loi 99.09 (**Journal Officiel de République Algérienne, 1999**).

Relative à la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment s'est concrétisée par la promulgation le 24 avril 2000 d'un décret exécutif n°2000-90 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs. Celle-ci a pour objectif l'introduction de l'efficacité énergétique dans

les bâtiments neufs à usage d'habitation et autres et dans les parties de constructions réalisées comme extension des bâtiments existants.

Cette réglementation dont la finalité est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment, laisse ainsi de larges possibilités aux concepteurs et aux maîtres d'ouvrage de choisir entre les performances thermiques globales du bâtiment aussi bien dans le choix des matériaux que la conception du cadre bâti.

Pour sa part la loi de 2004 encourage la promotion des énergies nouvelles non polluantes à l'instar de l'énergie solaire qui participe au développement durable tout en préservant la conservation des énergies fossiles. L'objectif de la stratégie de développement des énergies renouvelables en Algérie est d'arriver à atteindre, à l'horizon 2015, une part de 6% dans le bilan électrique national (GER, 2007)⁶.

Selon APRUE La mise en application de cette réglementation permettra d'après les estimations de spécialistes de réduire les besoins calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation.

10.3.3. L'Algérie et les émissions de CO2 :

Tenant compte de l'engagement de l'Algérie dans la voie de la préservation de l'environnement, la mise en œuvre du PNME permettra d'éviter l'émission de CO2 dans l'atmosphère(APRUE). Dans cette voie, l'entreprise algérienne prend conscience de plus en plus de la nécessité de créer de la richesse tout en léguant aux générations futures un capital environnemental viable.

10.4. Les études dans le secteur bâtiment :

Actuellement la question de l'efficacité énergétique dans la construction en Algérie fait l'objet d'un projet proposé par l'APRUE, à la suite d'un travail de coopération avec l'ADEME .Le projet a pour objectif de montrer la faisabilité technique et économique d'améliorations énergétiques dans l'habitat. Parmi les mesures d'efficacité énergétiques utilisées dans ce projet pilote, il y a (MED-ENEC) :

- L'Utilisation des matériaux locaux, BTS (Béton de Terre Stabilisé).
- L'Isolation horizontale et verticale.
- Le Double vitrage.
- Le Traitement des ponts thermiques.

⁶ -GER: Guide des énergies renouvelables.

- L'eau chaude solaire.
- Le Plancher solaire direct (PSD) : 8 m² de capteurs solaires plans.
- Le Rafraîchissement par ventilation nocturne.
- L'optimisation de l'éclairage naturel et utilisation d'appareils électriques à basse consommation.

L'étude énergétique préliminaire a fait ressortir des économies d'énergie de l'ordre de 60% en faveur du projet pilote comparé à une habitation classique (figure n 21). Sur le plan environnemental, les économies d'énergie engendrées par ce projet pilote correspondent à une réduction des rejets de CO₂ d'environ 5 000 kg/an.

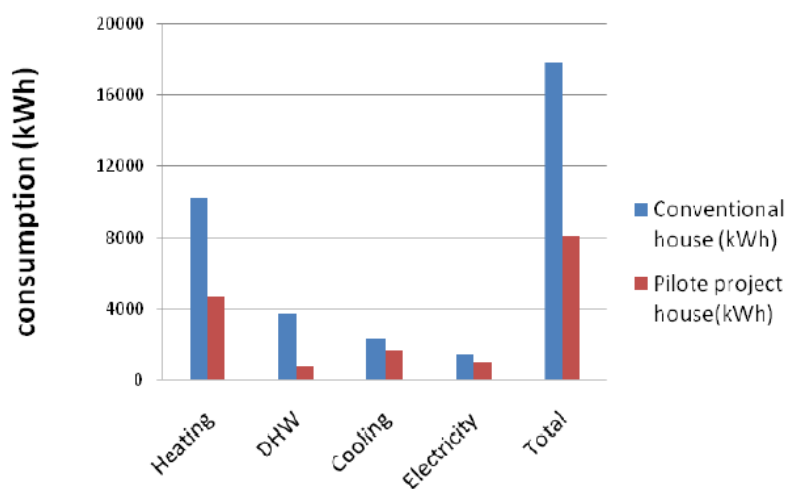


Figure 21: Énergie savings www.medenec-gtz.fr

Le projet vise aussi en utilisant les résultats de cette démonstration, à lancer une politique de maîtrise de l'énergie dans le secteur de l'habitat, par une sensibilisation des décideurs algériens et par un renforcement des capacités locales. Par la suite, les pouvoirs publics ont lancé un programme intitulé Eco-Bat. Ce programme vise à apporter le soutien financier et technique nécessaire à la réalisation de logements assurant une optimisation du confort intérieur en réduisant la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation. Dans ce cadre, il est prévu la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique répartis sur l'ensemble des zones climatiques, dans le cadre d'un partenariat entre l'APRUE et onze Offices de gestion et de promotion immobilière (OPGI) (APRUE, 2009). Le choix des wilayas tend à cibler l'ensemble des zones climatiques du pays afin de réaliser des variantes de logements bioclimatiques en fonction des conditions de chaque région. Et cette opération vise à démontrer.

Les possibilités d'intégration de l'efficacité énergétique dans la construction quelles que soient les conditions climatiques.

10.5. Caractéristiques énergétiques du secteur habitat :

L'habitat existant, n'est soumis à aucune réglementation sur les économies d'énergie.

Face à une hausse constante de la consommation de l'énergie électrique favorisée aussi bien par la croissance démographique que par l'extension de l'utilisation des produits électroménagers en Algérie, le concept d'efficacité énergétique se pose aujourd'hui avec acuité d'autant que le marché algérien regorge de produits fortement « énergivores ».

Le directeur général de l'Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE), M. Mohamed Salah Bouzriba, affirme dans ses propos que les équipements ménagers qui sont commercialisés sur le marché sont en majorité des produits bas de gamme qui consomment beaucoup d'énergie (**Bouzriba, 2018**).

10.5.1. La facture énergétique :

La maîtrise de la consommation d'énergie est une préoccupation majeure pour beaucoup de pays. À l'heure actuelle, ne pas songer à l'utilisation rationnelle de l'énergie, ne ferait qu'amplifier les factures énergétiques des consommateurs, parce que la hausse des prix des énergies non renouvelables a un impact direct sur la facture d'énergie. Cette dernière en perpétuelle hausse cause des contraintes sur le budget des ménages et les gens cherchent un compromis entre leur confort et leur facture ce qui montre l'importance des deux facteurs : confort et économies.

10.5.2. Les actions de maîtrise d'énergie dans l'habitat :

Les actions qui nous paraissent importantes à retenir pour la maîtrise de l'énergie dans l'habitat incluent :

- La mise au point d'outils pour les concepteurs de la construction.
- La promotion d'équipements électroménagers performants et efficaces.
- Une sensibilisation des concepteurs intervenant sur les grands programmes de construction.
- Des propositions validées, spécifiques aux zones climatiques, en vue d'une réglementation thermique et son application.

-La préparation de l'introduction de mécanismes financiers nationaux pour faciliter L'intégration, dans l'investissement initial, d'améliorations énergétiques.

11. Mise en application de la réglementation thermique des bâtiments:

La mise en application de la loi 99.09 relative à la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment s'est concrétisée par la promulgation le 24 avril 2000 d'un décret exécutif n°2000-90 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs.

Celle-ci a pour objectif l'introduction de l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation et autres et dans les parties de constructions réalisées comme extension des bâtiments existants.

Dans le cadre de cette réglementation le Centre National de la Recherche de l'industrie du Bâtiment [CNERIB] a préparé trois documents techniques réglementaires à l'usage des professionnels du bâtiment à savoir :

- **Le DTR.C 3-2** qui établit les règles de calcul des déperditions calorifiques d'hiver pour les bâtiments à usage d'habitation.
- **Le DTR.C 3-4** relatif aux règles de calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments à usage d'habitation.
- **Le DTR.C 3-31** relatif à la ventilation naturelle des locaux à usage d'habitation.

Cette réglementation dont la finalité est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment, laisse ainsi de larges possibilités aux concepteurs et aux maîtres d'ouvrage de choisir entre les performances thermiques globales du bâtiment aussi bien dans le choix des matériaux que la conception du cadre bâti.

La mise en application de cette réglementation permettra d'après nos estimations de réduire les besoins calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 40% pour les besoins en chauffage et en climatisation.

Cependant, sa mise en application effective nécessitera notamment, sa vulgarisation auprès des bureaux d'études, des architectes et des promoteurs à travers notamment des journées techniques dédiées à cet effet (**Dali, 2006**).

La finalité de cette réglementation est le renforcement de la performance énergétique globale du bâtiment et sa mise en application permettra d'appât l'APRU, de réduire les besoins

calorifiques de nouveaux logements de l'ordre de 30% à 40% pour les besoins en chauffage et climatisation.

12. L'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements :

12.1. Les équipements :

L'efficacité énergétique d'un logement est certes dépendante de l'isolation des parois vitrées et opaques mais les équipements de chauffage, de climatisation, d'éclairage et d'eau chaude sanitaire sont tous aussi importants dans le bilan énergétique d'un logement et demandent une attention particulière quant à leur utilisation.

12.1.1. Le système de chauffage :

Le chauffage des bâtiments d'habitation a représenté une part importante des charges supportées par les occupants des logements, au moins 50%, et cette part est devenue prépondérante depuis que fin 1973, les prix du fuel domestique et du fuel lourd ont respectivement doublé et triplé (**Bloch & Lainé, 1977**) C'est pourquoi, il est considéré comme étant l'un des aspects les plus importants à prendre en charge dans une opération de réhabilitation énergétique après l'isolation.

La demande de chaleur du bâtiment dépend directement de la différence entre température intérieure et température extérieure : $\Delta T = T_{int} - T_{ext}$. Les besoins en énergie sont à leur maximum en hiver quand ΔT est maximum. L'amplitude des besoins est définie par la qualité de l'isolation de l'enveloppe et par le taux de renouvellement d'air (Weber, 1991).

De plus, isoler des parois, ventiler et chauffer modérément permet de maintenir une bonne hygiène de vie et assure la conservation du bâtiment (**Moudjalled, 2007**).

Réduire les besoins en chauffage c'est l'équivalent de 30 % d'énergie non consommée. Augmenter d'un degré la température de consigne augmente de 6% la facture de chauffage (GPRT, Guide pratique/Rénovation thermique « Comprendre les enjeux de la rénovation thermique, 2009), mais n'amène pas forcément plus de confort. Le chauffage devient nécessaire lorsque les apports externes et internes n'arrivent plus à délivrer la température de consigne à l'intérieur du bâtiment.

La température pour laquelle le chauffage devient nécessaire se calcule comme suit :

$$T_e = T_i - Q_{gi} / H + 1$$

Avec : T_i : la température intérieure de consigne en période normale.

Q_{gi} : les apports internes et externes pour le mois considéré.

H : le coefficient de déperdition du logement en W/K (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**).

12.1.2. L'eau chaude sanitaire :

La réduction de nos besoins en eau chaude constitue un poste non-négligeable d'économie d'énergie. En effet, lorsque l'on met en place des systèmes d'économie d'eau, le besoin en eau Chaude baisse, et la facture énergétique également. Il faut donc penser à intégrer l'énergie solaire particulièrement efficace pour l'ECS (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**).

12.1.3. La climatisation :

Dans certaines régions chaudes, comme le cas de notre pays, une climatisation artificielle s'impose. En Algérie, la dernière décennie a vu la prolifération des équipements de climatisation, vu les prix attrayants de ces équipements et vu aussi les insupportables vagues de chaleur. La multiplication des climatiseurs pose donc des problèmes d'approvisionnement électrique à une échelle nationale en été.

En général, c'est seulement à propos du chauffage solaire qu'on vante les mérites de l'utilisation passive du soleil. Mais on peut aussi, dans la plupart des régions climatiser avec de simples moyens passifs qui effacent pratiquement toute surchauffe (Wright , 1979). Pour les climatisations existantes, la température de consigne ne doit jamais être inférieure de plus de 5°C par rapport à l'extérieur.

Le développement de la climatisation augmente significativement les consommations d'énergie et les émissions de gaz fluorés, qui n'existent pas à l'état naturel et dont l'impact sur l'effet de serre est de 1 000 à 8 000 fois supérieur à celui du CO₂ (**Gallauziaux & Fedullo, 2003**) et qui sont d'autre part source de pollutions visuelles et sanitaires d'importance variable selon la technique choisie.

12.1.4. L'éclairage :

Privilégier la lumière du jour en tant qu'élément de maîtrise des consommations d'électricité : elle constitue un apport gratuit d'éclairage, en plus du confort visuel qu'elle procure. Veiller toutefois, à ce que cet apport de lumière naturelle ne soit pas source d'inconfort en été, et prévoir des occultations extérieures sur les façades exposées au soleil.

L'éclairage représente en moyenne 10 à 15% de la facture totale d'électricité (**GPRT, 2009**)⁷
L'Apure et onze offices de promotion et de gestion immobilière (OPGI) ont signé en 2009 une convention de partenariat pour l'intégration de l'économie d'énergie dans le secteur de l'habitat

⁷ -GPRT : Guide pratique rénovation thermique

en lançant l'opération pilote de diffusion d'un million de lampes économiques (cf. Tab) dans le cadre du programme « Eco Lumière » A Pour objectif d'introduire l'éclairage performant dans les ménages, de réduire leur facture d'électricité et de favoriser à terme l'émergence d'un marché national de lampes à basse consommation. Ces lampes sont destinées à remplacer les lampes à incandescence.

Tableau 4: Efficacité des lampes basse consommation / lampes classiques (www.ademe.fr)

Lampe basse consommation	Lampe classique à incandescence	à	Flux lumineux (Lumens)
9W	40W		400
11W	50W		550
15W	60W		700
20W	75W		900
23W	100W		1200

12.1.5. La ventilation :

Le renouvellement de l'air intérieur est primordial pour la santé des habitants et pour la préservation du bâtiment. Mais l'évacuation de l'air peut aussi évacuer la chaleur. Il est donc important de distinguer les infiltrations, qui sont décrites par l'écoulement aléatoire de l'air extérieur à travers les fissures dans l'enveloppe du bâtiment du phénomène de ventilation (**Santamouris & Asimakopoulos, 1996**).

L'optimisation du système de ventilation est nécessaire lorsque l'isolation est renforcée. La ventilation peut être naturelle ou assistée mécaniquement. Ainsi, il est incontournable de maîtriser le renouvellement de l'air par un bon équipement de ventilation pour le confort des habitants et une bonne conservation du bâti.

Et pour que les systèmes de ventilation fonctionnent correctement, une bonne étanchéité à l'air est essentielle, et ceci dans le but d'assurer une bonne qualité de l'air, la conservation du bâti, un bon confort acoustique et thermique, et éviter le gaspillage d'énergie (**Carrié, Jobet, Fournier, Berthault, & Van Elslande, 2006**).

Dans l'existant, les gaines sont la plupart du temps passées dans les faux-plafonds du dégagement (Tab5). L'air naturel est insufflé dans les pièces par les portes (**Horn**).

Tableau 5: Les concepts de ventilation dans l'existant.

Les concepts de ventilation dans l'existant	Avantages et inconvénients
Ventilation par la fenêtre	n'est pas satisfaisant en raison des odeurs traversant le logement et l'y imprégnant
Simple extraction d'air par la cuisine et les pièces humides	n'est pas satisfaisant en raison de l'air froid qui traverse les pièces à vivre et de l'impossibilité de récupérer la chaleur.
Extracteurs individuels dans les murs extérieurs	n'est pas satisfaisant en raison d'un faible taux de récupération de chaleur et de la propagation des odeurs
Amenée et extraction d'air avec récupérateur de chaleur	satisfaisant avec une récupération de chaleur d'au moins 80 %. L'air humide et vicié est extrait dans les salles de bains et la cuisine. L'air naturel est introduit dans les chambres et le séjour.

Conclusion :

En Algérie, un grand nombre de logements ne semblent pas répondre aux exigences du confort thermique et d'économie d'énergie. Pour une bonne efficacité énergétique, nous devons prendre en considération une conception efficace du bâtiment et une performance des équipements de chauffage, ventilation et climatisation.

En augmentant l'efficacité énergétique, nous utilisons moins d'énergie et nous réduisons du même coup les émissions de gaz à effet de serre, protégeant ainsi l'environnement. La sécurité de l'approvisionnement en énergie s'en trouve également renforcée. Et n'oublions pas qu'en adoptant des solutions favorisant l'efficacité énergétique, nous dépensons moins d'argent pour l'énergie.

Dans Le chapitre qui suit, nous essayons de développer cette thématique pour l'Algérie et de comprendre les actions de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique proposée pour ce secteur portant notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire la consommation d'énergie liée au les techniques au niveau des matériaux de construction et d'isolation.

**CHAPITRE3 : SIMULATION THERMIQUE D'UN BATIMENT
COLLECTIF AADLA JIJEL.**

Introduction :

L'étude thermique des bâtiments a longtemps reposé sur une modélisation statique des phénomènes. Dans un contexte énergétique mondial tendu, la réalisation des bâtiments énergétiquement performants est un enjeu majeur des prochaines décennies, pour réussir à relâcher la pression qui pèse sur l'énergie et le climat. Or, le comportement thermique du bâtiment met en jeu de nombreux phénomènes dont certains effets, négligeables dans un bâtiment traditionnel, deviennent déterminants dans un bâtiment très isolé. C'est pourquoi, la simulation thermique est aujourd'hui un outil incontournable pour la recherche, le développement et la conception de bâtiments peu consommateurs d'énergie.

La cause de perte d'énergie revient à ce qu'on utilise toujours des matériaux favorisant les transferts thermiques entre l'espace intérieur et l'espace extérieur de l'enveloppe de la construction. Bien sûr, utiliser la double paroi en brique creuse comme étant l'enveloppe, sans isolant d'une part et d'autre part, une paroi bien isolée, n'est pas et ne sera jamais la même chose en termes de déperdition thermique. C'est ce que subissent nos constructions en Algérie pendant une période qui remonte d'aussi loin.

Actuellement, plusieurs matériaux d'isolation de l'enveloppe des bâtiments sont devenus d'actualité partout dans le monde et particulièrement en Algérie. Ceci nous a conduites à faire une simulation du comportement thermique d'un bâtiment à usage d'habitation du type location-vente en Algérie en intégrant un matériau isolant et le rendre ainsi moins énergivore. Cela nous permettra aussi de voir son incidence sur le gain d'énergie et par conséquent une réduction du coût énergétique.

Pour évaluer les performances du bâtiment étudié, on a utilisé le logiciel « ECOTECT » un outil informatique, permettant de déterminer les paramètres augmentant la performance énergétique d'un bâtiment existant afin de satisfaire les besoins de l'utilisateur. L'évaluation par simulation est plus flexible dans la mesure où elle permet d'évaluer les performances thermiques d'une construction tout en agissant à volonté sur les éléments de la construction. Pour ce, la recherche s'est accentuée sur les effets climatiques les plus perceptibles affectant directement l'espace et les usagers de cet espace.

En phase de réhabilitation, la géométrie, la volumétrie, l'implantation et l'orientation sont imposées par le projet existant. Parmi les paramètres, sur lesquels peut agir le concepteur pour améliorer les conditions du confort thermique, on peut citer l'isolation de l'enveloppe du bâtiment, l'inertie du bâtiment et les parois vitrées, ...

1. Présentation de projet logement AADL quartier Assous :

-L'ouvrage à étudier est un bâtiment R+5 et R+9, à usage résidentiel est situé au POS N°2 de « Beau-marché », le quartier se situe à l'Ouest du centre-ville au bord de la mer méditerranéenne, il se compose de 200 logements.



Figure 22: quartier Assous source : (Google Earth)



Figure 23: quartier Assous source :(Google Earth)

Le maître d'ouvrage du projet c'est l'OPGI de Jijel.

Il est suivi par le Bureau d'études en architecture et urbanisme « HAMDI », et réalisé par l'entreprise : SARL Saidi Sofiane tous travaux.

Le terrain où est implanté le projet 200 logements AADL, se situe sur l'ancien emplacement de la cité Assous, aujourd'hui démolie le terrain est délimité comme suit :

- Au nord-ouest : par la rue de l'ALN et le projet BIROUK (en cours de réalisation)
- Au sud-est : par les logements EPLF (R+5)
- Au sud-ouest : par la rue Abdelhamid Ben Badis prolongée
- Au nord-est : par des habitations individuelles.



Figure 24 : Plan de masse :source(Google earth)

2. Aperçu sur le climat de la ville de Jijel :

Le quartier est située à: Une latitude de 36,7°N et une longitude de 5,7° E.

2.1. La température :

La région de Jijel est caractérisée par un climat méditerranéen pluvieux et froid en hiver, et chaud en été. Les températures varient entre 20°C et 35°C en été et de 5°C à 15°C en hiver

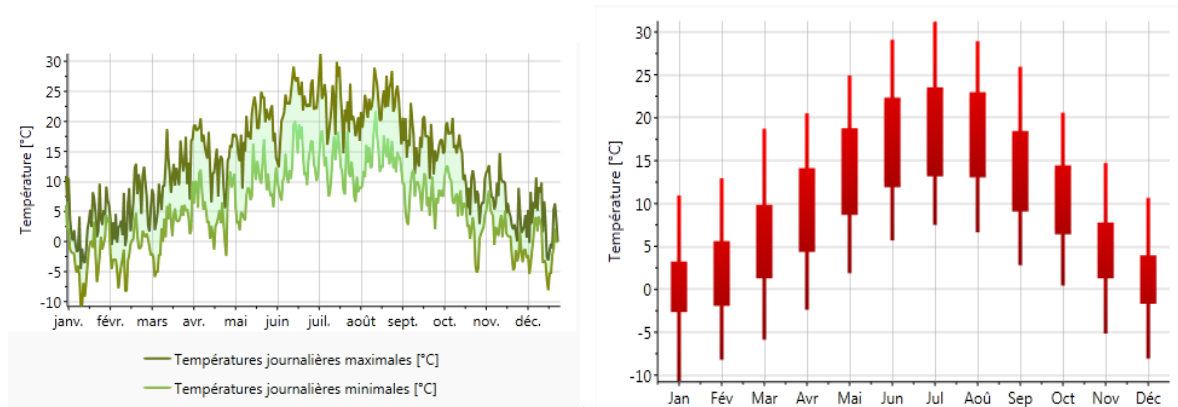


Figure 25 : courbes de température de l'air de la ville de Jijel, source (météonorm ,2019)

2.2. L'humidité:

L'humidité relative connaît une variation diurne et saisonnière. Elle est très importante surtout en été (des fois elle est supérieure à 90 %).

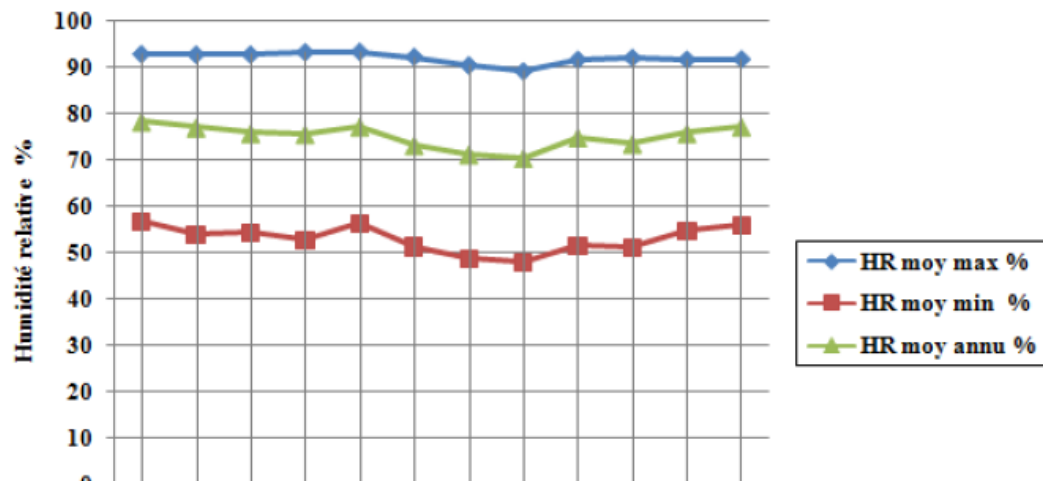


Figure 26 : courbes de l'humidité de la ville de Jijel, source : (meteonorm ,2019)

2.3. L'ensoleillement :

Pendant le mois de juin : les heures de l'ensoleillement est de 16 h (le mois ou le ciel est plus clair).

Pendant le mois de décembre : les heures de l'ensoleillement est de 8h(le mois ou le ciel est couvert).

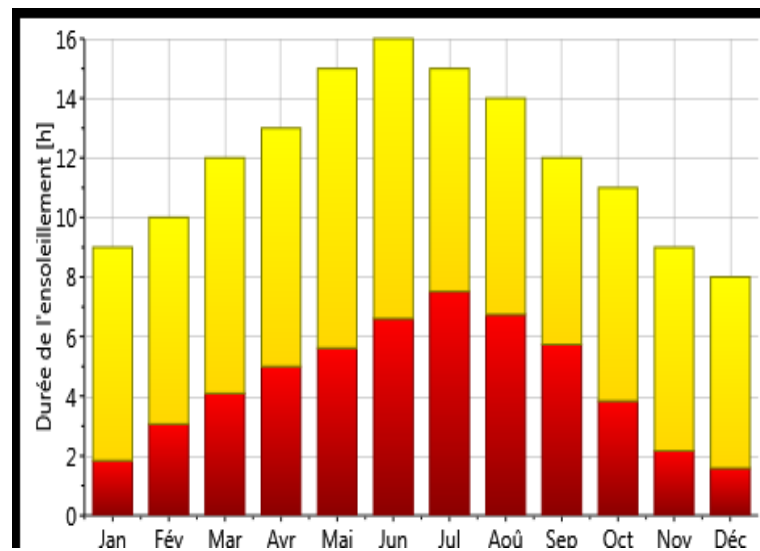


Figure 27 : colonnes graphique de l'ensoleillement de la ville de, source : (meteonorm ,2019)

2.4. Le régime des vents :

La vitesse moyenne des vents à Jijel est de l'ordre de 20 m/s. Les vents dominants dans la ville de Jijel sont de direction Nord Est et Nord-Ouest.

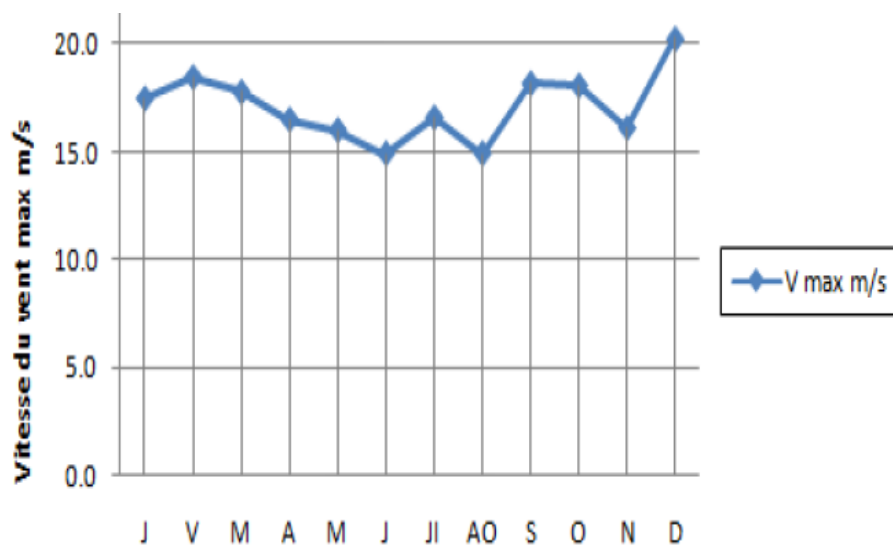


Figure 28: courbe de régime des vents de la ville de Jijel, source : (meteonorm ,2019)

2.5. Les précipitations :

La moyenne annuelle des précipitations est de 110 mm Les précipitations sont réparties comme suit :

- Une courte période de sécheresse s'étalant du mois de mai au mois d'octobre (c'est la période d'été), durant laquelle les précipitations sont rares, car la précipitation minimale est enregistrée au mois de Juillet (le mois le plus sec).

- Une longue période abondante en précipitations s'étalant du mois de novembre jusqu'au mois de avril (c'est la période la plus pluvieux). Les précipitations maximales sont enregistrées au mois de décembre.

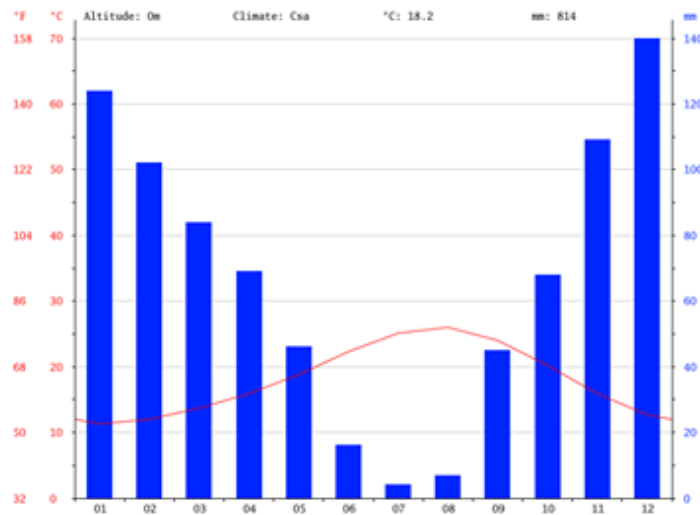


Figure 29: courbe de des précipitations de la ville de Jijel analysées ,source : (meteonorm ,2019)

3. Organisation du projet :

Avec des espaces libres occupés par des parkings, des espaces verts, des petites placettes et des espaces de jeux au milieu du terrain. Les immeubles, de R+5 et R+9, sont conçus en barres et en tours et implantés dans un terrain de bonne accessibilité et d'une situation stratégique, le terrain est situé en face la mer.



Figure 30: L'implantation du projet.
Source : (Google earth)

3.1. Analyse des façades :

Les façades ont été organisées selon le principe d'un rythme et d'une symétrie apparente, le même type d'ouverture, avec une volumétrie très simple. Avec une négligence des brises soleil et des éléments de décoration



Figure 31: Façade Sud-est
Source : (BET HAMDI, 2002)

3.2. Analyse des plans :

Les caractéristiques géométriques de l'ouvrage sont récapitulées dans le tableau suivant:

Tableau 6:Caractéristiques géométriques

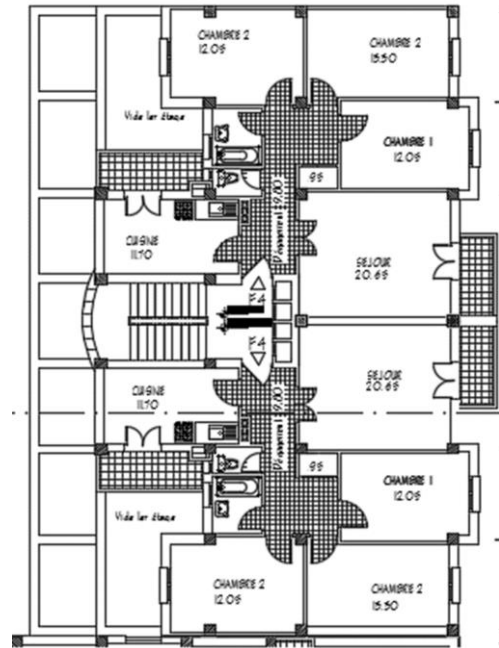
Dimension(m)	Bâtiment barre
Hauteur du rez de chaussée	3,51
Hauteur des étages courants	3 ,06
Hauteur totale (sans l'acrotère)	22,07
surface en plan F3- F4(en m2)	70 ,35 -84,54

Bâtiment barre :

Un bâtiment de type barre, d'un gabarit de R+5 comportant 10 logements, Dans ce projet, les blocs contiennent deux variante de type F3 et F4 composée des espaces suivants :

Tableau 7: les surfaces des pièces en m2.

Espaces	Appartement F3	Appartement F4
Séjours	19,50	20,65
Chambre 1	13,30	13,30
Chambre 2	12,75	12,05
Chambre 3	—	12,05
Cuisine	11,70	11,70
Couloire	7,75	9,80
SDB+WC	4,45	4,45
Séchoirs	4,08	4,08
Balcon	3,24	3,24

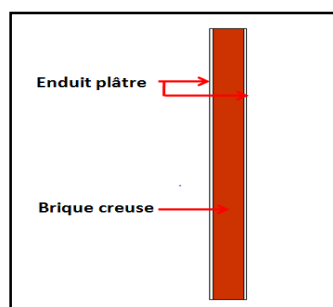
Figure 32: vue en plan :
Source : (BET HAMDI, 2002).

3.3. Présentation des différents éléments constructifs du logement :

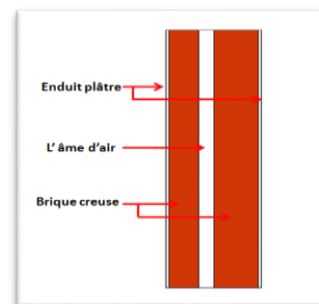
3.3.1. Éléments constructifs de l'enveloppe :

Le système ossature des blocs est en poteaux poutre de type traditionnel avec une enveloppe extérieure de 30 cm, qui se compose d'une lame d'air de 5 cm comme isolant et des cloisons en brique de 15 cm et de 10 cm, les matériaux de construction utilisés sont comme suite :

- Brique et hourdie ordinaire et brique creuse.
- Béton des granulats courants (gravier, sable et ciment).
- Mortier, Enduits de plâtre, ciment et peinture simple.



(1)



(2)

Figure 33 : éléments constructifs des murs, (1) intérieur (2) extérieur (source : auteur)

Les matériaux de constructions constituant l'enveloppe du bâtiment sont :

- Le type de vitrage utilisé est vitrage simple avec une menuiserie en bois de même forme et même taille pour toute les façades quel que soit leur orientation.

- Plancher en corps creux de 16cm d'épaisseur avec une dalle de compression de 5 cm ;
- Portes en bois et portes en métal. La toiture est horizontale et inaccessible ; son étanchéité à l'eau pluviale, est à base de bitume, de feutre et de pax aluminium réfléchissant. Une couche de presque 8cm de gravier roulé qui protège l'étanchéité de la force de poinçonnement. Cette toiture comporte aussi un isolant de 40mm de polystyrène.

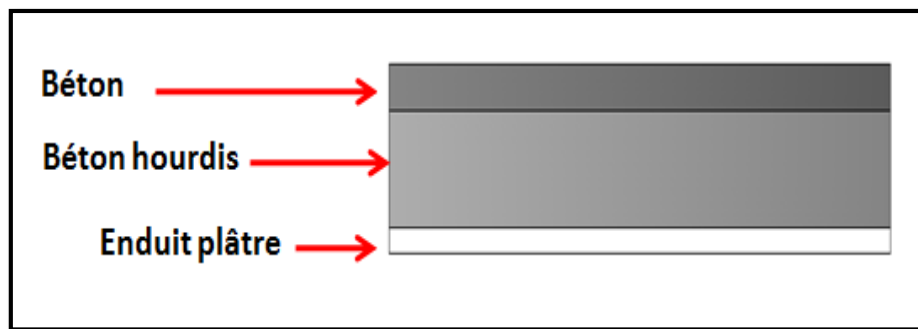


Figure 34 : Schéma de toiture (source : auteur)

4. présentation de la simulation et de la méthodologie d'étude :

4.1. Objectif de l'étude :

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'évolution de température intérieure en fonction des mesures d'efficacité énergétique, les éléments entrants dans la détermination d'efficacité énergétique, afin de refléter au plus près la réalité du bâtiment public en Algérie:

1-L'évaluation des températures actuelles du cas d'étude, en fonction du changement du climat et des données temporaires, qui correspondent, d'après les données météo la journée la plus froide est le premier janvier et la plus chaude est le 14 aout.

2-L'évaluation des températures, (mesure des paramètres variables...), à partir d'un test des différentes réponses et solutions architecturales alternatives proposées.

4.2. Période de simulation:

Dans un fichier météo préparé par l'utilisateur, doivent figurer :

- L'altitude du site.
- La latitude.

- La longitude.
- Le temps par rapport au méridien.
- La période de la simulation.
- La température du sol.
- les valeurs horaires pour le rayonnement solaire (global et diffus) en W/m^2 , la couverture du ciel (entre 0-1), les températures extérieures en $^{\circ}C$, les humidités relatives en %, la vitesse du vent en m/s ainsi que sa direction en ($^{\circ}$).

Les données météo peuvent être affichées sous forme de tableau ou de graphe

4.3. Apports internes :

Les conditions climatiques ainsi que les charges internes sont des paramètres principaux pour le calcul. Chaque espace dans l'appartement est doté de ses propres apports qui lui sont adaptés en ce qui concerne la stratégie d'occupation, le taux de renouvellement d'air, les gains d'éclairage, des occupants et des équipements. L'ajout d'un appareil de chauffage ou de climatisation avec des thermostats réglables.

Le comportement du bâtiment dépend de paramètres intrinsèques de son enveloppe, mais également de son environnement et de ses occupants. Les hypothèses comportementales sont donc primordiales. Elles ont été également intégrées par le biais de l'ouverture des fenêtres et l'utilisation possible des volets.

Pour assurer un taux de renouvellement de l'air obligatoire et hygiénique, une stratégie d'ouverture est définie pour chaque période pour les fenêtres donnant sur l'extérieur, on a supposé que les occupants ouvrent les fenêtres les matins, et les soirs après 18 h au printemps, alors qu'en été, les fenêtres sont maintenues closes pendant la période diurne et sont ouvertes la nuit pour une ventilation transversale nocturne et tôt le matin. Deux scénarii d'occupation ont été définis correspondant à la semaine et au weekend.

4.4. Composition des parois et propriétés des matériaux :

L'enveloppe du bâtiment joue un rôle de séparation thermique entre l'ambiance intérieure et extérieure, elle intervient comme stockage de la chaleur dans le bâtiment et comme distributeur de cette dernière à l'air intérieur et extérieur Le bâtiment est à lui seul un système qui est composé de sous-ensembles. Chaque sous-ensemble est caractérisé par de nombreux paramètres définis par leurs propriétés thermo physiques.

Tableau 8: Propriétés thermo physiques des matériaux de construction utilisés.

Paroi	Matériau	Epaisseur (cm)	Conductivité λ (W/m.K)	Capacité thermique C (j/kg ^o k)	Densité (kg/m ³)
Mur extérieur	Enduit de ciment	(2cm)	0.800	1008	1700
	brique creuse	(15cm)	0.42	1008.44	700
	lame d'air (scénario1)	(5cm)	5.560	1004	1.3
	polystyrène	(5cm)	0.042	1450	18
	(scénario2)	(10cm)	0.42	1008.44	700
	brique creuse	(2cm)	0.4	1008	1000
Mur de séparation en béton	Enduit de plâtre	(2cm)	0.35	1008	1000
	béton	(10cm)	1.45	1080	2150
	Enduit de plâtre	(2cm)	0.35	1008	1000
Mur de séparation en brique (intérieur)	Enduit de plâtre	(2cm)	0.35	1008	1000
	brique creuse	(10cm)	0.42	1008.44	700
	Enduit de plâtre	(2cm)	0.35	1008	1000
Toiture terrasse	Enduit de plâtre	(2cm)	0.35	1008	1000
	dalle en béton	(20cm)	1.45	1080	2150
	plaques de liège	(4cm)	0.049	1560	125
	feutre de bitume	(2.5mm)	4	1500	715
	graviers	(5cm)	1.2	792	1500

5. Analyse architecturale du cas d'étude :

5.1.Situation du bâtiment d'étude :

Le bâtiment choisi est orienté Nord-est, Le choix de bâtiment résulte de l'implantation de bloc et rapport entre la surface extérieur total de façade et le volume habitable total. Il est composé de deux façades, de six niveaux :

5.2. Description du logement :

La composition du logement s'articule autour d'un espace central, le hall et tous les espaces techniques sont regroupés dans la même zone. Une des façades de l'immeuble est agrémentée de deux balcons.

Notre étude porte sur deux logements situés respectivement au 1^{er} étage (étage courant) et au dernier niveau (5^{ème} étage).

6. La simulation thermique (la rénovation d'un bâtiment) :

6.1. Scénario d'occupation et d'utilisation des espaces de l'appartement :

Tableau 9: périodes de simulation et les logements d'études.

Périodes de simulation	Logements étudiés
-Période hivernale (1 ^{er} janvier).	-Etage intermédiaire (étage courant).
-Période estivale (14 Aout).	-Dernier étage (sous toiture).

-dans le cas d'étude on a fait premièrement la simulation pour avoir les données de référence avec lame d'air, l'état actuel des choses qui devient système d'air.

-dans le cas de réhabilitation énergétique en remplace la lame d'air par un isolant qui est le polystyrène plus utilisée parce que le moins cher par rapport les autres isolants.

-le troisième cas voir les paramétré de simulation intervenu par rapport la position de logement : étage courant et étage sous toiture (souffre de plus).

On entend par scénario d'occupation et d'utilisation de deux logements le nombre d'occupants et les horaires de leur présence. Les deux cellules d'expérimentation sont occupées de ménages de 7 membres. Avec une présence permanente des occupants estimée à 100% de 20h à 7h du matin, ce pourcentage de présence varie d'un ménage à un autre le reste de la journée et selon la saison.

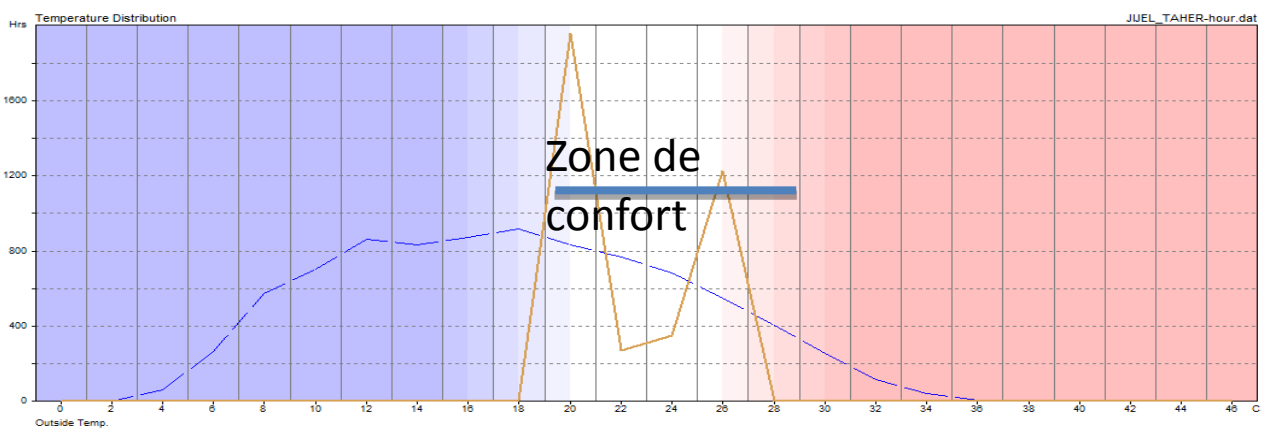


Figure 35 : la distribution de température annuelle (auteur 2019).

Les mesures réalisées au mois de janvier et aout ont montré respectivement un comportement thermique stable avec des températures d'air intérieures de 20°C en hiver et 26°C en été. Par contre l'humidité relative a enregistré de valeur fixée de 60%. Les occupants ont trouvé l'ambiance thermique en hiver acceptable en comparaison à la saison chaude mais ils préféraient quand même qu'il fasse plus chaud à certaines heures de la journée (surtout la nuit). Certains ajustements comportementaux ont été signalés notamment telle que la vêtüre.

6.2. Evaluation de la performance thermique du bâtiment après l'isolation de l'enveloppe avec le polystyrène :

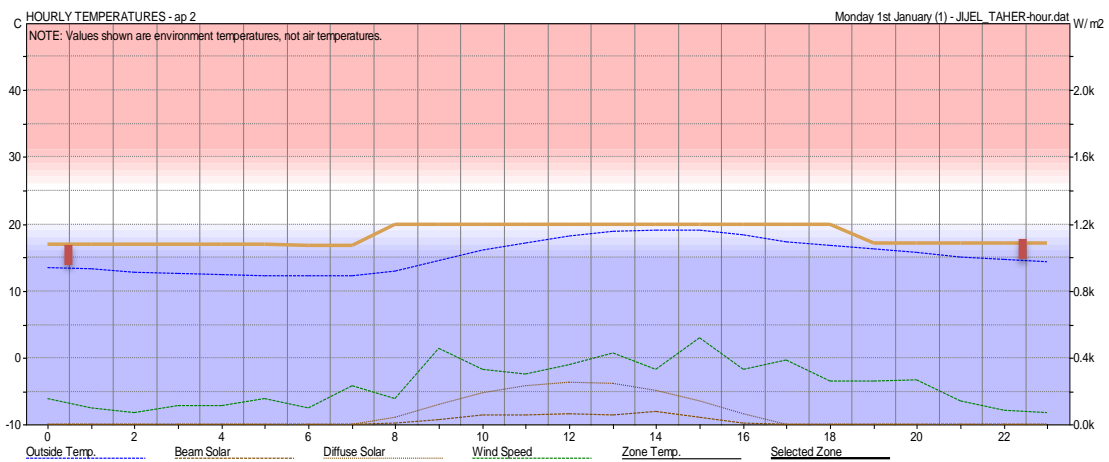


Figure 36: température horaire extérieur et intérieur avec lame d'air dans la période hivernal (Source : Auteur 2019)

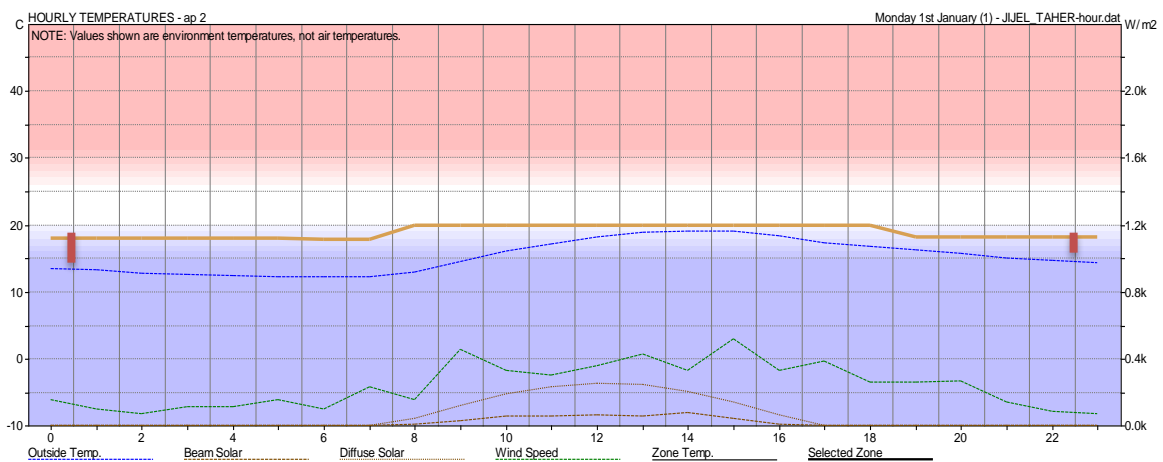


Figure 37 : température horaire extérieur et intérieur avec polystyrène dans la période hivernal (Source : Auteur)

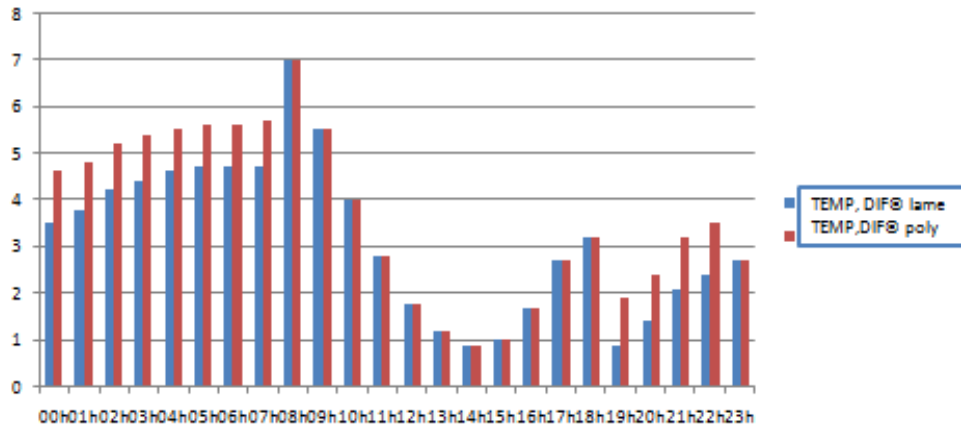


Figure 38 : la déifrent température entre la paroi avec lame d'air et la paroi avec polystyrène dans la période hivernal (Source : Auteur)

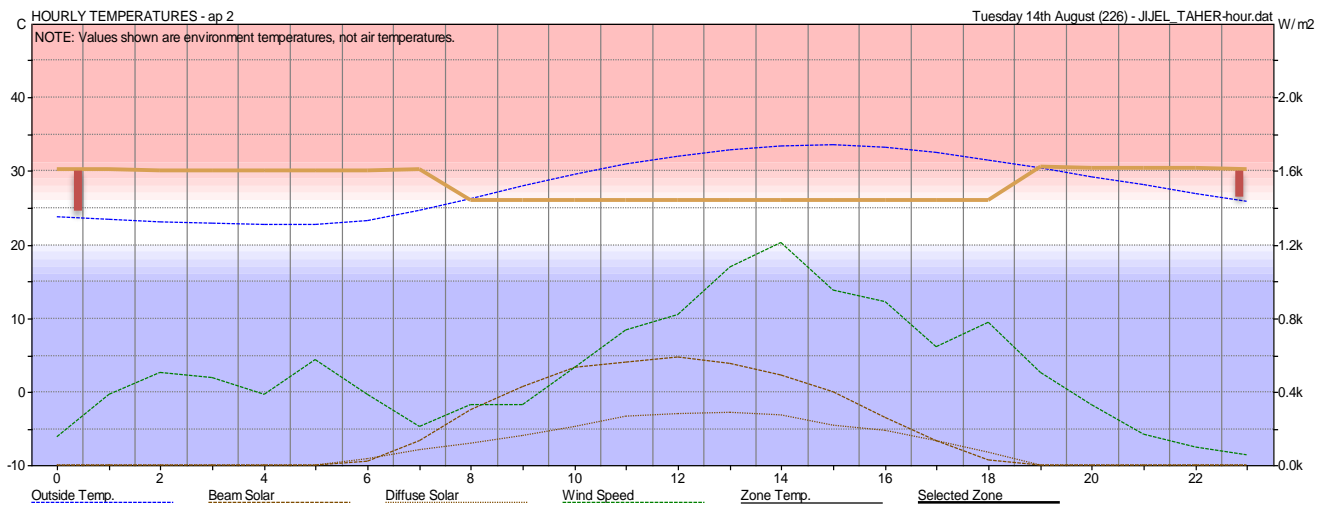


Figure 39: température horaire extérieur et intérieur de la paroi avec lame d'air dans la période estival (Source : Auteur)

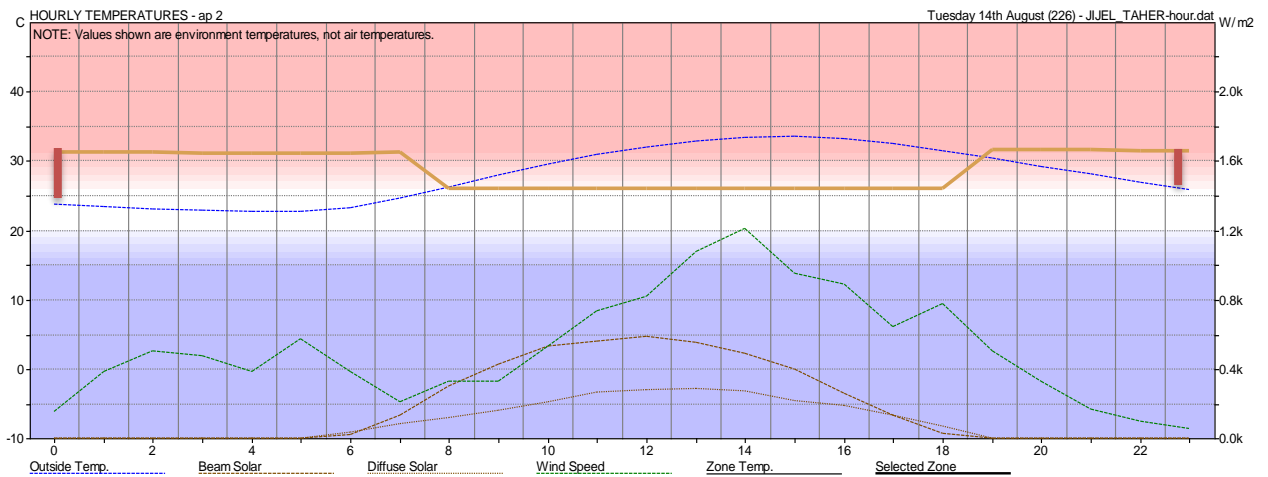


Figure 40: température horaire extérieur et intérieur la paroi avec polystyrène dans la période estival (Source : Auteur)

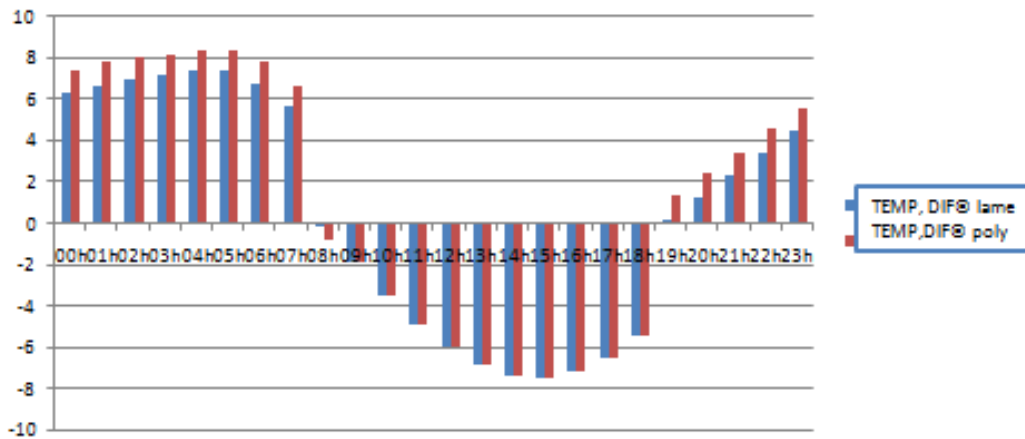


Figure 41: différent température entre la paroi avec polystyrène et la paroi d'origine dans la période estivale
(Source : Auteur)

Les résultats ont donné des résultats presque similaires avec une différence maximale de 7°C en faveur de la paroi avec lame d'air) dans la période hivernale et 8,4°C dans la période estivale.

La valeur maximale de la température des journées simulée dans la période estivale a atteint 33,5°C à 15 heures en même temps que la paroi avec polystyrène. Par contre la valeur minimale qui est de l'ordre de 22,7°C, supérieure de 7,5°C à celle de la paroi avec le polystyrène et dans la période hivernale la valeur maximale de température des journées est 19,1°C à 14h par contre la valeur minimale est de l'ordre de 12,2 °C avec une différence de 7°C . On remarque que la paroi comportant un polystyrène a été plus performante que celle avec la lame d'air en période hivernale et estivale.

6.3. Comparaison de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période hivernale et estivale:

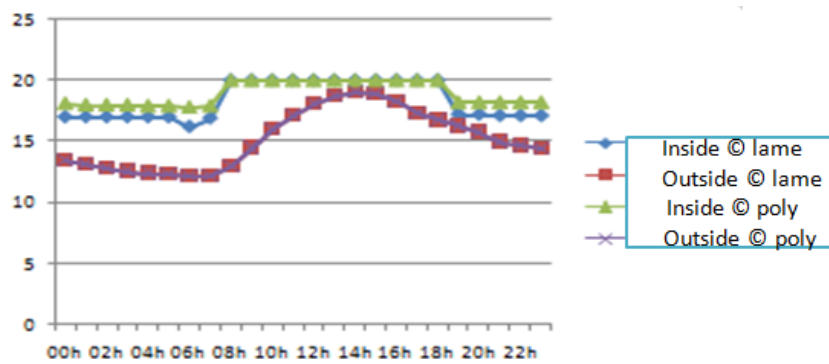


Figure 42 : Variation horaire de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période hivernal
(Source : Auteur)

- Dans la période hivernale :

-La température extérieure est inférieure à la température intérieure.

-La température de logement isolée est supérieure de la température de logement standard.

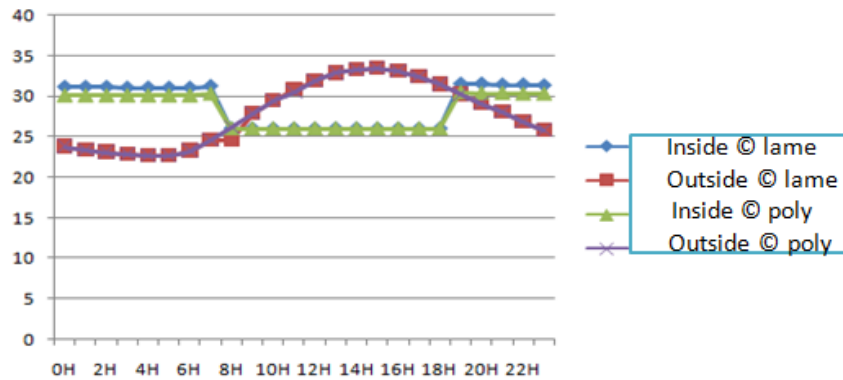


Figure 43: Variation horaire de la température extérieure et intérieure au dernier étage de la période estivale (Source : Auteur)

- Dans la période estivale

-19h- 8h du matin (c-à-d-la nuit) la température extérieure est inférieure à la température intérieure.

-le jour la température extérieure est supérieur à la température intérieure.

- La température de nuit de logement isolée est inferieur de la température de logement standard.

Il résulte que le facteur de réponse dans le logement avec lame d'air est 5,9 et dans le cas d'un bâtiment isolée le facteur est 7,66 de toute l'année.

6.4. Comparaison de la température différente entre l'extérieur et l'intérieur à l'étage intermédiaire et dernier étage de la période hivernale et estivale:

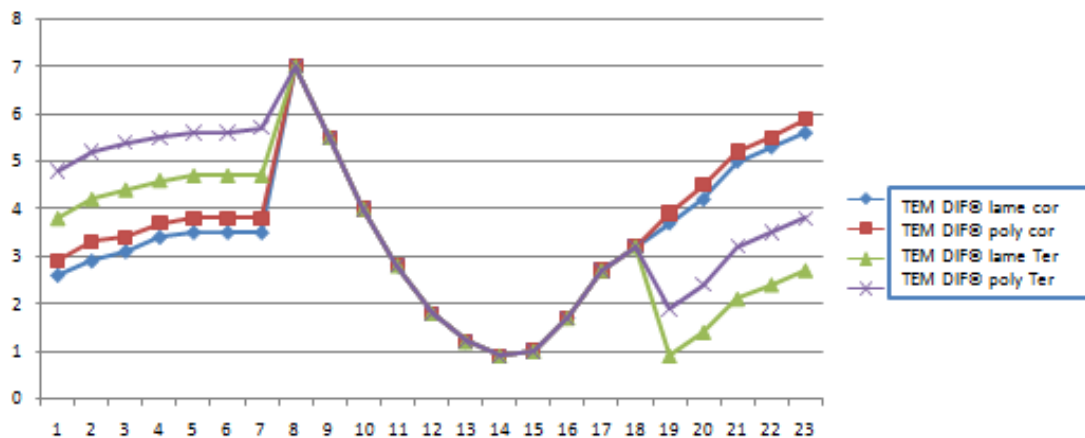


Figure 44: différence entre les températures extérieure et Intérieure à l'étage intermédiaire et dernier étage de la période hivernale (Source : Auteur).

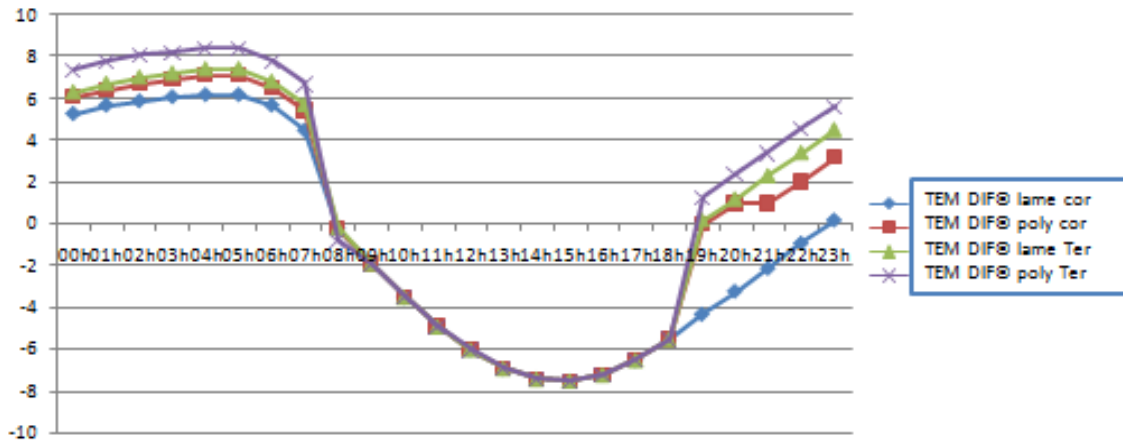


Figure 45 : différence entre les températures extérieure et Intérieure à l'étage intermédiaire et le dernier étage (Source : Auteur).

-Dans les horaires de (18h-08h) on remarque que la différence des températures ont augmenté.

-Et dans les horaires de nuit se produit un changement thermique dans l'intervalle de confort.

-La comparaison des différentes températures enregistrées dans les différents étages du bâtiment montre que le coefficient de déperdition (DP) dans le dernier étage est plus que la déperdition(DP) dans l'étage courant. Parce que les apports de chaleur sont amortis par les parois et le terrasse.

7. Besoin énergétique :

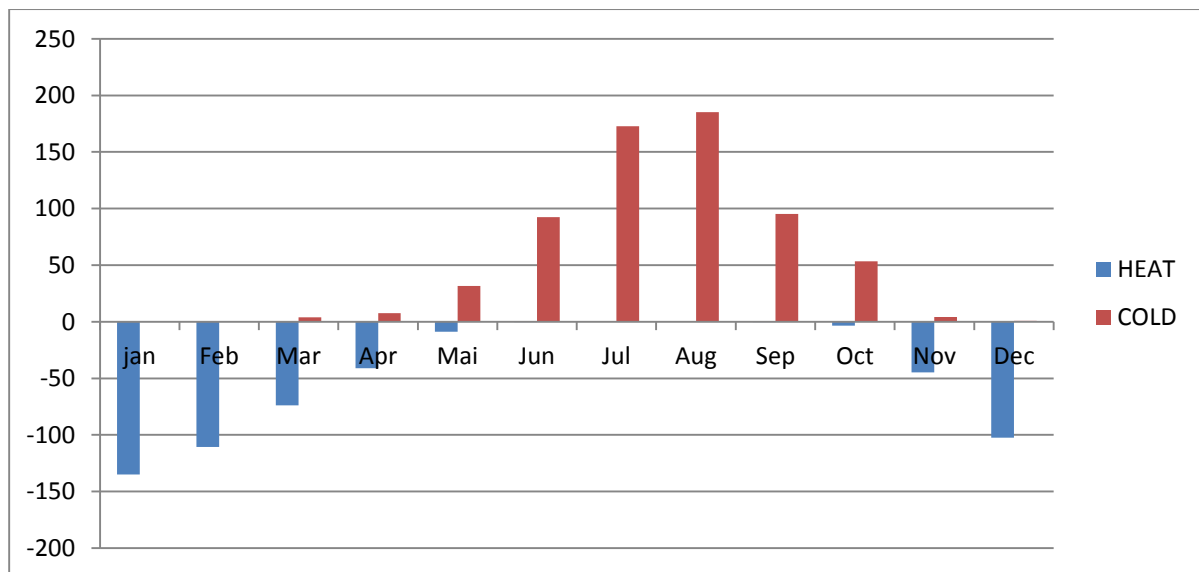


Figure 46: la consommation énergétique du chauffage et du climatiseur en KWh durant l'année (Source : Auteur).

La courbe ci-dessus représente, la consommation énergétique de chaque mois de chauffage (rouge) et de refroidissement (bleu) en KWh. On remarque que la quantité d'énergie consommée de climatisation, est beaucoup plus importante que celle du chauffage dans le climat de Jijel. Ceci est par le faite que la partie hivernale et la partie estivale ont presque la même durée jusqu'à 5 à 6 mois.

7.1.Analyse de la courbe de l'énergie consommée :

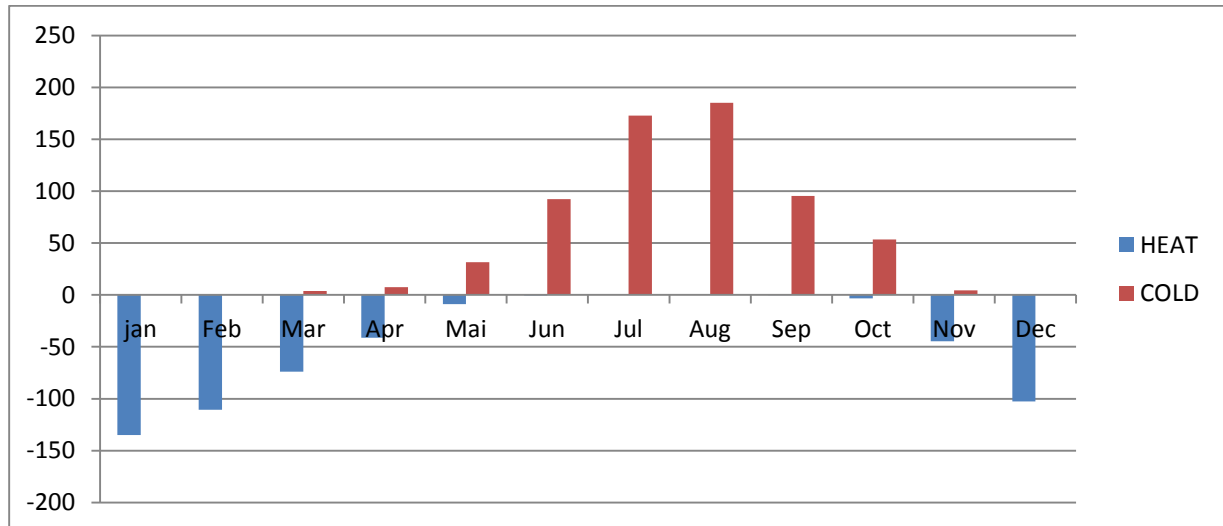


Figure 47 : la consommation énergétique du chauffage Climatisation d'un bâtiment standard (Source : Auteur).

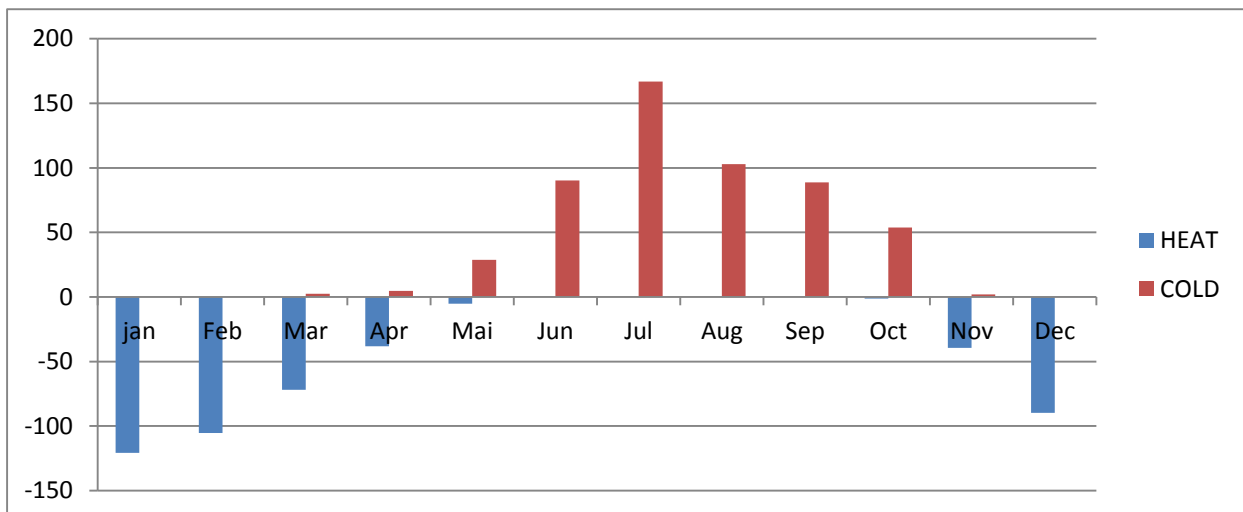


Figure 48: la consommation énergétique du chauffage et climatisation d'un bâtiment isolée (Source : Auteur).

Les graphes ci-dessus, représentent la comparaison entre les deux modes de construction, ils nous montrent que la consommation de chauffage diminue d'au moins 22.81% dans la

construction isolée. Ceci nous prouve, qu'en hiver avec une durée de minimum 06 mois à Jijel, les déperditions de chaleur seront diminuées par l'augmentation de la résistance thermique des parois opaques.

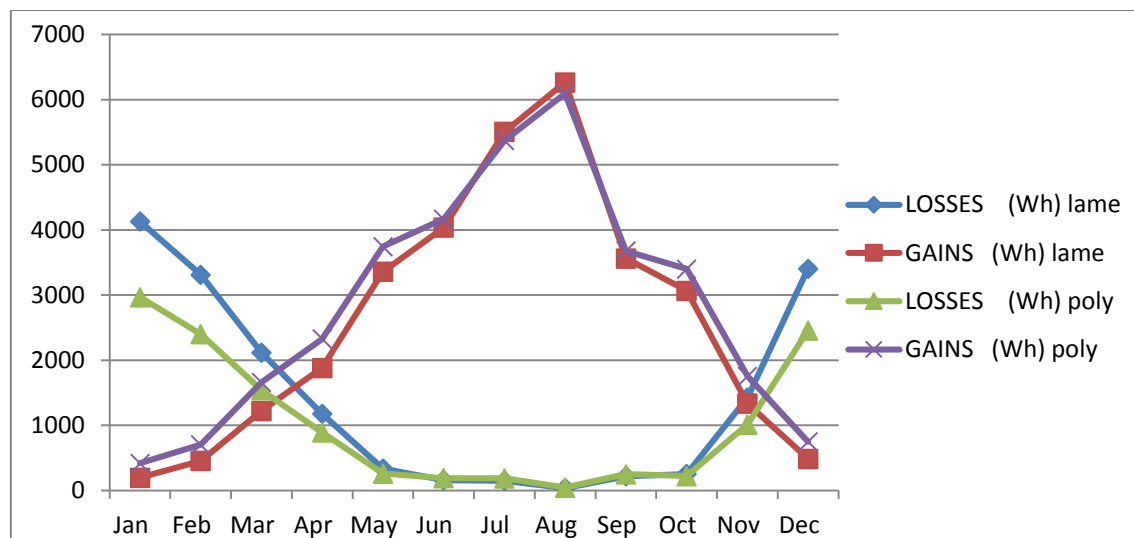


Figure 49: les pertes et les gains énergétiques à travers les parois opaques durant l'année d'un bâtiment standard et un bâtiment isolé, période hivernale : (Source : Auteur).

Les graphes représentent, le transfert du flux thermique à travers les parois opaques et les fenêtres pour chaque mois de l'année. Chaque graphe est représenté dans la légende avec une couleur.

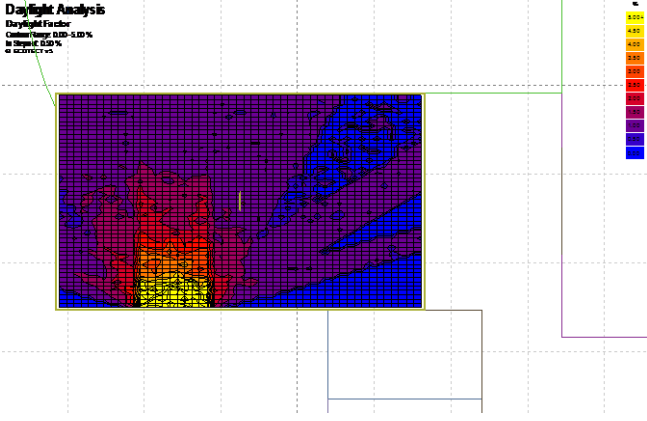
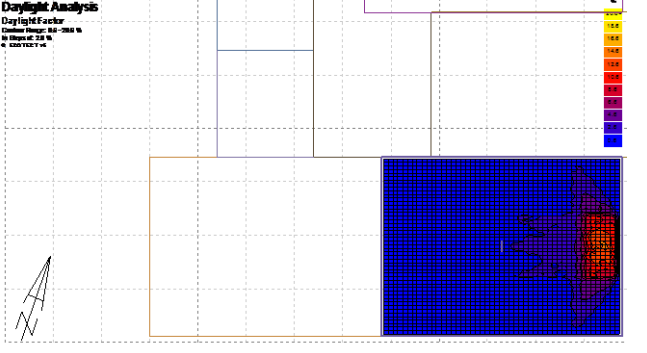
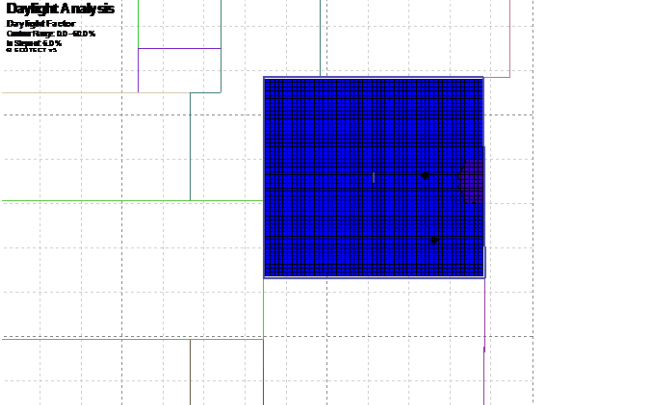
Pour les pertes dans un bâtiment énergivore (couleur bleu) et les gains (couleur rouge) et pour les pertes dans un bâtiment isolé (couleur vert) et les gains (couleur mauve), on remarque qu'il y'a une déperdition importante au niveau des murs et des fenêtres en période d'hiver, et un gain de chaleur en période d'été. Ceci s'explique par le fait qu'en hiver la température est très basse dans le milieu extérieur du bâtiment, et oblige le flux thermique de sortir du milieu intérieur à travers les murs. Le contraire est vrai lorsque le milieu intérieur est plus froid que celui de l'extérieur, c'est la partie qui représente tous les flux qui sont au-dessus du zéro de notre graphe, et qui sont considérés comme un gain de chaleur. Bien sûr, il faudra éviter toute perte de chaleur en hiver et tout gain en été, c'est-à-dire le contraire de ce qui se passe sur notre graphe, afin de maîtriser la consommation énergétique en matière de chauffage et de refroidissement.

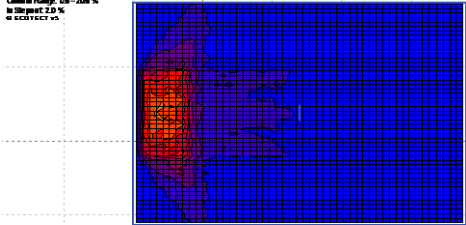
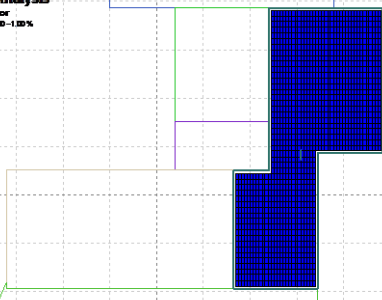
Les histogrammes au-dessus. On remarque, que les déperditions thermiques (Wh) au niveau de bâtiment non isolé est plus que dans un bâtiment isolé et les gains thermiques (Wh) au niveau de bâtiment non isolé est moins que dans un bâtiment isolé.

8. Analyse d'éclairage :

Sur notre travail pour faire l'analyse d'éclairage naturel on a calculée le niveau d'éclairage sur la table de référence 0,8m du bâtiment d'étude :

Tableau 10: l'analyse d'éclairage naturel et le niveau d'éclairage.

Pièce	Plan	Observation
Cuisine (Sud)	 <p>The image shows a daylight analysis plan for the kitchen (Sud). It features a color-coded grid representing illuminance levels. A legend on the right indicates values from 0.00% (blue) to 22.80% (yellow). The kitchen area is predominantly colored in yellow and red, indicating high illuminance levels. A north arrow is present in the bottom left corner.</p>	<p>La zone est presque entièrement en jaune et en rouge que signifie le niveau d'éclairage est très élevé (22,8%).</p>
Chambre(Est)	 <p>The image shows a daylight analysis plan for the bedroom (Est). The grid is mostly blue, indicating low illuminance levels. A legend on the right shows values from 0.00% (blue) to 8.80% (red). A north arrow is located in the bottom left corner.</p>	<p>La zone est presque en bleu et un peu en rouge que signifie le niveau d'éclairage faible (2,8-8 ,8%)</p>
Séjour(Nord)	 <p>The image shows a daylight analysis plan for the living room (Nord). The grid is almost entirely blue, indicating very low illuminance levels. A legend on the right shows values from 0.00% (blue) to 2.80% (red). A north arrow is in the bottom left corner.</p>	<p>la zone est totalement bleue que signifie la surface sombre et le niveau d'éclairage très faible (2 ,8%)</p>

Chambre (Ouest)	 <p>Daylight Analysis Daylight Factor Color Range: 0.0 - 200 % In the plot: 2.0 % © ECOTECT v5</p>	La zone est presque en bleu et un peu en rouge que signifie le niveau d'éclairage faible (4,8-8 ,8%)
Espace de circulation	 <p>Daylight Analysis Daylight Factor Color Range: 0.00 - 1.00 % In the plot: 0.10 % © ECOTECT v5</p>	la zone est totalement bleu que signifie la surface sombre et le niveau d'éclairage faible (0-1%)

La quantité de rayonnement solaire reçue par l'enveloppe d'un bâtiment peut être minimisée en toute période de l'année en jouant sur la forme et l'orientation du plan par rapport au soleil ; la hauteur du bâtiment exposée au soleil.

Le bâtiment d'étude à deux façades sur l'extérieur :

-La façade Sud-ouest du bâtiment donne sur une cour, elle est en partie protégée par l'environnement extérieur « vis-à-vis », mais qui reste insuffisant.

- La façade Nord-est est sujette aux apports solaires d'été, cependant elle est peu protégée des apports solaires d'hiver.

CONCLUSION :

Ce travail concrétise une étude comparative relative à l'efficacité énergétique, entre un bâtiment standard et un bâtiment efficace (isolé). Nous pouvons conclure que la simulation par le logiciel ECOTECT,

Les résultats de recherches montrent l'efficacité de l'isolation thermique sous différents climats, dans la création du confort thermique et la réduction de la consommation énergétique.

D'autres applications et recherches montrent que, si pour réduire les besoins en chauffage et en climatisation, des « solutions universelles », indépendantes de la zone géographique, semblent se détacher, telles que l'installation de fenêtres performantes, l'utilisation des

matériaux d'isolation performants ou encore la ventilation mécanique assistée. L'enjeu dans le bâti existant est de parvenir à faire évoluer les pratiques de réhabilitation ainsi que les modes d'habiter vers un comportement plus vertueux tout en conservant les qualités spécifiques de chaque bâti.

L'objectif de ce travail ayant été de tester des solutions en variant les isolants. Celles qui semblent constituer un bon compromis sont les suivantes : l'isolation extérieure de l'enveloppe du bâtiment, l'isolation de la toiture. La mise en œuvre de ces différentes mesures a permis de réduire les consommations d'énergie pour la climatisation jusqu'à 22%.

Conclusion générale :

La rénovation énergétique des logements existants est un enjeu majeur pour réduire la consommation énergétique des occupants ,le concept majeur de la rénovation ou réhabilitation thermique est de réduire les déperditions en saison froide et les gains en saison chaude, et pour cela il faut améliorer chacune des composantes de l'enveloppe sachant qu'une mauvaise conception thermique induit un surdimensionnement des équipements et une surconsommation d'énergie ce qui a un coût financier et environnemental.

L'isolation des parois opaques est la solution la plus répandue et la plus appliquée parce que la réduction des besoins énergétiques d'un bâtiment passe par la qualité de son isolation dans le maintien du confort thermique et dans la réduction des consommations énergétiques. Aujourd'hui, Il faut absolument intégrer l'efficacité énergétique dans toute sa dimension dans la conception des maisons, développer de nouveaux matériaux contribuant à l'efficacité énergétique pour un développement durable. Pour cela, il est nécessaire pour l'Algérie de développer une stratégie nationale d'efficacité énergétique dans le bâtiment, non seulement pour préserver les ressources énergétiques mais aussi pour assurer une rentabilité économique des projets. L'enjeu de l'efficacité énergétique pour l'Algérie n'est pas uniquement environnemental mais aussi économique : une réduction de la consommation de l'énergie permettrait au pays de réduire les dépenses en énergie.

Bien sûr, isoler l'enveloppe ne veut pas forcément dire augmenter le coût du bâtiment, bien au contraire, les gains s'obtiendront à long terme avec un minimum d'amélioration du confort intérieur des habitations, afin de mener une vie normale et paisible dans nos maisons. On déduit : Réaliser une isolation performante réduit les déperditions thermiques donc cela réduit également nos besoins en chauffage/climatisation donc nous chauffons/refroidissons moins pour notre habitation donc nous faisons des économies ! Et c'est un fait avéré, isoler efficacement son bâtiment permet bien de faire des économies d'argent.

Les résultats de cette recherche montrent l'efficacité de l'isolation thermique sous climats méditerranéen, dans la création du confort thermique et la réduction de la consommation énergétique.

Les résultats obtenus ont montré que l'isolation thermique de l'enveloppe est parmi les solutions les plus efficaces qui permet une réduction notable des besoins énergétiques. Ils constitueront en effet une barrière aux échanges thermiques. L'isolant est disposé à l'extérieur

de la paroi et les avantages majeurs sont la réduction des ponts thermiques et les surfaces intérieures restent inchangées :

La simulation a montré l'existence d'un inconfort pour les occupants, lié à un problème de surchauffe due à une orientation défavorable. Pour surmonter les désagréments thermiques l'élimination des surchauffes ne se fera qu'au prix de solutions très coûteuses en énergie « les climatiseurs ». C'est à ce moment que l'on s'est rendu compte que pendant la saison estivale le logement d'étude est le siège de surchauffes préjudiciables au confort.

Lors de la simulation, on a présenté différentes solutions pour améliorer l'efficacité énergétique de ce bâtiment, ou différentes solutions ont été comparées. Des solutions réduisant au mieux les besoins en refroidissement tout en favorisant l'amélioration du confort d'été.

L'amélioration éco énergétique, comme l'isolation des murs, est souvent très coûteuse dans les bâtiments existants, mais ne l'est pas dans le cas des nouvelles constructions.

Les économies d'énergie et Les besoins de climatisation et de chauffage diminuent de façon importante avec l'isolation extérieure de l'enveloppe Il y a un supplément d'économies de 22% dans cas du polystyrène ce qui confirme positivement l'hypothèse de départ.

Les recommandations :

L'efficacité énergétique est importante dans les nouveaux bâtiments. Un projet de nouveau bâtiment est l'occasion idéale de mettre l'accent, dès le départ, sur l'efficacité énergétique. Les nouvelles constructions offrent de nombreuses occasions d'intégrer des mesures d'efficacité énergétique comparativement aux bâtiments déjà construits.

L'amélioration énergétique des bâtiments existants est une démarche écologique qui permet de lutter contre le réchauffement climatique. Des prospections montrent que le plus grand gisement se situe au niveau de l'enveloppe. Elles distinguent par ailleurs différents niveaux de rénovation. La réhabilitation thermique va être donc un levier important pour réduire notre consommation d'énergie.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages :

- Ait said, k. (2006). d'efficacité énergétique dans le bâtiment inscrit dans le programme national de maîtrise de l'énergie. vies de villes(06).
- Antonopoulos, K, A., & Koronaki, E. (2001). On the dynamic thermal behaviour of indoor spaces (éd. pp. 929-940). Applied Thermal Engineering.
- APRUE. (2011). Recueil des textes législatif et réglementaire relatifs a la maîtrise de l'énergie. p80. Alger.
- APRUE. (2014). Consommation énergétique finale de l'Algérie. alger.
- Beltran, s, kochova, l, pugliese, g, & sopoliga, (2010). les bâtiments: efficacité énergétique et énergies renouvelables, p 96.
- Benmentel, j, CONSULT, A, BEN HMID, A, BEN SLIMANE, L, & MAKNI, F. (2010). Guide maghrébin des matériaux d'isolation thermique des bâtiments, réseau des entreprises Maghrébines pour l'environnement (REME). Algérie, Maroc, Tunisie.
- Béthencourt, & al. (2013). Efficacité énergétique : un gisement d'économies ; un objectif prioritaire. Paris. . Les éditions des journaux officiels.
- Blaise, M. (2009). les maisons bioclimatiques. france: ecoconso.
- Bloch, J., & Lainé, M. (1977). Amélioration thermique de l'habitat existant Installations de chauffage et isolation des bâtiments .Page 13. (éd. Le Moniteur). Paris.
- Bouchié, R., Busson, B., Cormier, B., Delaire, A., Farkh, S., & Leguillon, F. (2013). Performance énergétique:les matériaux et procédés d'isolation (le guide bâtir le développement durable (éd. CSTB). France: bialec.
- Bouffard, E. (2013). conception de bâtiment solaires: méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception ,p1. canada: université LAVAL Québec.
- Colloque international. (2008). Bâtiments et territoires durables : Enjeux et solutions . mai . Mostaganem, Algérie: Université Abdelhamid Ibn Badis.
- Dali, K. (2006). l'APRUE N° 10.
- DPE. (2007). Guide recommandations pour le DPE février .
- Fleury, S. (2005). Aménagements Urbains et Haute Qualité Environnementale. Mémoire de Fin d'Etudes, Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, P 6.

- Flory, & Celini, C. (2008). Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel. france: Université de Lyon.
- Flory-Celini, C. (2008). Modélisation et positionnement de solutions bioclimatiques dans le bâtiment résidentiel existant. france: Thèse de doctorat, Université Lyon.
- Gallauziaux, T., & Fedullo, D. (2003). le chauffage électrique et l'isolation thermique (éd. Eyrolles). france: Bld saint-germain.
- Gauzin-Muller, D. (2005). 25 maisons écologiques- p159 (éd. Le Moniteur). paris.
- GIEC, A. (2007). La réhabilitation énergétique dans le logement existant. GIEC groupe intergouvernemental d'expert sur le climat et, ASPO association for study of peak oil.
- Haut, P. d. (2007). chauffage, et isolation et ventilation. france: EYROLLES.
- Imessad, K. (2017). division solaire thermique et géothermique-CDER. p. 8.
- Journal Officiel de République Algérienne. (1999). « Loi N°99-09 du 28 Juillet 1999 Relative à la Maîtrise de l'Énergie », J.O.R.A., N°51, Alger, 2 Août.
- Karpelés, J.-c. (2012). efficacité énergétique active et passive 21 juin. paris: édito j3en°818.
- kohler, N. (2009). economic analysis of energy- saving renovation measures for urban existing residential buildings in china based on thermal simulation and site investigation p 140-149. china: energy policy37.
- Lavergne, M. (2009). Opportunités solaires passives : optimisation du confort et de la consommation énergétique d'un espace séjour avec serre accolée. Collection Mémoires et thèses électroniques, Université Laval.
- Liébard, A., & De Herde, H. (2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable p 84. p172. (éd. Le Moniteur). France.
- Mia Meftah, M., & Benmanssour, M. (2008). Etude de faisabilité de l'utilisation de l'énergie solaire en vue de la. CONSTANTINE: colloque National : Pathologie des Constructions : Du Diagnostic à la Réparation Département de Génie Civil Université Mentouri Constantine.
- Ministère. (2007). Consommation énergétique finale de l'Algérie. Alger: Ministère de l'Énergie et des mines.
- Ministère. (2017). La réglementation thermique pour les bâtiments existants évolue. Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- Morel, Gnansounou, N. E. (2008). énergétique du bâtiment, cour 4-5ème année génie civil. lausanne: école polytechnique fédérale.

- Moudjalled, B. (2007). modélisation dynamique de confort thermique dans les batiments naturellement ventilés . lyon.
- Nadine, A. (2001). Proposition d'une procédure de certification énergétique des logements et application au contexte libanais. lyon: Thèse de doctorat.
- Orselli, J. (2005). « Recherche et Développement sur les économies d'énergies et les substitutions entre énergies dans les bâtiments ».
- Ould'h'nia, N. (2006). l'économie d'énergie dans le batiment- APRUE , 07 MAI . Séminaire international.
- philippe, j. (2008, 10). recherche et développement énergie.
- Plafferott, J., Harkel, S., & Jaschke, M. (2003). Design of passive cooling by night ventilation: evaluation of a parametric model and building simulation with measurements (éd. 1129-1143). Energy and Buildings 35, 11.
- PMPP. (2008). Efficacité énergétique des bâtiments , Un programme de mesures de plus en plus performant 2007-2008. france.
- reeves, H. (2003). Mal de terre, Science ouverte (éd. éditions du seuil). paris.
- Robert, J., & Fabas, L. (2008). Guide de la maison économe. paris: EYROLLES.
- Salomon, & al. (2004). La maison des Négawatts : Le guide malin de l'énergie chez soi. Mens : Terre vivante .
- Sambou, V. (2008). transferts thermiques instationnaires : vers une optimisation de parois de batiments. france: université de Toulouse.
- Santamouris , M., & Asimakopoulos, D. (1996). Passive cooling of buildings (éd. James and James).
- Souad. (2007). la consommation de gaz ,en algérie en hausse 24 MARS . liberté.
- Thierry, R. (2012). les ponts thermique dans les batiments performants, mutuelle des architectes français assurances, les fiches d'informations techniques de la MAF sur la RT . France.
- Tissot. (2007). Energie 2007-2050 les choix et les pièges. paris: académie des sciences, institut de france.
- touil, merghache, a. s. (2017). au sujet de l'efficacité énergitique - vers des batiment moins énergivores. tilmcen: université de ABOU BEKR BELKAID.
- Watson, D., & Camous, R. (1986). L'habitat bioclimatique : de la conception à la construction P 106 (éd. L'Etincelle). Québec.

Weber, W. (1991). *Soleil et architecture – guide pratique pour le projet - Programme d'action PACER – Energies renouvelables*. Berne: Office fédéral des questions conjoncturelles.

Wright , D. (1979). *Soleil, Nature, Architecture*, page 200 (éd. Parenthèses).

Yves, & Robillard. (2011). *Guide vers un bâtiment durable : les équipements et solutions d'efficacité énergétique*.

Les fichiers PDF et Sites Web :

Adame. (2002). *Qualité énergétique, environnementale et sanitaire, Préparer le bâtiment à l'horizon 2010*. Consulté le 2010, sur www.btap2002.pdf

Adame. Récupéré sur <http://www.ademe.fr>

Bouzriba, M. (2018, Juillet 31). Récupéré sur <http://www.algerie-dz.com>

Carrié, R., Jobet, R., Fournier, M., Berthault, S., & Van Elslande, H. (2006). *Perméabilité à de l'enveloppe des bâtiments – Généralités et sensibilisation. CETE de Lyon. Rapport n° DVT 06-95* . Consulté le Octobre 2006, sur www.cete-lyon.fr

CDER. (s.d.). Récupéré sur www.cder.dz

GER. (2007). *Guide des énergies renouvelables Edition 2007*,p32. Récupéré sur www.cder.dz

GPRT. (2009). *Guide pratique/Rénovation thermique « Comprendre les enjeux de la rénovation thermique*. Récupéré sur <http://www.batirenov.com>

Horn , G. *Construire avec une bonne isolation thermique et de façon étanche à l'air*. Récupéré sur www.crbourgogne.fr

pourquoi et comment renouveler les batiments anciens. (s.d.). Récupéré sur <http://www.morezjura.net/BBC.htm>

Tareb. (s.d.). *Energy Comfort and Buildings. Principles of Renewables Chapter 5. p16*. Récupéré sur <http://www.learn.londonmet.ac.uk>

ANNEXE 1

Le logiciel de simulation :

Il existe un nombre important de logiciels dédiés à la simulation énergétique. Les logiciels existants se différencient entre eux par les algorithmes qu'ils utilisent, par leur interface utilisateur et finalement par leurs vocations et leurs domaines d'application. Nous avons opté pour le choix du logiciel ECOTECH ANALYSIS 2010, grâce à sa convenance avec notre méthodologie de travail : c'est un outil d'analyse environnementale qui offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse qui peut améliorer les performances énergétiques des bâtiments (calculer la consommation d'énergie, Performance thermique, consommation d'eau et évaluation des coûts, rayonnement solaire, éclairage naturel, ombres et réflexions...) Il permet, aux concepteurs de travailler facilement en 3D, et appliquer tous les outils nécessaires en un temps efficace. Il compte d'une série d'outils d'analyse et de traitement de données qui simplifient plus d'un autre logiciel le travail des architectes.

Il appartient à la famille Auto desk, ce qui simplifie l'interaction avec les fichiers en 2D (DWG).

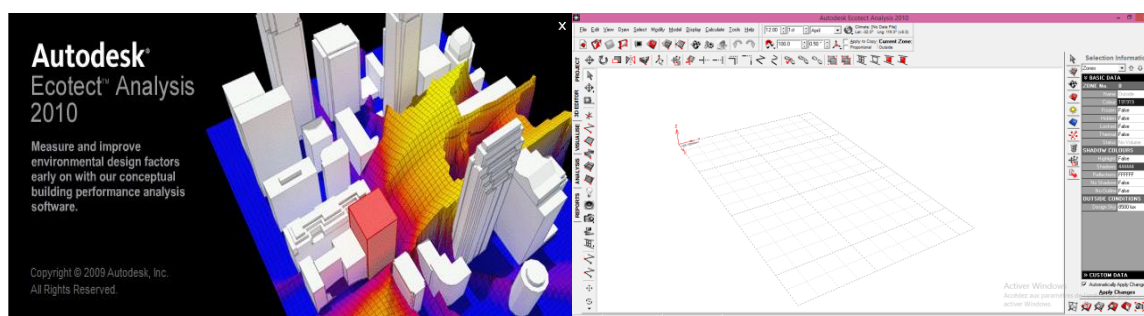


Figure 50 :interface du Logiciel utilisé dans la simulation thermique dynamique du bâtiment

4.5. Méthodologie de l'étude des besoins énergétiques :

L'étude des besoins énergétiques de notre cas d'étude passe par plusieurs étapes à partir de la collecte des données nécessaires et leur insertion dans l'ECOTECH passant par la phase de modélisation et enfin à la réalisation de séries de simulations thermiques dynamiques:

- Premièrement, une simulation du cas d'étude dans l'état actuel des choses qui devient le modèle de référence à partir duquel on déduit la consommation d'énergie de référence.
- Deuxièmement, la simulation selon des scénarios de réhabilitation énergétique, exploitant des mesures d'efficacité énergétique et de laquelle on déduit la consommation optimisée de ces cas.

Enfin, faire des comparaisons entre les différents résultats afin de faire ressortir les informations nécessaires qui peuvent confirmer ou infirmer les hypothèses et les notions déjà

notés dans la problématique déjà énoncée et développés dans les différents chapitres de la partie théorique.

les paramètres et modélisation de logiciel de simulation.

L'étape	L'explication
Paramétrage du logiciel avant la modélisation	<p>Introduire des "inputs" (Entrées) :</p> <p>1-La description du projet : son nom, son objectif, sa destination, etc.</p> <p>2-les fichiers météo sous format WEA: les températures, le régime des vents, l'humidité, l'ensoleillement, etc.</p> <p>3-L'orientation : qui a été considérée comme une donnée variable, notre projet est orientée Nord-sud dans le cas initiale.</p> <p>4-La nature du site : Nous avons opté pour une configuration de type urbain.</p>
Importation des Plans	<p>Les plans du bâtiment cas d'étude, dessinés à l'aide de logiciel AUTOCAD, ont été importés vers ECOTECH sous format DXF.</p>
Modélisation du Bâtiment	<p>1-Echelle architecturale: à cause de son complexité et les difficultés d'interaction avec les détails dans ECOTECH on a fait les modélisations nécessaires avec le logiciel 3DMAX qui est plus professionnel en termes de modélisation.</p> <p>2-Echelle urbain: modélisation dans ECOTECH car on a besoin d'une forme non complexe qui permet d'évaluer l'aspect extérieure (ensoleillement, ombrage...)</p> <p>-la modélisation en ECOTECH obéit à la logique des zones thermiques telles que chaque zone a ses propres caractéristiques</p>

	<p>(température, humidité, la vitesse d'air, taux d'occupation, présence d'appareilles de climatisation...) et composée de partitions (murs, fenêtre, plancher..) et pour chaque partition un matériau doit être affecté (une bibliothèque de matériaux assez riche et personnalisable est intégré dans le logiciel).</p>
<p>Le déroulement des Simulations.</p>	<p>1-L'évaluation de confort actuelle du cas d'étude en fonction du changement du climat et des données temporaires.</p> <p>1-L'ensoleillement et l'impact de l'environnement immédiate.</p> <p>2-L'impact des radiations solaires.</p> <p>3-L'évaluation du confort.</p> <p>2- L'évaluation de confort thermique (en mesure des paramètres variables....) à partir de tester les différentes réponses (alternatives) proposées.</p> <p>1-Les types des fenêtres.</p> <p>2-Les surfaces vitrées.</p> <p>3-L'orientation.</p> <p>4- Matériaux de construction et isolation</p>
<p>Analyse et interprétation des données et des résultats finales.</p>	<p>discussion des résultats initiaux du cas de base.</p> <p>-discussion des résultats d'après l'intégration des mesures variables afin d'étudier leur influence sur le comportement énergétique.</p> <p>Ce qui permet de choisir les solutions les plus efficaces pour chaque mesure et qui composent finalement notre cas optimisé.</p>

ANNEXE 2

-les pertes et les gains au dernier étage avec lame d'air :

	HEAT	COLD	LOSSES	GAINS
JAN	134,9	0	4130	196
FEB	100,7	0,3	3312	454
MAR	73,8	3,9	2115	1224
APR	41,1	7,6	1177	1882
MAI	8,9	31,7	337	3358
JUN	0,4	92,3	161	4038
JUL	0	172,8	150	5507
AUG	0	185,2	37	6266
SEP	0,2	95,4	218	3564
OCT	3,3	53,5	254	3066
NOV	44,6	4,3	1429	1334
DEC	102,5	0,7	3406	488

- les pertes et les gains au dernier étage avec polystyrène.

	HEAT	COLD	LOSSES	GAINS
JAN	120,7	0	2969	419
FEB	105,3	0	2401	704
MAR	71,9	2,6	1541	1661
APR	38,2	4,6	892	2327
MAI	5,3	28,7	261	3746
JUN	0	90,2	189	4167
JUL	0	166,9	188	5373
AUG	0	102,8	45	6095
SEP	0	88,7	250	3679

OCT	1,3	53,8	221	3400
NOV	39,3	2	1012	1755
DEC	89,7	0,3	2458	751

Température intérieure et extérieure dans la période hivernale.

HOUR	INSIDE ©	OUTSIDE ©	TEMP. DIF ©
00	16,2	13,5	2,7
01	16,1	13,2	2,9
02	16,1	12,8	3,3
03	16	12,6	3,4
04	16,1	12,4	3,7
05	16	12,3	3,8
06	16	12,2	3,8
07	20	12,2	3,8
08	20	13	7
09	20	14,5	5,5
10	20	16	4
11	20	17,2	2,8
12	20	18,2	1,8
13	20	18,8	1,2
14	20	19,1	0,9
15	20	19	1
16	20	18,3	1,7
17	20	17,3	2,7
18	20	16,8	3,2
19	20	16,3	3,7

20	20	15,8	4,2
21	20	15	5
22	20	14,7	5,3
23	20	14,4	5,6

Température intérieure et extérieure dans la période estivale.

HOUR	INSIDE ©	OUTSIDE ©	TEMP. DIF ©
00	29,1	23,8	5,3
01	29,1	23,4	5,7
02	29,0	23,1	5,9
03	29,0	22,9	6,1
04	28,9	22,7	6,2
05	28,9	23,3	6,2
06	29,0	24,6	5,7
07	29,1	26,2	4,5
08	26,0	27,9	-0,2
09	26,0	29,5	-1,9
10	26,0	30,9	-3,5
11	26,0	32,0	-4,9
12	26,0	32,9	-6,0
13	26,0	33,4	-6,9
14	26,0	33,5	-7,4
15	26,0	33,2	-7,5
16	26,0	32,5	-7,2
17	26,0	31,5	-6,5
18	26,0	30,3	-5,5

19	26,0	29,2	-4,3
20	26,0	28,1	-3,2
21	26,0	26,9	-2,1
22	26,0	25,8	-0,9
23	26,0	14,4	-0,2

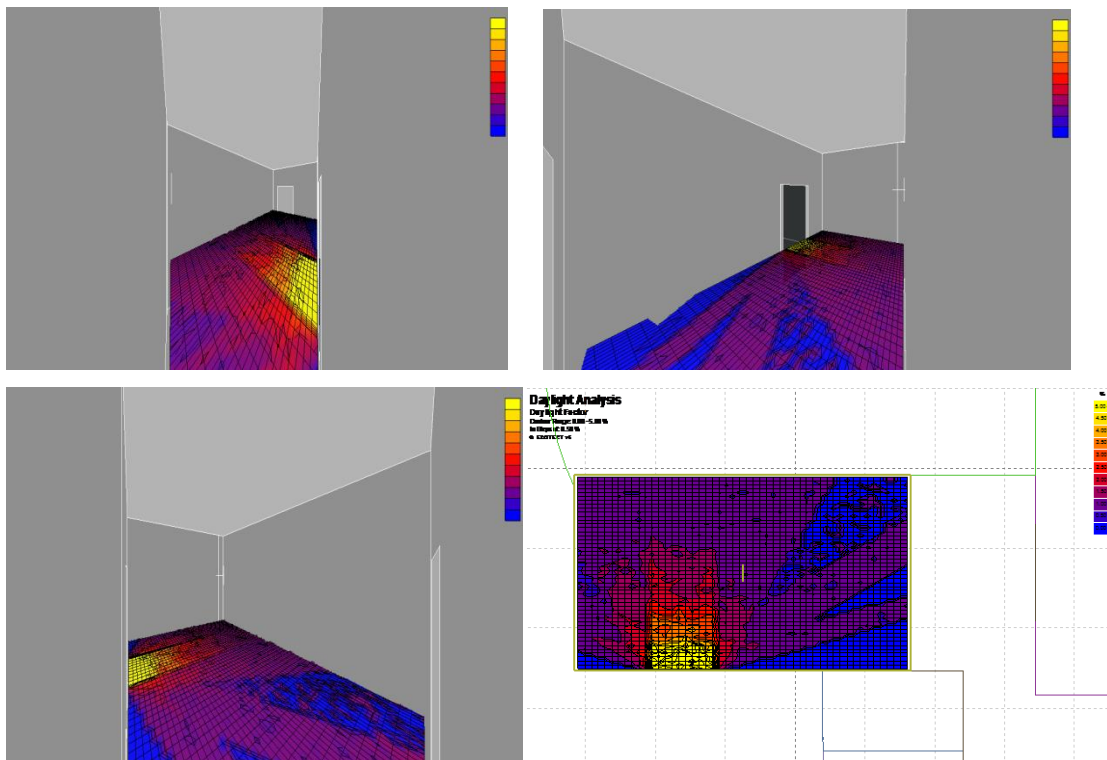
Les différentes températures

heures	TEMP, DIF© Lame/cor	TEMP.DIF© poly/cor	TEMP, DIF© Lame/terras	TEMP.DIF© poly/terras
00h	5,3	6,1	6,3	7,4
01h	5,7	6,4	6,7	7,8
02h	5,9	6,7	7	8,1
03h	6,1	6,9	7,2	8,2
04h	6,2	7,1	7,4	8,4
05h	6,2	7,1	7,4	8,4
06h	5,7	6,5	6,8	7,8
07h	4,5	5,4	5,7	6,7
08h	-0,2	-0,2	-0,2	-0,8
09h	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9
10h	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
11h	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9
12h	-6	-6	-6	-6
13h	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9
14h	-7,4	-7,4	-7,4	-7,4
15h	-7,5	-7,5	-7,5	-7,5
16h	-7,2	-7,2	-7,2	-7,2
17h	-6,5	-6,5	-6,5	-6,5
18h	-5,5	-5,5	-5,5	-5,5
19h	-4,3	0	0,2	1,3
20h	-3,2	1	1,2	2,4
21h	-2,1	1	2,3	3,4
22h	-0,9	2	3,4	4,6
23h	0,2	3,2	4,5	5,6

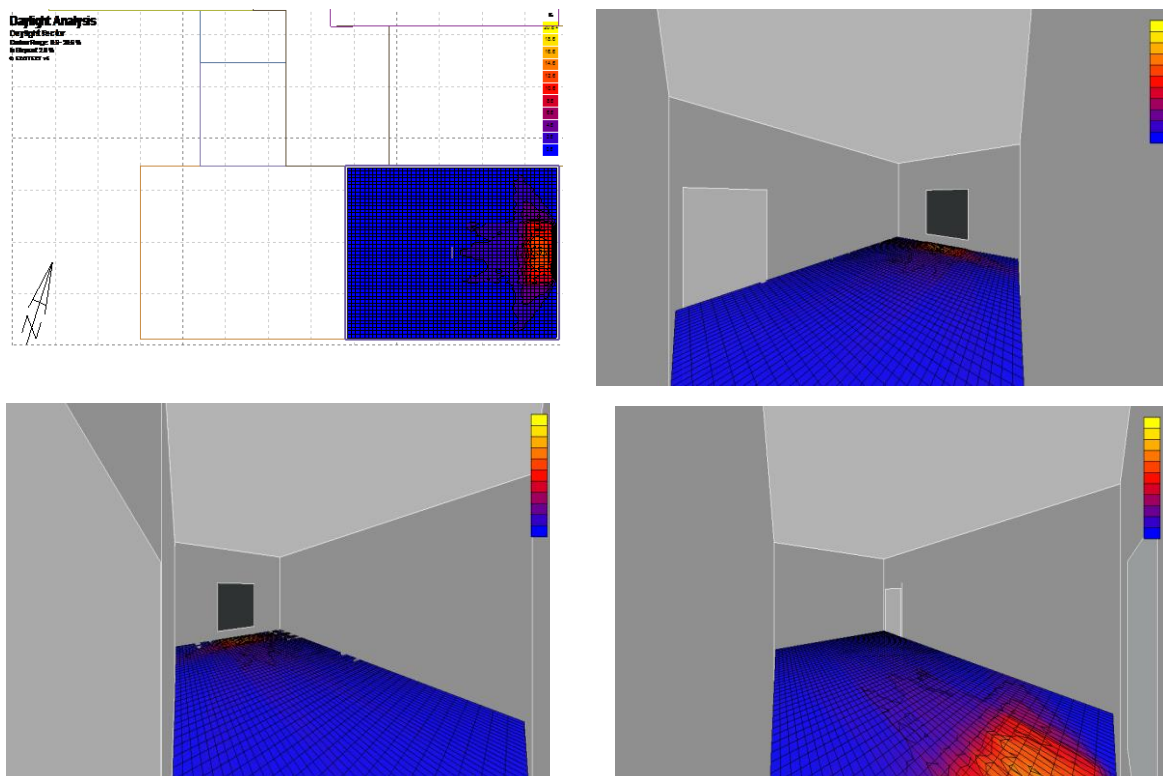
ANNEXE 3 :

Analyse d'éclairage:

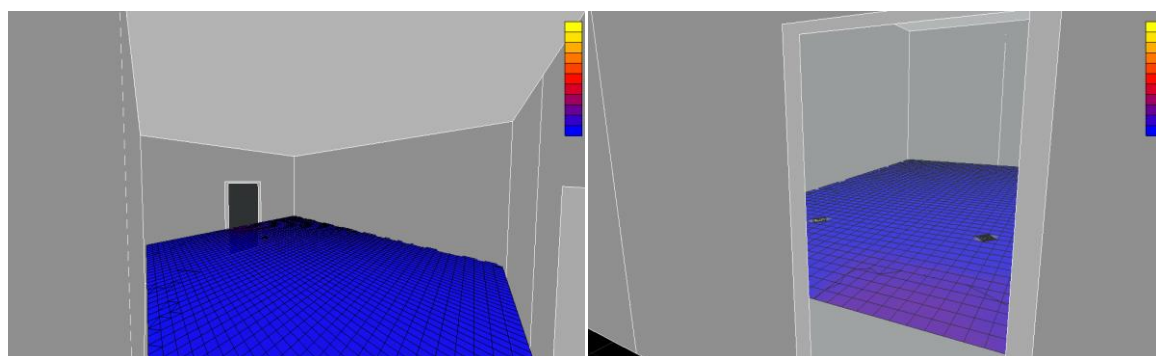
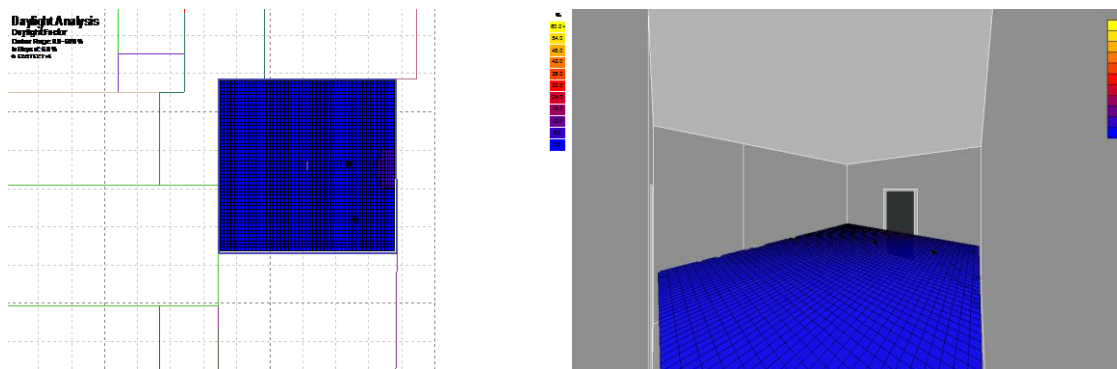
Cuisine 1:sud



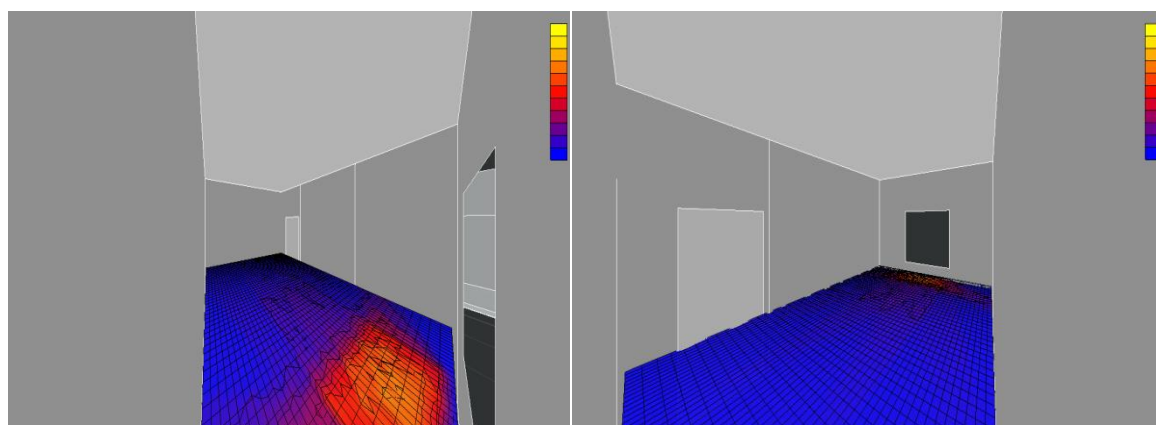
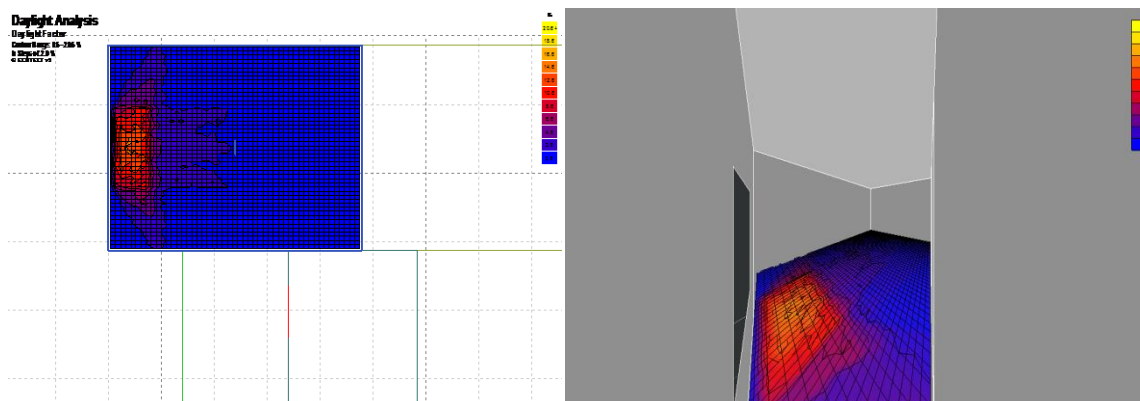
Est chambre:



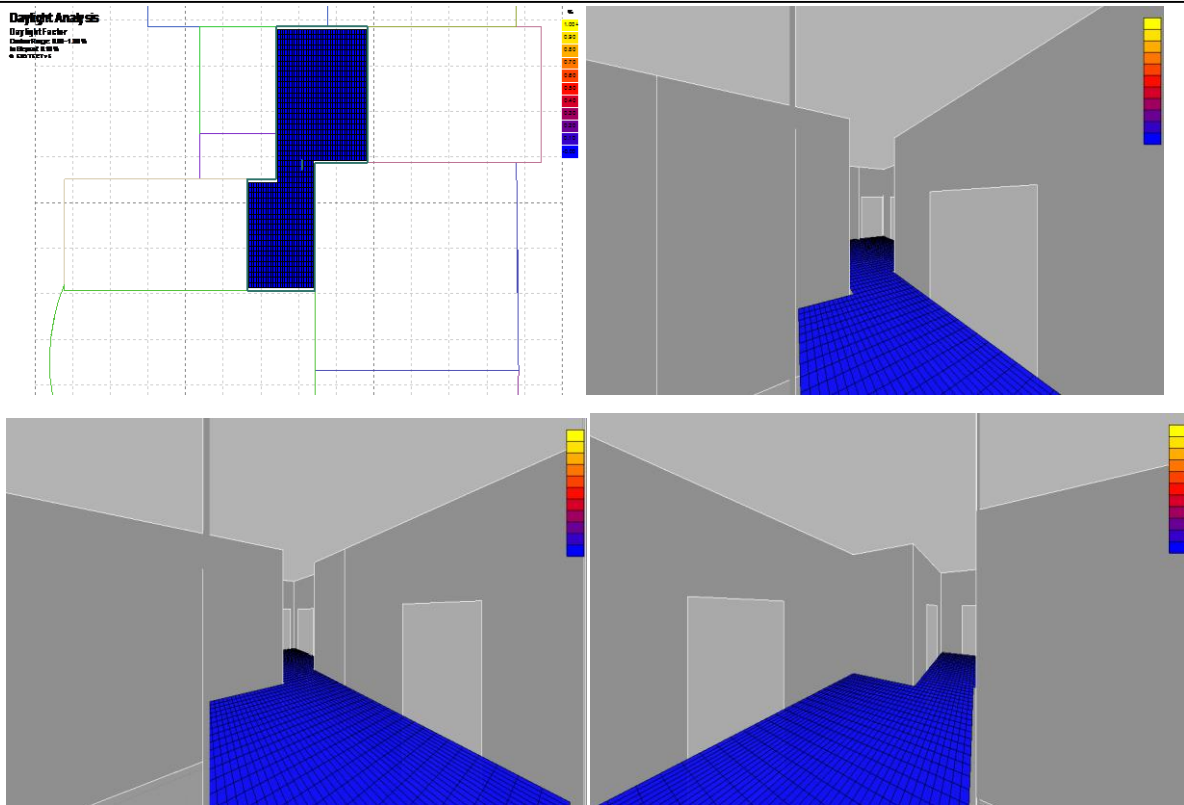
Nord(salon):



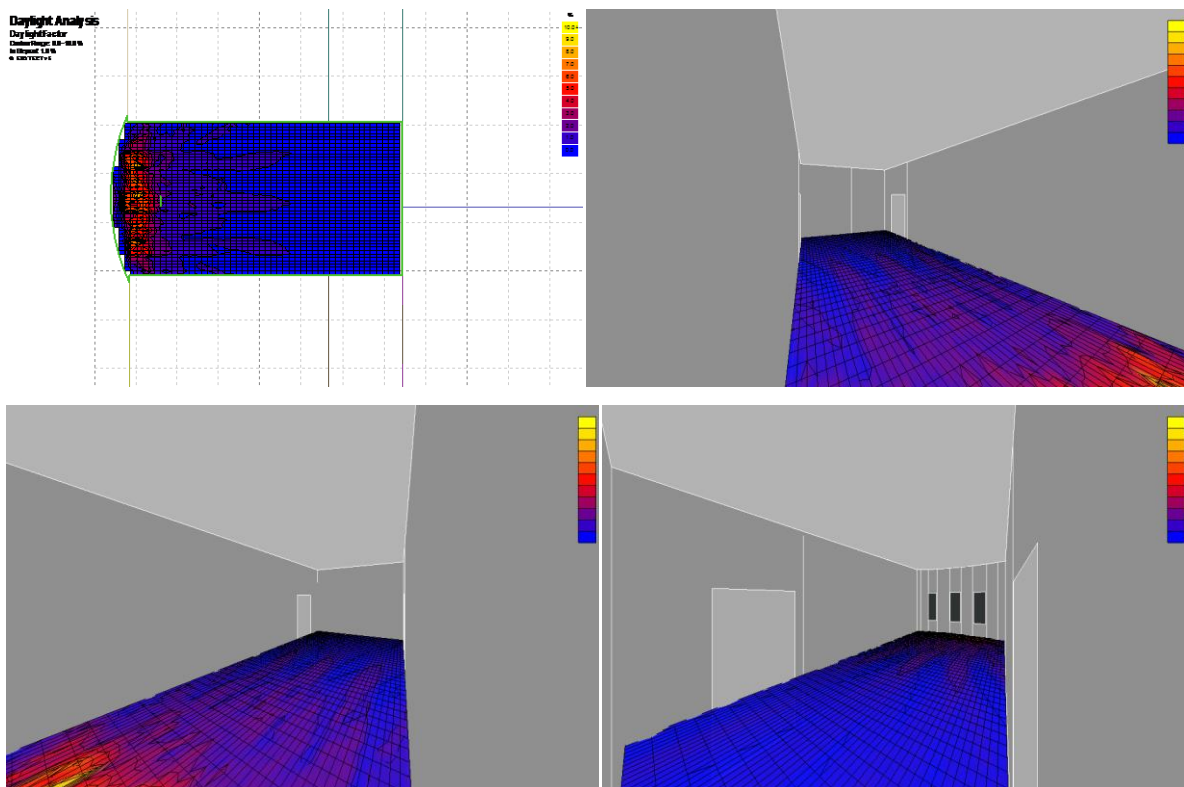
Ouest (chambre):



Espace de circulation :



Hall:



Summary

The present work brings together the preliminary results of the energy renovation of a building of collective housing type in Algeria, specifically in Jijel [we often built, poorly built and considering the importance of the launched program, we continue to build in the same way without worrying about energy efficiency].

Since independence, Algeria has launched a number of housing construction programs that respond essentially to quantity at the expense of quality, programs that do not respect the climatic and economic requirements of the regions.

This work looks at other ways of building, close to energy efficiency where the insulation of buildings constitutes the key elements of the global response to this problem.

The current study aims to explore, through an example of housing, the possibilities of energy renovation and their impact on the consumption of electricity and gas.

In Algeria, the residential sector is one of the most energy-intensive sectors, consuming 46% of final energy and 28% of primary energy, along with a numerical simulation of an existing case subject of a rehabilitation, by integrating polystyrene as insulation according to scenarios of position of the housing (current floor and under roof slab) using the software ECOTECH (version 2011) to evaluate and thus reduce the consumption of energy to improve energy efficiency in buildings through the multiple interactions between the site, the climate, the building and the user.

At the end of this study, it is worth noting the performance of the insulation to reduce heat loss and thereby reduce the need for heating / cooling.

The objective of this work was to test solutions by varying the insulators. Those that seem to be the best compromise are: the external insulation of the building envelope, the insulation of the roof. The implementation of these various measures has reduced the energy consumption for air conditioning by up to 22%.

Keywords: energy renovation, energetic efficiency, collective housing, insulation, energy consumption.

ملخص :

يقوم العمل الحالي على دمج النتائج الأولية للتجديد الطاقوي لمسكن اجتماعي في الجزائر، وتحديدًا في جيجل (غالبًا ما كان وضع المسكن الاجتماعي مزري مما استوجب علينا إطلاق برامج ، ومواصلة البناء بنفس الطريقة دون الحاجة إلى القلق حول كفاءة الطاقة).

منذ الاستقلال ، أطلقت الجزائر عددًا من برامج بناء المساكن التي تستجيب بشكل أساسي للكمية على حساب الجودة ، وهي برامج لا تحترم المتطلبات المناخية والاقتصادية للمناطق.

هذا العمل الحالي بين طرق أخرى للبناء ، و التوجه نحو الكفاءة الطاقوية أو عزل المباني فهي الحلول الأولية للمشكلة المطروحة. و تهدف الدراسة الحالية إلى استكشاف إمكانيات التجديد الطاقوي وتأثيره على استهلاك الكهرباء والغاز في الجزائر ، يعد القطاع السكني أحد أكثر القطاعات استهلاكًا للطاقة ، حيث يستهلك 46 ٪ من الطاقة النهائية و 28 ٪ من الطاقة الأولية ، و لهذا أجرينا سلسلة من عمليات المحاكاة العددية باستخدام (ECOTECH الإصدار 2011) لتقييم و تقليل استهلاك الطاقة لتحسين كفاءة الطاقة في المباني من خلال التفاعلات المتعددة بين الموقع، المناخ، المبنى والمستخدم في نهاية هذه الدراسة ، تجدر الإشارة إلى أداء العزل لتقليل فقد الحرارة وبالتالي تقليل الحاجة إلى التدفئة / التبريد.

وكان الهدف من هذا العمل هو اختبار الحلول عن طريق تغيير العوازل تلك التي تبدو أفضل حل وسط هي: العزل الخارجي للمبنى، عزل السطح. تنفيذ هذه التدابير المختلفة قلل من استهلاك الطاقة لتكييف الهواء بنسبة تصل إلى 22 ٪.

الكلمات المفتاحية : تجديد الطاقة ، كفاءة الطاقة ، المسكن الاجتماعي ، العزل ، استهلاك الطاقة.

RESUME :

Le présent travail regroupe les résultats préliminaires de la rénovation énergétique d'un bâtiment de type habitat collectif en Algérie, spécifiquement à Jijel [on a souvent construit, mal construit et vu l'importance du programme lancé, on continue à construire de la même façon sans se soucier de l'efficacité énergétique].

Depuis l'indépendance, l'Algérie a lancé un certain nombre de programmes de construction de logements répondant essentiellement à la quantité au détriment de la qualité, des programmes qui ne respectent pas les exigences climatiques et économiques des régions.

Ce travail prospecte d'autres façons de construire, proche de l'efficacité énergétique où l'isolation des bâtiments constitue, à priori, des éléments clés de la réponse globale à cette problématique.

L'étude actuelle a pour objectif d'explorer, à travers un exemple de logement, les possibilités de rénovation énergétique et leurs incidences sur la consommation d'électricité et du gaz.

En Algérie, le secteur résidentiel est considéré se situe parmi les secteurs les plus énergivores, avec une consommation de 46% de l'énergie finale et de 28% de l'énergie primaire, parallèlement à cela une simulation numérique a été faite sur un cas existant faisant objet d'une réhabilitation, en intégrant le polystyrène comme isolant selon des scénarios de position du logement (étage courant et sous toiture dalle) à l'aide du logiciel ECOTECT (version 2011) pour évaluer et ainsi réduire la consommation d'énergie afin d'améliorer l'efficacité énergétique dans les bâtiments à travers les multiples interactions entre le site, le climat, le bâtiment ainsi que l'utilisateur.

Au terme de cette étude, il y a lieu de signaler la performance de l'isolant pour réduire les déperditions thermiques et de ce fait, diminuer les besoins en chauffage/climatisation.

L'objectif de ce travail ayant été de tester des solutions en variant les isolants. Celles qui semblent constituer le meilleur compromis sont les suivantes : l'isolation extérieure de l'enveloppe du bâtiment, l'isolation de la toiture. La mise en œuvre de ces différentes mesures a permis de réduire la consommation d'énergie pour la climatisation jusqu'à 22%.

Les mots clés : Rénovation énergétique, efficacité énergétique, logement collectif, isolation, consommation d'énergie.