

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 ET TECHNOLOGIE

Présenté par
Sana BOUNAIL
Sarra ROUINI



THEME :
LES SOLUTIONS ARCHITECTURALES
DANS LES BATIMENTS A BASSE CONSOMATION

Date de la Soutenance : 13 JUIN 2016.

Composition du Jury :

M. Mehdi KEGHOUCHE
M. Fateh NEDJAR
MME. Nour-Elhouda BOUHIDEL

MAA, université de Jijel, Président du jury.
MAA, université de Jijel, Directeur de mémoire
MAB, université de Jijel, Membre du Jury

REMERCIEMENT

*Tout d'abord, nous remercions **ALLAH**, le tout puissant pour son aide et pour nous avoir guidé pour mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur **NADJER Fateh** pour l'honneur qu'il nous a fait de diriger ce mémoire .soyez assuré de notre respectueuse considération.*

Nous tenons à remercier également les membres de jury pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de mon travail ainsi que pour les remarques constructives qu'ils ont pu me faire.. Soyez assuré de notre sincère gratitude.

*Nos remerciements s'adressent à **Mr ROUIDI Tarik**, chef de département d'architecture, et à tous les enseignants de département d'architecture et d'urbanisme sans exceptions.*

Nos plus sincères remerciements à la direction de SONELGAZ qui nous donne des informations pour réaliser une partie de notre travail.

Un vif remerciement à nos familles pour nous avoir donné jour après jour autant d'amour, de soutien et d'encouragement.

A tous qui nous ont aidé du loin ou du près.

A vous tous, nous vous remercions du fond du cœur.

Sana et Sara

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents,

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

Mes 5 étoiles frangins,

Zakaria, Badredinne, Djaber, Abdelghafour et Abdelwadoud

Ma seul et chère sœur Kelthoum,

Et sa petite famille ; son fils Ahmed Yacine et son mari Mohamed

Ma grand-mère : Messouda,

Que dieu la protège et la garde

L'âme de mes grand parents : Ismail, Mohamed et Bahja ;
Qui nous ont quittés depuis longtemps pour rejoindre l'Eternel.

Toute ma famille

Tous ceux qui me sont chères,

Et a tous qui ont laissé une empreinte de joie dans ma voie

Mes amies ,

Sara, Nahla ,Fatima

Tous mes amies et mes collègues,

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie

Sana

DEDICACE

***A MA GRANDE FAMILLE,
ET A TOUS MES AMIS.***

SARA

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	vii
Listes des photos	viii
Liste des abréviations.....	ix

INTRODUCTION GENERALE

1-Préambule.....	1
2-motivations du choix du thème.....	3
3-Problématique.....	3
4-Objectifs.....	5
5-Méthodologie d'approche.....	5
6-Structure du travail.....	6

CHAPITRE 1 : CONCEPTS ET NOTIONS GENERALES SUR LES NOUVELLES CONCEPTIONS ENERGETIQUES ET ENVIRONNEMENTALES.

Introduction.....	8
1.1.La Consommation énergétique dans le bâtiment.....	8
1.2. Usages d'énergie consommée dans les bâtiments.....	8
1.2.1. Le chauffage.....	8
1.2.2. L'eau chaude sanitaire.....	9
1.2.3. Les auxiliaires.....	9
1.2.4. La ventilation.....	9
1.2.5. La climatisation	9
1.2.6. L'éclairage.....	10
I.3. L'énergie primaire et finale.....	10
I.4. Bâtiment écologique	10
I.5. Construction durable.....	11
I.6.Construction bioclimatique.....	11
I.7.L'efficacité énergétique	11
I.8.Certifications énergétiques.....	12
I.8.1. Définition.....	12
I.8.2. La démarche H.Q.E.....	12
1.8.2.1. Les principes	13
1.8.2.2. La certification.....	13

I.8.3. La certification BREEAM	14
I.8.4. La certification LEED.....	14
I.8.5. La certification Green star.....	14
I.9. Les labels énergétiques	15
I.9.1. Définition	15
I.9.2. Le label environnemental Allemand : PASSIVHAUS.....	15
I.9.3. Le label énergétique Suisse : MINERGIE.....	16
I.9.4. Les labels énergétiques français	16
I.9.4.1. Label THPE : Très Haute Performance Energétique	16
I.9.4.2. Label HPE : Haute Performance Energétique	17
I.9.4.3. Label BBC : bâtiment a basse consommation.....	18
I.10. La différence entre « le label énergétique » et « la certification énergétique »	19
I.11. Les bâtiments performants.....	19
I.11.1. Bâtiment basse consommation	19
I.11.2. Le bâtiment passif.....	20
I.11.3. Le bâtiment zéro énergie.....	20
I.11.4. Bâtiments à énergie positives(BEPOS).....	21
I.11.5. Les bâtiments bioclimatiques.....	22
Conclusion.....	22

CHAPITRE 2. LES SOLUTIONS ARCHITECTURALES DANS LES BATIMENTS A BASSE CONSOMMATION.

Introduction.....	23
2.1. Les bâtiments traditionnels.....	23
2.1.1. Les solutions architecturales dans les bâtiments traditionnels.....	23
2.1.1.1. L'architecture de la terre.....	23
2.1.1.2. La maison à patio	24
2.1.1.3. Les tours à vent	25
2.1.2. Model de Beni-M 'Zab	26
2.1.2.1. Présentation de la vallée du M'Zab	26
2.1.2.2. Stratégies spatiales d'intégration climatique	27
2.2. Les bâtiments actuels	28
2.2.1. Les solutions architecturales dans les bâtiments à basse consommation	28

2.2.1.1. La compacité.....	28
2.2.1.2. L'orientation	30
2.2.1.3. Les Surfaces vitrées	32
2.2.1.4. La Protection solaire	34
2.2.1.5. L'éclairage naturel	36
2.2.1.6. Isolation	37
2.2.1.7. Ventilation	41
2.2.2. un modèle de BBC : la maison de la Manche	43
2.2.2.1. A propos de la construction	43
2.2.2.2. Caractéristiques de la construction	43
2.2.2.3. La consommation énergétique du bâtiment	45
Conclusion.	45

**CHAPITRE 3: OUTILS D'AIDES A LA CONCEPTION
ARCHITECTURALE BIOCLIMATIQUE.**

Introduction.....	46
3.1. Définition.....	47
3.2. Diagramme bioclimatique d'OLGYAY.....	47
3.2.1. Présentation de la méthode.....	47
3.2.2. La démarche de la méthode.....	48
3.2.3. Commentaires sur le diagramme d'OLGYAY.....	49
3.3. Diagramme bioclimatique de GIVONI.....	50
3.3.1. Présentation de la méthode.....	50
3.3.2. Les différentes zones dans le diagramme de Givoni.....	51
3.3.3. Limites d'utilisation du diagramme de Givoni et commentaires.....	52
3.4. Les tables de Mahoney.....	53
3.4.1. Présentation de la méthode.....	53
3.4.2. Utilisation des tables de Mahoney.....	54
Conclusion.....	57

CHAPITRE 4: POLITIQUE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE BATIMENT EN ALGERIE.

Introduction.....	59
4.1. La consommation énergétique du bâtiment Algérien.....	60
4.2. Pourquoi d'une politique d'efficacité énergétique dans les bâtiments est-elle bénéfique ?.....	61
4.3. La politique énergétique et environnementale en Algérie.....	61
4.3.1. Axes principales.....	61
4.3.2. L'APRUE.....	62
4.3.3. Le programme ECO-B	63
4.3.3.1. Contexte.....	63
4.3.3.2. Objectifs.....	63
4.3.3.3. Consistance du programme.....	64
4.3.4. Programme triennal d'efficacité énergétique 2011-2013.....	64
4.3.5. Programme quinquennal PNME 2010-2014	64
4.3.6. La coopération internationale.....	65
4.3.6. 1. MED-ENEC	65
4.3.6.2. Projet pilote de logement avec efficacité énergétique au CNERIB	65
4.3.7. Cadre juridique et réglementaire.....	66
4.3.8. Pourquoi les choses n'avancent pas plus vite ?.....	67
4.3.8.1 Barrières institutionnelles et politiques.....	67
4.3.8.2 Barrières économiques et financières	68
4.3.8.3 Barrières techniques	69
Conclusion.....	69

CONCLUSION GÉNÉRALE.....70

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

LISTE DES FIGURES

Schéma des étapes de la structure du travail	7
Fig. IV.1 : répartition de la consommation finale par secteur d'activité	24
Fig. IV.2 : répartition de la consommation de secteur résidentiel par type d'énergie	24
Fig.II.1 : Le patio distributeur d'air d'ombre et de soleil.....	35
Fig.II.2 : Tour du vent	36
Fig.II.3 : technique de ventilation	36
Fig.II.4 : Schéma d'implantation du ksar	37
Fig.II.5 : Coupe maison traditionnelle.....	38
Fig.II.6 :Impact de la forme, la taille et la proximité d'autres Volumes sur la compacité des formes simples...	40
Fig.II.7 : Impact de la compacité sur le niveau global d'isolation K, pour une composition de paroi identique.	40
Fig.II.8 : course de soleil l'été.....	41
Fig.II.9: course de soleil l'hiver	41
Fig.II.10 : orientation des pièces.....	42
Fig.II.11 : Couches de toit jardin.....	46
Fig.II.12 : Ombrage végétale selon l'orientation.....	47
Fig.II.13 : ponts thermiques.....	51
Fig.II.14 : ventilation mono exposé.....	52
Fig.II.15 : Ventilation avec des ouvertures doubles.....	52
Fig. II.16 : ventilation par cheminé.....	53
Fig. II.17 : ventilation par atrium	53
Fig. II.18 : système de puits canadien.....	53
Fig.III.1 : le diagramme bioclimatique d'OLGYAY (1963).....	59
Fig.III.2 : Zone de confort dans le diagramme psychrométrique.....	61
Fig.III.3 :les différentes zones dans le diagramme de Givoni.....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. II.1 : types des isolants et ses épaisseurs.....	50
Tableau. II.2: différentes résistances de logement.....	54
Tableau. II.3: tableau des déperditions.....	55
Tableau III.1 : Tables de MAHONEY à remplir.....	67

LISTE DES PHOTOS

Ph.II.1 : Shibām,« le Manhattan du désert » en terre crue, Yémen(XVIème siècle).....	34
Photo . II.2. Le ksar de Tafilelt.....	38
Ph.II.3 : La maison de la Manche.....	54
Ph.II.4 : brique BGV thermo20	55

LISTE DES ABREVIATIONS

- ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
- APRUE** : Agence de la promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie.
- BBC** : bâtiment basse consommation.
- BEPOS** : Bâtiments à énergie positives.
- BREEAM** : British Research Establishment Environmental Assessment Method.
- CDER** : centre du développement des énergies renouvelables.
- CNERIB** : Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment.
- Eco-bât** : Bâtiment Ecologique.
- ECS** : Eau chaude sanitaire.
- FNME** : Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie.
- HPE** : Haute Performance Energétique.
- H.Q.E** : Haute Qualité Environnementale.
- KWh** :Kilowattheure : unité de mesure d'énergie.
- kWh** : : Kilowattheure : unité de mesure d'énergie.
- LEED** : Leadership in Energy and Environmental Design.
- PEB** : performance énergétique des bâtiments.
- PNME** : Programme National de Maîtrise de l'Energie.
- QEB** : la Qualité Environnementale des Bâtiments.
- RT** : Réglementation Thermique.
- SHON** : Surface Hors Œuvre Nette.
- SMO** : le Système de Management de l'Opération.
- THPE** : Très Haute Performance Energétique.
- US** : United state .
- VMC** : ventilation mécanique contrôlée.

INTRODUCTION GENERALE

1-PREAMBULE :

De tous les temps, les humains ont cherché à s'abriter pour se protéger du mauvais temps et des prédateurs et améliorer leurs vies: de la grotte au château ; de nomades au sédentaires; de la chasse à l'agriculture jusqu'à l'apparition de l'industrie qui a vraiment facilité la vie humaine, mais aussi elle a provoqué des impacts sur l'environnement à cause de la pollution, les émissions de gaz à effet de serre, la cause principale du réchauffement climatique des cinquante dernières années.

Une hausse des températures à la surface de la terre, des mers et des océans, à l'échelle planétaire sur une période continue est unanimement constatée par les climatologues. L'évaluation de toutes les données relatives au changement climatique est effectuée par le Groupement d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC)¹. Selon leur dernier rapport de 2013, le réchauffement climatique est "sans équivoque" car il apparaît avec évidence dans l'observation de l'accroissement des températures moyennes mondiales terrestres, des mers et des océans, la fonte généralisée de la neige, des glaciers, de la banquise et l'élévation du niveau moyen de la mer notamment. Le 21^{ème} siècle compte 13 des 14 années les plus chaudes jamais observées depuis les premiers relevés météorologiques en 1850. L'augmentation des températures ne se fait pas de façon uniforme sur la planète : au Pôle Nord, les températures moyennes des dix dernières années ont augmenté 2 fois plus vite qu'au niveau mondial. Les températures à la surface du permafrost (surface gelée en permanence) se sont élevées de 3°C ces 20 dernières années.

En plus d'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes: fortes pluies plus fréquentes et denses, tempêtes, cyclones, typhons et ouragans plus fréquents et plus intenses, avec des vents et précipitations plus violents engendrant des inondations et des dommages humains et matériels graves; baisse de la ressource en eau potable et alimentaire migration de certaines espèces, extinction d'espèces qui ne pourront pas s'adapter au changement climatique, prolifération d'autres espèces qui profiteront de conditions favorables; augmentation de la pollution de l'air; recrudescence de maladies infectieuses, qui s'étendront vers le Nord augmentation du nombre des grands facteurs de mortalité, comme les maladies

¹ né en 1988 de la coopération de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), sur le changement climatique.

diarrhéliques, la malnutrition, le paludisme ou la dengue (migration d'insectes nuisibles) augmentation des allergies, dues aux modifications de production de pollen migration de masse des peuples subissant les conséquences du réchauffement climatique.

Ces conséquences menacent de nombreux pays et des milliards d'hommes et de femmes. Donc, la limitation de ces conséquences est très nécessaire afin de sauver la planète en commençant par la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Environ 60 % de ces émissions sont constitués de CO₂ dégagé lors de la combustion des carburants fossiles pour la production d'électricité, les transports, les processus pétrochimiques et industriels, le chauffage, etc. En ayant recours à des sources d'énergies renouvelables et performantes sur le plan énergétique.

Pour contrer ces problèmes, une conférence des nations unies sur les changements climatiques a eu lieu du 30 novembre 2015 au 12 décembre 2015 au Bourget en France "COP 21", les représentants de 195 pays des Nations unies se rencontreront à Paris. L'objectif de cette conférence est « d'aboutir, pour la première fois, à un accord universel et contraignant permettant de lutter efficacement contre le dérèglement climatique et d'impulser/d'accélérer la transition vers des sociétés et des économies résilientes et sobres en carbone ». **gouvernement, 2016**].

Cette conférence portera les enjeux climatiques et énergétiques d'aujourd'hui et de demain, sous l'angle de la rénovation énergétique des bâtiments. La deuxième partie de cette conférence sera essentiellement consacrée aux points clés et techniques qu'il est nécessaire de respecter et de traiter dans le cadre d'une rénovation thermique d'un bâtiment : Isolation, menuiseries, ventilation, chauffage, rafraîchissement...etc.

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur des bâtiments constitue donc un axe de progrès prioritaire, non seulement pour des raisons écologiques, mais aussi pour des raisons économiques. Parmi les solutions d'amélioration de cet efficacité énergétique, il est de réduire la consommation d'énergie des équipements ; donc, les constructions écologiques comme les bâtiments basse consommation.

L'objectif de la recherche est d'élaborer des solutions concernant la conception de l'enveloppe afin d'aboutir à ce type de bâtiments ; apprécier les niveaux réels de consommation énergétique des logements et d'identifier les meilleurs axes d'intervention qui

permettront de diminuer la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment réputé être parmi les secteurs les plus gros consommateurs d'énergie.

2-MOTIVATIONS DU CHOIX DU THEME :

« L'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas ». Adage.

Aujourd'hui, le monde confronte une crise très dangereuse, c'est l'épuisement des sources d'énergie. Le secteur du bâtiment est considéré comme l'un des facteurs principaux qui affectent la dépense énergétique et les émissions des gaz à effet de serre au niveau mondial.

L'augmentation démographique, la forte demande de logement et l'absorption énergétique sont devenus le fantôme et le manie d'ère et l'angoisse de tout le monde ; pas seulement chez les pays sous-développés mais aussi dans les pays qui sont commencés de penser sur des solutions rationnelles pour réduire les résultats indésirables.

Notre choix s'est porté sur un thème d'actualité qui n'est pas choisi aléatoirement, mais suivant une hiérarchie logique en prenant en premier degré nos tendances personnelles, partants d'une expérience énergétique du bâtiment mondial importante, qui nous permettra d'élaborer cette étude en toute confiance. Sachant que le sujet est une grande opportunité à ne pas rater, vu son importance et son poids dans notre vie estudiantine et professionnelle, en enrichissant notre carrière d'architecte.

3-PROBLÉMATIQUE :

La demande mondiale d'énergie primaire a augmenté rapidement en raison de l'augmentation de la population et l'industrialisation. Plus d'un tiers de la demande énergétique dans le monde est utilisé dans le secteur résidentiel. La consommation d'énergie dans le monde par les équipements de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) dans les bâtiments varie de 16 à 50% de la consommation totale d'énergie.]R.Kharchi, 2014[.

La réduction des consommations d'énergie est urgente, non seulement pour des raisons écologiques, mais aussi pour des raisons économiques. A l'horizon 2050, on a estimé que la terre sera peuplée de 8 à 10 milliards de personnes]LEMONDE, 2013[, qui auront tous besoin de consommer l'énergie pour se chauffer, se déplacer, etc. Un accroissement de la demande énergétique est inévitable. En revanche, l'augmentation des ressources énergétiques

est moins sûre. La découverte des nouveaux gisements s'est ralentie. Ainsi, les experts estiment que, sur la base de la consommation de 2002, les ressources de pétrole et de gaz dureront encore 50 ans. Si on poursuit les schémas actuels, une crise énergétique est très probable] F. CHLALA, 2013[.

L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Plus du tiers de la consommation mondiale en énergie finale Dans l'ensemble des pays en développement la part de sa consommation dépasse 40%. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique] R.Kharchi, 2014[., et notre pays l'Algérie n'est pas exonérés de la consommation excessive dans le secteur résidentiel.

Les bâtiments BBC (bâtiment basse consommation) ou bâtiment économe en énergie c'est l'un des solutions qui permet d'obtenir une performance énergétique globale particulièrement élevée. La conception de ce type de bâtiment repose sur des techniques éprouvées, des matériaux et des équipements aujourd'hui disponibles sur le marché.

Pour cela, il faut suivre des stratégies et techniques où l'objectif premier est de minimiser la consommation énergétique dans le bâtiment et réaliser la performance énergétique et le développement durable.

A Jijel, nous voulons appliquer ces techniques et les concrétiser devant un site riche. Un choix représente pour nous un grand défi, en tant qu'un premier exemple à Jijel et en l'absence des exemples à notre portée.

Dans ce cadre, on veut dire que les concernés doivent appliquer une stratégie efficace concentrant sur le secteur résidentiel, qui représente un taux très important de consommation énergétique, en se posant l'inévitable question :

- **Quelles sont les solutions architecturales nous permettant d'économiser la consommation énergétique dans le bâtiment ?**

Hypothèse :

Pour arriver à un bâtiment économe d'énergie il faut bien exploiter les propriétés du terrain (soleil, vent...etc.) dès la première ligne dans la conception architecturale en assurant une bonne orientation ; ventilation et isolation et en passant par le choix des matériaux écologiques de haute performance et l'utilisation des techniques basées sur des ressources renouvelables à l'aide des outils et des logiciels.

4-OBJECTIFS :

Aborder cette thématique comme un thème de recherche vise à atteindre certains objectifs prioritaires :

- ✓ Comprendre la question d'efficacité énergétique dans le bâtiment.
- ✓ Connaître la politique algérienne concernant l'efficacité énergétique et pourquoi ce retard d'application des notions malgré l'importance et la nécessité de ce thème.
- ✓ Déterminer les meilleures solutions architecturales pour réduire la consommation énergétique dans le bâtiment.
- ✓ La maîtrise de l'exploitation des données climatiques du site peut réduire la consommation d'énergie dans le bâtiment.

5-MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL :

Pour répondre à la problématique posée et atteindre les objectifs sus-cités ; nous avons basé notre travail sur une recherche bibliographique et documentaire (des livres , des documents, des rapports officiels, des mémoires et des sites internet), afin de tirer les notions, les concepts et les différentes théories dans le cadre d'efficacité énergétique du bâtiment.

6-STRUCTURE DU TRAVAIL :

Notre travail est divisé en trois parties principales commençant par une introduction générale qui contient la motivation du choix de thème ainsi que les soucis parus, sous forme de problématique, et terminant par une conclusion générale qui récapitule le contenu de mémoire ; passant par une partie théorique qui contient 4 chapitres organisée comme suit :

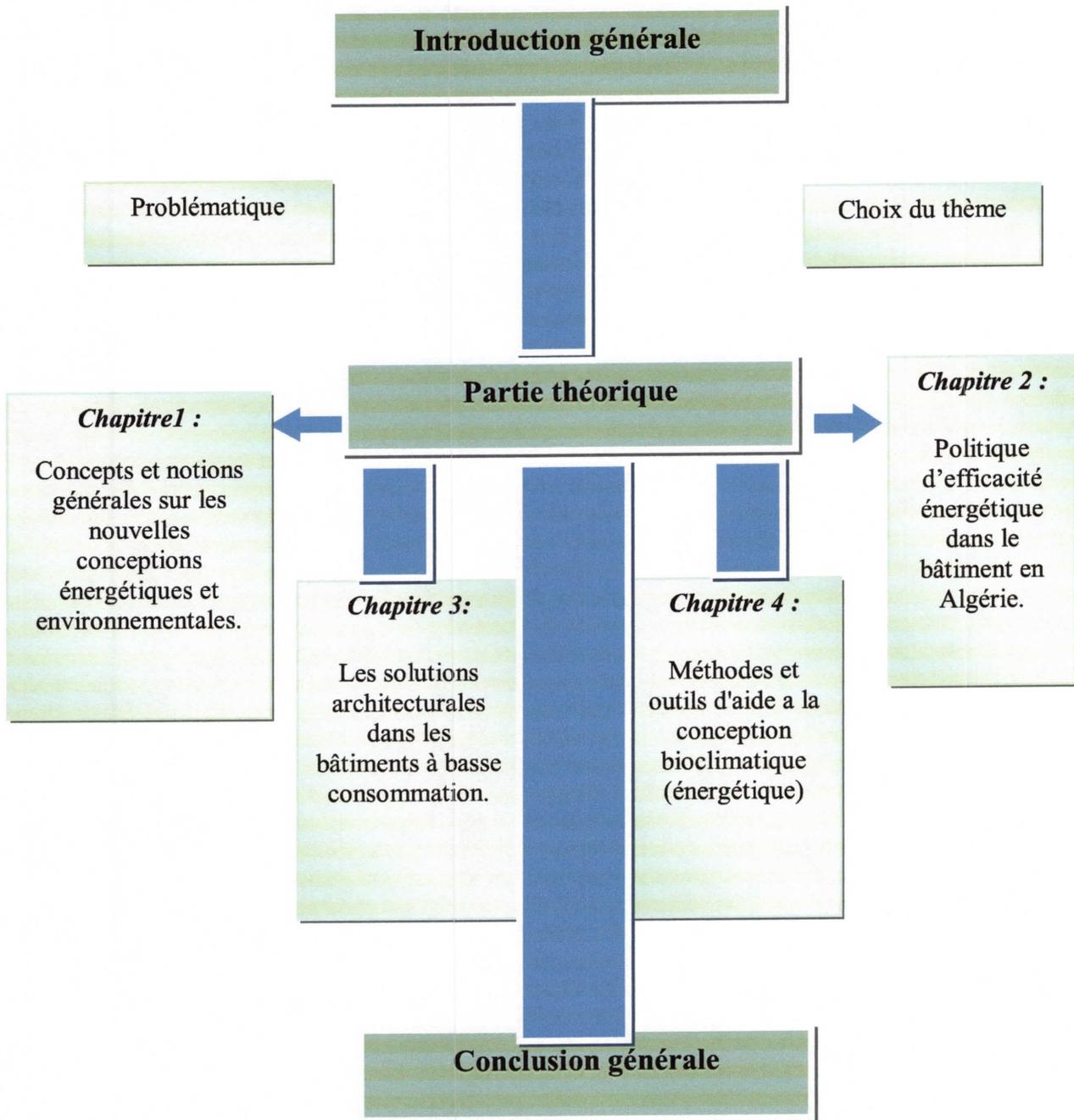
-Un chapitre thématique qui est intitulé : concepts et notions générales sur les nouvelles conceptions énergétiques et environnementales : comprend un ensemble des définitions et des notions théoriques relatives à notre thème d'étude. C'est une étape indispensable avant de passer aux autres chapitres ; car elle nous permet d'avoir une base théorique, comme elle servira de point de départ, dans l'élaboration des principaux éléments, qui constitueront notre projection architecturale.

-Chapitre 2 : sur la politique d'efficacité énergétique dans le bâtiment en Algérie ; ce chapitre concentre sur l'efficacité énergétique dans le bâtiment et comment l'Algérie l'adapte pour maîtriser cette consommation dans le secteur résidentiel en déterminant à la fin les barrières devant le retard d'application de ces concepts.

-Chapitre 3 : les solutions architecturales dans les bâtiments à basse consommation ; notre thème se déroule principalement sur l'importance de réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment et quelles sont les stratégies pour atteindre ce but.

-Chapitre 4 : méthodes et outils d'aide à la conception bioclimatique (énergétique) ; dans ce chapitre nous avons étudié des méthodes et des outils d'aide à la conception architecturale bioclimatique, qu'elles interviennent dans le processus de génération du projet architectural afin de le rendre performant de point de vue confort thermique et efficacité énergétique.

Le principe général de cette organisation est résumé dans le schéma ci-dessous :



Structure du travail

Chapitre 1. Concepts et notions générales sur les nouvelles conceptions énergétiques et environnementales

Introduction

Le secteur du bâtiment, dont sa consommation énergétique représente plus de 40% du total de l'énergie, est responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre ; et se positionne comme un acteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis à faire face. Ce secteur pourrait bien être le seul qui offre des possibilités de progrès suffisamment fortes pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Dans ce chapitre ; on va définir les différentes notions concernant ce thème afin de bien comprendre l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

1.1. La Consommation énergétique dans le bâtiment :

La consommation d'énergie correspond à la quantité d'énergie utilisée par un appareil ou un local bâti. La consommation d'énergie est variable en fonction de paramètres variés. Entre autres, pour une chaudière, elle dépendra de son rendement, et pour un logement de son isolation. L'unité permettant de comparer la consommation d'énergie d'un logement est le KW/m²/an. Plus l'isolation d'un logement ou d'un local est performante, plus sa consommation d'énergie est faible. Les normes actuelles de consommation d'énergie des logements courants sont de 150 à 250 KW/m²/an et sont en train d'être adaptées (RT 2005, RT 2010) pour atteindre une consommation d'énergie inférieure à 50KW/m²/an dans l'habitat du futur. Les économies d'énergie ainsi générées permettraient de réduire considérablement l'impact environnemental du Bâtiment en matière de rejet de CO₂. [Climamaison, 2016].

1.2. Usages d'énergie consommée dans les bâtiments :

1.2.1. Le chauffage :

Le chauffage représente un poste important de consommation dans un logement. Après avoir réduit le plus possible les besoins de chauffage par des travaux sur les parois et la ventilation, les équipements doivent être les plus performants possibles pour réduire au maximum la consommation. Répondre à un besoin de confort tout en réduisant la consommation revient à sélectionner les meilleures technologies présentes sur le marché, tout en privilégiant les sources d'énergie renouvelables. [Effinergie, 2011].

1.2.2. L'eau chaude sanitaire :

L'eau chaude sanitaire (ECS) désigne, en termes de plomberie, l'eau réchauffée utilisée à des fins domestiques.

Les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire (ECS) sont évalués sur une base forfaitaire en fonction du volume du bâtiment. Le préchauffage solaire permet de réduire la consommation d'énergie pour amener l'eau à la température nécessaire. [Effinergie, 2011].

1.2.3. Les auxiliaires :

Les auxiliaires sont les équipements électriques (calculateur, ventilateur...), ou veilleuses, nécessaires au fonctionnement des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation. La consommation d'énergie des auxiliaires est prise en compte dans le calcul de l'énergie primaire consommée par le bâtiment. [Effinergie, 2011].

1.2.4. La ventilation :

La ventilation est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air, par déplacement dans un lieu clos. Elle est mise en œuvre dans les lieux où l'oxygène risque de manquer, ou bien où des polluants et autres substances indésirables (humidité, par exemple) risqueraient de s'accumuler en son absence : logements, bureaux, magasins, salles de spectacles, d'enseignement, ouvrages souterrains, tunnel routier, atelier industriel, mine. [Effinergie, 2011].

1.2.5. La climatisation :

La climatisation est la technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques (température, humidité, niveau de poussières, etc.) d'un local pour des raisons de confort (bureaux, maisons individuelles) ou pour des raisons techniques (laboratoires médicaux, locaux de fabrication de composants électroniques, blocs opératoires, salles informatiques). Les principales caractéristiques modifiées, contrôlées ou régulées sont :

- **Le degré de pollution de l'air ambiant (local à traiter) :** renouvellement, soit par extraction forcée de l'air hors du local, soit par introduction forcée d'air neuf (air extérieur) dans le local, soit par renouvellement partiel de l'air ambiant pollué (ajout d'un caisson de mélange), ou tout simplement un filtre à poussière.

- **La température de l'air** : modification en fonction des saisons (chauffage ou refroidissement).
- **Le degré d'hygrométrie de l'air traité** : humidification ou déshumidification,
- **La teneur en poussières de l'air** : traitement par filtration de l'air soufflé ou repris,

Le maintien permanent des conditions intérieures (la régulation). [Effinergie, 2011].

1.2.6. L'éclairage :

L'éclairage est l'ensemble des moyens qui permettent à l'homme de doter son environnement des conditions de luminosité qu'il estime nécessaires à son activité ou son agrément. Dans la consommation énergétique des logements, l'éclairage compte pour 15 % des déperditions. [Effinergie, 2011].

1.3. L'énergie primaire et finale :

L'énergie « **primaire** » correspond à des produits énergétiques « **bruts** » dans l'état (ou proches de l'état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, bois (également déchets combustibles qui sont fournis par les activités humaines).

Chacune de ces sources d'énergie est mesurée dans une unité qui lui est propre : tonne de charbon, stère de bois, tonne de pétrole brut et mètre cube pour le gaz naturel. Le kilowattheure (kWh) est l'unité utilisée pour l'électricité, mais aussi pour le gaz et la chaleur.

On utilise le terme d'énergie finale lorsque l'on considère l'énergie au stade final de la chaîne de transformation de l'énergie, c'est-à-dire au stade de son utilisation par le consommateur final.

Pour l'électricité, on considère comme « **électricité primaire** » celle produite par d'autres moyens que les centrales thermiques classiques : énergie nucléaire, hydraulique, éolien et photovoltaïque. [Global-chance, 2016].

1.4. Bâtiment écologique :

Les bâtiments écologiques diffèrent des bâtiments conventionnels en raison de l'intégration d'objectifs sociaux et économiques. Les considérations environnementales correspondent en gros aux impacts écologiques directs et indirects, comme des émissions réduites de gaz à effet de serre ou une consommation d'eau réduite.

Les considérations sociales peuvent être directement liées au bâtiment en soi (comme de l'air sain et confortable ou une lumière naturelle) ou déborder le cadre du bâtiment (promotion de l'utilisation des transports en commun ou densification urbaine). La construction de bâtiments écologiques respecte un processus unique de réalisation de projet pour les caractéristiques distinctives des maisons écologiques. [Lucuik, et al., 2005].

1.5. Construction durable :

L'écoconstruction est utilisée pour toute construction qui, tout en assurant confort et santé des occupants, limite au mieux les impacts sur l'environnement, en cherchant à s'intégrer le plus respectueusement possible dans un milieu et en utilisant le plus possible les ressources naturelles et locales [FFB, 2010].

1.6. Construction bioclimatique :

La conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, L'inertie du bâtiment... [FFB, 2010]. Les maisons bioclimatiques ne retiennent que l'influence du climat, se protègent passivement de ses inconvénients, valorisent toujours passivement ses atouts [ÉCOCONSO, 2009].

1.7. L'efficacité énergétique :

Le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes) [FFB, 2010].

L'efficacité énergétique se définit comme une consommation en énergie moindre pour le même service rendu. La notion d'efficacité énergétique est à distinguer de celle de l'intensité énergétique, qui représente la quantité d'énergie consommée pour produire une quantité de PIB. Elle ne se confond pas non plus avec celle de sobriété énergétique. Cette dernière est consensuelle si elle vise à éviter les gaspillages [De Béthencourt, et al. 2013].

De ces deux définitions se dégage un point commun, l'efficacité énergétique vise à réduire le rapport entre l'énergie utile et la consommation énergétique. On rajoutera le fait que la performance énergétique et aussi à distinguer de la notion d'efficacité énergétique qui est intimement liée à un objectif politique signifié en amont.

1.8. Certifications énergétiques :

1.8.1. Définition :

Le certificat de performance énergétique des bâtiments (**certificat PEB**) est un document obligatoire qui informe les acquéreurs ou locataires potentiels de l'efficacité énergétique du bien certifié. L'objectif étant de permettre aux acquéreurs/locataires éventuels de comparer l'efficacité énergétique de différentes habitations.

Le certificat de performance énergétique indique la consommation théorique d'énergie du bâtiment (calculée en fonction de conditions d'utilisation et de climats standardisées). Il mentionne pour chaque bâtiment :

- Sa consommation d'énergie, sous forme d'indicateurs (ex de A++, B, C...jusque G pour les bâtiments les plus énergivores).(Voir l'annexe I).
- Son impact sur l'environnement (émissions de CO₂).
- Les performances de l'enveloppe du bâtiment (l'ensemble des parois qui entourent le volume protégé).
- Les performances des systèmes de chauffage.
- Les performances des systèmes de production d'eau chaude sanitaire.
- La présence ou non d'un système de ventilation.
- La présence éventuelle de source d'énergie renouvelable.
- Des recommandations d'amélioration.

Le certificat énergétique constitue donc une véritable carte d'identité énergétique de l'habitation détaillant la performance énergétique du bâtiment dans des conditions de climat et d'usage standardisées. [Lecertificateurpeb, 2016]

1.8.2. La démarche H.Q.E:

La démarche Haute Qualité Environnementale est une approche globale portant sur le management du projet de construction ou de rénovation visant à minimiser l'impact d'un bâtiment sur son environnement, durant l'ensemble de son cycle de vie.

1.8.2.1. Les principes :

Officialisée début 2005, la certification « Démarche HQE » vise à proposer des ouvrages sains et confortables, avec des impacts sur l'environnement les mieux maîtrisés et les plus faibles possibles.

La démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) impose de respecter un référentiel technique qui comporte deux volets :

- **Le Système de Management de l'Opération (SMO)** : il évalue le management mis en place dans la gestion et l'organisation du projet.
- **La Qualité Environnementale des Bâtiments (QEB)** : elle est mesurée à partir d'objectifs à atteindre, sur la base de 14 cibles qui définissent le profil « environnemental » d'un bâtiment donné. [Saint-Gobain-glass,2016].

1.8.2.2. La certification :

Les acteurs de la construction doivent procéder à des choix réfléchis en se fondant sur la qualité environnementale des bâtiments déclinée en 14 cibles : **ÉCO-CONSTRUCTION** (relation des bâtiments avec l'environnement immédiat ; choix intégré des procédés et produits de construction et chantier à faibles nuisances) ; **ECO-GESTION** (gestion de l'énergie, gestion de l'eau, gestion des déchets d'activité et la gestion de l'entretien et de la maintenance) ; **CONFORT** (confort hygrothermique, le confort acoustique, le confort visuel et le Confort olfactif) et la **SANTÉ**(Qualité sanitaire des espaces, la qualité sanitaire de l'air et la qualité sanitaire de l'eau).

La certification atteste de la conformité d'un bâtiment à un référentiel. Ce dernier définit trois niveaux de performance pour chacune des 14 cibles : « niveau de base », « niveau performant » et « niveau très performant ».

Pour obtenir la certification « Démarche HQE », le programme doit répondre à des exigences particulières et viser :

- Le niveau « **très performant** » pour 3 cibles au minimum.
- Le niveau « **performant** » pour 4 cibles au minimum.
- Le niveau « **de base** » pour les autres cibles. [saint-gobain-glass].

1.8.3. La certification BREEAM:

British BREEAM est développé en 1990 à une approche intégrée dans le processus de conception, et notamment dans les toutes premières phases. Le projet met en application la « BREEAM Rating » pour évaluer la qualité environnementale d'un bâtiment. C'est la méthode de labellisation la plus largement reconnue au niveau international.

L'évaluation est fondée sur des cotations attribuées selon un ensemble de critères de performance. Les neuf critères principaux sont : La gestion, santé et confort, énergie, transport, consommation d'eau, matériaux, utilisation du sol, écologie du site et pollution. Le contenu de la méthode est mis à jour tous les ans. [ente-aix,2016].

1.8.4. La certification LEED :

Le Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) est un système nord-américain de standardisation de bâtiments à haute qualité environnementale créé par le US Green Building Council en 1998, semblable à Haute qualité environnementale en France.

Il atteste que le bâtiment a été conçu et construit en utilisant des stratégies visant à atteindre la haute performance dans les domaines clés : de la santé humaine et l'environnement, développement durable du site, les économies d'eau, l'efficacité énergétique, le choix des matériaux et la qualité de l'environnement intérieur [U.S. Green Building Council, 2013].

1.8.5. La certification Green star :

Green Star est un système volontaire de notation de durabilité pour les bâtiments en Australie. Il a été lancé en 2003 par le Conseil de l'Australie Green Building.

Le système de notation Green Star évalue la viabilité des projets à tous les stades du cycle de vie de l'environnement bâti. Notes peuvent être obtenus à la phase de planification pour les communautés, au cours de la conception, la construction et la phase de faitout des bâtiments, ou au cours de la phase opérationnelle en cours. [U.S. Green Building Council, 2013].

1.9. Les labels énergétiques:

1.9.1. Définition :

Le label est une marque spéciale conçue par une organisation publique ou privée (syndicat professionnel, organisme parapublic, ministère, association...) pour identifier et pour garantir soit l'origine d'un produit soit/et un niveau de qualité. Un label énergétique répond bien évidemment à cette définition. Après obtention, une construction est donc certifiée avoir au minimum un certain niveau de performances en fonction du label et du type de bâtiment.

Le label a pour objectif de contrôler et d'approuver un ensemble d'éléments contribuant à obtenir une haute performance énergétique. Les différents points sur lesquels portent l'analyse d'un label énergétique sont les suivants :

- **Une isolation très performante** calculé et certifié par un bureau d'étude thermique.
- **Une bonne étanchéité à l'air** vérifié à l'aide d'un test d'étanchéité à l'air.
- **Une ventilation contrôlée permanente**, qui assure confort et qualité de l'air. Le bureau d'étude thermique en fonction du bâtiment déterminera le modèle de VMC qui est en général une VMC double flux.
- **L'orientation** et le choix architectural rentrent bien évidemment dans l'analyse. Par exemple, si les ouvertures ont été réalisées sur la façade Sud, cela sera bien évidemment un atout majeur pour la maison afin de bénéficier des apports solaires maximum.
- **L'utilisation d'énergies renouvelables** pour le chauffage, le rafraîchissement et l'eau chaude sanitaire avec par exemple l'utilisation de ballon d'eau chaude solaire.

1.9.2. Le label environnemental Allemand : PASSIVHAUS :

Le Label **Passivhaus** est délivré par l'institut de recherche allemand Passivhaus, créée par le **Dr. Wolfgang Feist** en 1996. Ce label est destiné aux bâtiments résidentiels et tertiaires. [Passivhaus 2007, Feist 2005].

Pour atteindre le standard Passivhaus, il est nécessaire d'avoir :

- Un besoin annuel de chauffage $< 15 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$.
- Une demande annuelle d'énergie primaire inférieure à $120 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$ pour le Chauffage, l'eau chaude et l'électricité (incluant les applications domestiques).

Un bâtiment Passivhaus est la combinaison d'une enveloppe avec une isolation thermique très performante, d'une perméabilité à l'air très faible, de la récupération d'énergie sur la ventilation et de préchauffage d'air neuf (double flux avec récupération, puits climatique) et des sources d'énergies renouvelables. [Chlela et al, 2005].

1.9.3. Le label énergétique Suisse : MINERGIE :

Minergie (label suisse) est un label d'efficacité énergétique qui s'applique aux bâtiments neufs ou rénovés. Il garantit au bâtiment : Confort, Economie, Performance énergétique, Qualité de construction, Préservation de l'environnement.

Le label est adapté pour tous types de bâtiment (habitat, bâtiment tertiaire, locaux commerciaux...). La performance énergétique du bâtiment doit être de $38 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ dans le neuf et $60 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ dans la rénovation.

Le label Minergie est plus exigeant que les normes imposées par la Réglementation Thermique 2005, il devance aussi les exigences de la Réglementation Thermique 2012. [Chlela et al, 2005].

1.9.4. Les labels énergétiques français :

1.9.4.1. Label THPE : Très Haute Performance Energétique :

Pour les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% par rapport à la consommation de référence RT 2005 et, pour l'habitat, au moins 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, accompagné d'exigences sur l'utilisation d'équipements d'énergie renouvelable (capteurs solaires thermiques, capteurs photovoltaïques ou des éoliennes) ou de pompes à chaleur très performantes.

Ce label correspond au label THPE et exige, de plus, le respect de l'une des conditions suivantes [ADEME, 2007]. :

- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50 % des consommations de l'eau chaude sanitaire et la part de la consommation conventionnelle de chauffage par un générateur utilisant la biomasse est supérieure à 50 %.
- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50 % des consommations de l'eau chaude sanitaire et le système de chauffage est relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60 % par des énergies renouvelables.
- Le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50 % de l'ensemble des consommations de l'eau chaude sanitaire et du chauffage.
- Le bâtiment est équipé d'un système de production d'énergie électrique utilisant les énergies renouvelables assurant une production annuelle d'électricité de plus de 25 kWh/m² SHON en énergie primaire.
- Le bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur ayant un coefficient de performance annuel supérieur à 3,5.
- Pour les immeubles collectifs et pour les bâtiments tertiaires à usage d'hébergement, le bâtiment est équipé de panneaux solaires assurant au moins 50 % des consommations de l'eau chaude sanitaire.

1.9.4.2. Label HPE : Haute Performance Energétique :

➤ Le premier niveau du label énergétique :

Le label « haute performance énergétique » prévu à l'article R.111-20 du code de la construction et de l'habitation atteste la conformité des bâtiments nouveaux à un référentiel qui intègre les exigences de la réglementation thermique, le respect d'un niveau de performance énergétique globale de ce bâtiment supérieur à l'exigence réglementaire et les modalités minimales de contrôles.

Il comporte deux niveaux correspondant à une consommation conventionnelle d'énergie inférieure [ADEME, 2007] :

- Soit, de 8% à la consommation conventionnelle de référence définie à l'article 8 de l'arrêté du 29 novembre 2000 ; le label « haute performance énergétique » est alors appelé « Label haute performance énergétique, HPE 2000 » ;
- Soit, de 15% à la consommation conventionnelle de référence définie à l'article 8 de l'arrêté du 29 novembre 2000 ; le label « haute performance énergétique » est alors appelé « Label très haute performance énergétique, THPE 2000 ».

➤ **2ème niveau du label énergétique :**

Basé sur les exigences du label HPE 2005 accompagnées d'exigences sur l'installation d'équipements d'énergie renouvelable [ADEME, 2007] :

- Soit le chauffage, et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire, est assuré par une chaudière utilisant la biomasse, et en particulier le bois ;
- Soit, le bâtiment est raccordé à un réseau de chaleur alimenté par au moins 60 % de bois ou de biomasse, ce qui apporte une réponse aux collectivités territoriales qui font des efforts pour produire de la chaleur avec des combustibles renouvelables.

1.9.4. 3. Label BBC : bâtiment a basse consommation :

Il vise à identifier les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments dont les très faibles besoins énergétiques contribuent à atteindre les objectifs de 2050 (réduire les émissions de gaz à effet de serre par 4).

Il est défini par l'arrêté ministériel du 3 mai 2007. Ce dernier reprend les valeurs définies par le référentiel de l'association EFFINERGIE, à savoir un objectif de consommation maximale pour les constructions résidentielles neuves fixées à 50 kWh/m².an.

Pour les bâtiments à usages autres que d'habitation, l'objectif de consommation maximale en énergie primaire est fixé à 50% de la consommation conventionnelle de référence.

Il existe un label spécifique concernant la rénovation des bâtiments : BBC-rénovation dont le plafond des consommations est fixé à 80 kWh/m²/an.

Les constructions neuves peuvent être labellisées BBC-Effinergie dans le cadre d'une démarche de certification et à partir d'un calcul basé sur la méthode de calcul de la RT 2005.

Le label BBC-EFFINERGIE va plus loin dans ses exigences et impose une mesure de la perméabilité à l'air du bâtiment à la réception du chantier.

1.10. La différence entre « le label énergétique » et « la certification énergétique » :

Le label garantit un niveau de qualité supérieur selon un cahier des charges donné. Celui-ci peut provenir d'un organisme public ou privée. La certification est une démarche précise, encadrée par la loi, qui vise des produits, des services ou des entreprises. Elle est délivrée par un organisme certificateur agréé et indépendant. [deco, 2016].

Un label définit un niveau de qualité de construction supérieure à celle définie par la réglementation en vigueur. Il fixe un ensemble de caractéristiques, et permet d'attester de la qualité d'une construction. Il est souvent accompagné d'un cahier des charges, qui décrit les niveaux de performance à atteindre. [senova-magazine, 2011].

Le label peut être obtenu sur demande de certification auprès d'un organisme certificateur. Il appartient alors à ce dernier d'effectuer les contrôles nécessaires pour affirmer que le bâtiment possède les caractéristiques requises ou non.

1.11. Les bâtiments performants :

1.11.1. Bâtiment basse consommation :

C'est un bâtiment qui consomme, pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, les auxiliaires et la climatisation, 50 kWh_{ep}/m²/an en énergie primaire (mètre carré de SHON module selon la zone climatique et l'altitude [FFB, 2010].

Le label BBC peut être obtenu grâce à des combinaisons bâti/équipements qui permettent d'atteindre les seuils de performances indiqués.

On ajoutera que ce label a disparu au profit de la réglementation thermique 2012 qui l'inclut, ainsi toute les constructions résidentielles neuves doivent être des bâtiments à basse

consommation, par ailleurs les rénovations thermiques sont aussi contraintes de ne pas dépasser le seuil de 80 kWh/m²/an. [AITF, 2013].

1.11.2. Le bâtiment passif :

En anglais “Passive House”, en allemand “Passivhaus”. Le concept de bâtiment passif a été développé dans les années 1970 et formalisé en 1985 par le Pr. Bo Adamson de l’université de Lund (Suède) et Wolfgang Feist de l’institut de logement et de l’environnement (IWU) de Darmstadt (Allemagne).

Le bâtiment passif désigne un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu’en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissements actifs ; c’est à dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l’année. [LAUSTENS J. 2008].

Pour réaliser cela on prend en considération les principes suivants [PMP21, 2012] :

- Le solaire passif : l’utilisation passive du rayonnement solaire.
- La sur-isolation : une isolation thermique particulièrement performante, une absence des ponts thermiques et une étanchéité à l’air très élevées.
- La récupération de la chaleur et le chauffage d’appoint : un système d’aération approvisionne constamment en air frais.
- L’efficacité électrique et énergies renouvelables : grâce à des appareils électroménagers performants et une installation solaire thermique.

1.11.3. Le bâtiment zéro énergie :

Le bâtiment zéro énergie combine de faibles besoins d’énergie à des moyens de production d’énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l’année (son bilan énergétique net annuel est donc nul), il obtient tous ses énergies requises par d’énergies solaires et d’autres sources d’énergie renouvelable et il présente des niveaux d’isolations supérieurs.

Le principe de la maison à énergie zéro est donc complètement différent de celui de la maison passive, puisqu’il consiste en une compensation de la consommation totale, quelle qu’elle soit, et non en une optimisation des conditions favorisant la sobriété énergétique de la maison. Le bilan de consommation de la maison à énergie zéro prend en considération 5

usages principaux que sont le chauffage, la climatisation éventuelle, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires. Cette consommation doit tendre vers l'objectif [CLIMAMAISON, 2012] :

- Maison énergie zéro (5 usages) = consommation env. 0 à 15 kWh/m².an, en énergie primaire.
- Maison énergie zéro (tous les usages, compris appareils électriques, ...) = env. 100 kWh/m².an, en énergie primaire. [LAUSTENS J. 2008].

1.11.4. Bâtiments à énergie positive (BEPOS) :

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue [THIERS S., 2008].

Pour qualifier un bâtiment qui serait à énergie positive, deux indicateurs énergétiques sont retenus :

- Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et à faible contenu carbone.
- La consommation totale d'énergie primaire du bâtiment doit être compensée en moyenne par la production locale d'énergie.

Cela se traduit par de nombreux éléments à traiter [ADEME, 2009] :

- La définition du périmètre spatial de l'objet à énergie positive et la gestion des flux énergétiques : bâtiment, parcelle, groupe de bâtiments... ;
- L'optimisation de la conception bioclimatique du bâtiment ;
- La mise en œuvre d'une enveloppe multifonctionnelle (isolation, production, stockage...)
- La prise en compte de la production d'énergie renouvelable ;
- Le contrôle systématique de l'étanchéité à l'air et des ponts thermiques à la fin des travaux.
- Le renforcement des exigences sur le confort d'été ;
- Le suivi du bâtiment en exploitation avec l'introduction d'instruments de mesure permettant un suivi des consommations.

1.11.5. Les bâtiments bioclimatiques :

L'architecture bioclimatique cherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants pour réduire au maximum les besoins énergétiques non renouvelable. Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat (afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort avec des températures agréables, une humidité contrôlée, un éclairage naturel, et permet de réduire les besoins énergétique (chauffage ou climatisation). La conception bioclimatique d'un bâtiment permet de satisfaire les quatre fonctions principales [LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005] :

- Capturer le rayonnement solaire.
- Stocker l'énergie ainsi captée.
- Distribuer cette chaleur dans le bâtiment.
- Réguler cette chaleur.

Conclusion

A partir de ces données, Nous avons pu constater que la maîtrise de l'énergie est très importante afin d'arriver à une bonne utilisation efficace des énergies au bâtiment. Est que l'objectif de l'efficacité énergétique au niveau de la demande est de montrer l'importance de l'organisation des moyens à travers des labels et démarches d'étude concerne essentiellement la réduction des besoins énergétiques en plus de l'impact environnemental, et de l'utilisation de toute une gamme d'instruments pour la mise en œuvre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie à la hauteur des enjeux et des objectifs.

CHAPITRE 2 : LES SOLUTIONS ARCHITECTURALES DANS LES BATIMENTS A BASSE CONSOMMATION.

Introduction :

« La fonction de l'architecte est de composer des formes et des espaces auxquels il doit nécessairement donner des limites et que c'est essentiellement le traitement de ces limites qui va conditionner les transferts énergétiques et générer les ambiances dans la construction » *Pierre Lavigne.*

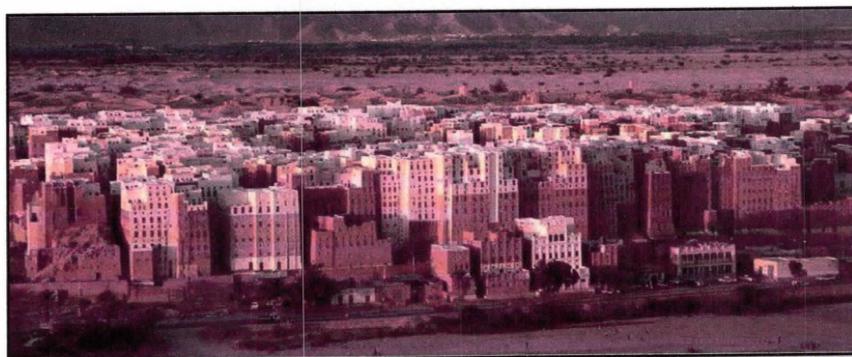
2.1. Les bâtiments traditionnels :

2.1.1. Les solutions architecturales dans les bâtiments traditionnels :

2.1.1.1. L'architecture de la terre :

Terre crue, banco ou adobe sont les termes utilisés pour désigner la terre, utilisée avec le moins de transformations possible en tant que matériau de construction. Le terme terre crue permet surtout de marquer la différence avec la terre cuite.

Plusieurs techniques de construction utilisant la terre crue comme matériau structurel existent : le pisé, la bauge, l'adobe, la brique de terre compressée. La terre crue est un matériau économique : l'extraction ne nécessite pas de moyens technologiques importants ; l'utilisation est réalisée sans transformation ; l'acheminement est réduit. Tous ces facteurs limitent les coûts. Sur le plan technique c'est un matériau très isolant aussi bien phoniquement que thermiquement.



*Ph.2.1 : Shibām, « le Manhattan du désert » en terre crue, Yémen(XVIème siècle).
Source : internet.*

Les préoccupations environnementales permettent de redécouvrir les nombreuses qualités du matériau terre crue. Son utilisation ne participe pas à l'épuisement des ressources ni à l'augmentation des pollutions (eau, air, sol) et des déchets, ni aux modifications biologiques. Ce matériau est :

- **Écologique**, il nécessite peu d'énergie et d'eau pour sa mise en œuvre et son élimination.
- **Économique et local**, il ne demande pas de transformation coûteuse. Pour une maison individuelle, la terre des fondations et du terrassement peut suffire pour construire le bâtiment. Il est un prolongement du sol et, à ce titre, participe à l'identité paysagère et architecturale du territoire dont il est issu.
- **Sain**, il n'est pas nocif à la réalisation, ni à l'usage du bâtiment. Il participe à rendre l'air ambiant sain, en régulant l'hygrothermie, en absorbant les odeurs et en filtrant certains polluants,
- **Allié du confort**, il apporte une inertie nécessaire au bâtiment sous leurs climats, l'affranchit des variations des températures extérieures notamment en été. Utilisé en mur et en plancher, il participe à l'isolation phonique. [globalarchiconsult].

2.1.1.2. La maison à patio :

Des vestiges d'espaces centraux ouverts ont été relevés il y a déjà près de 6.000 ans en Mésopotamie, On en trouvera également dans l'Égypte pharaonique, comme dans la vallée de l'Indus et jusqu'en Chine.

Sur le plan thermique, la maison à patio est particulièrement bien adaptée au climat chaud et semi-aride. Le patio jouit d'un microclimat plus tempéré que le climat extérieur, et joue ainsi le rôle d'un espace tampon entre l'intérieur de l'habitation et l'ambiance extérieure. Particulièrement en saison chaude, il propose des solutions thermiques sans contradiction avec la vie des gens, leurs traditions, et leur système de croyance.

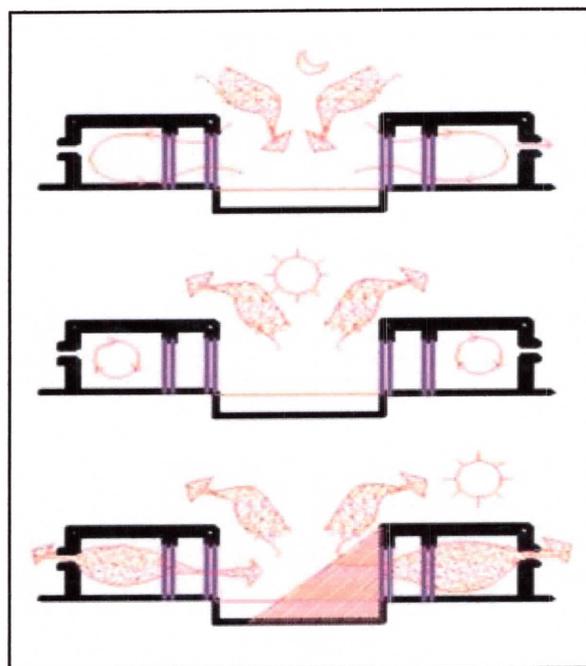


Fig .2.1 : Le patio distributeur d'air d'ombre et de soleil.

Source : internet

Les habitants savent que la température des patios en été est inférieure de celle de la rue...alors pourquoi mettre en place des climatiseurs qui chauffent les espaces extérieurs au-delà des consommations énergétiques et d'une utilisation d'énergie non renouvelable. [openarchive.icomos].

2.1.1.3. Les tours à vent :

Tour du vent ou **badgir** (mot persan signifiant littéralement attrape-vents), est un élément traditionnel d'architecture persane utilisé depuis des siècles pour créer une ventilation naturelle dans les bâtiments. La forme prise par les badgirs est variée. Elle peut être unidirectionnelle, bidirectionnelle ou multidirectionnelle.

Les tours des vents sont de grandes cheminées d'environ 3 mètres par 5 pour une quinzaine de mètres de haut.

La partie haute surplombant les toits est constituée d'ouvertures verticales orientées selon la direction des vents dominants. Le nombre d'ouverture varie d'une à huit selon les plans des tours. L'intérieur de la tour est recoupé verticalement afin de canaliser le vent, séparant flux ascendants et flux descendants. En partie basse se trouve une ouverture qui s'ouvre dans la pièce à rafraîchir.

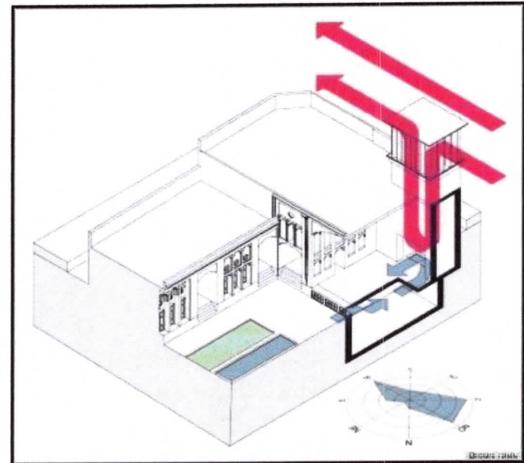


Fig.2.2 : tour du vent

Source : internet

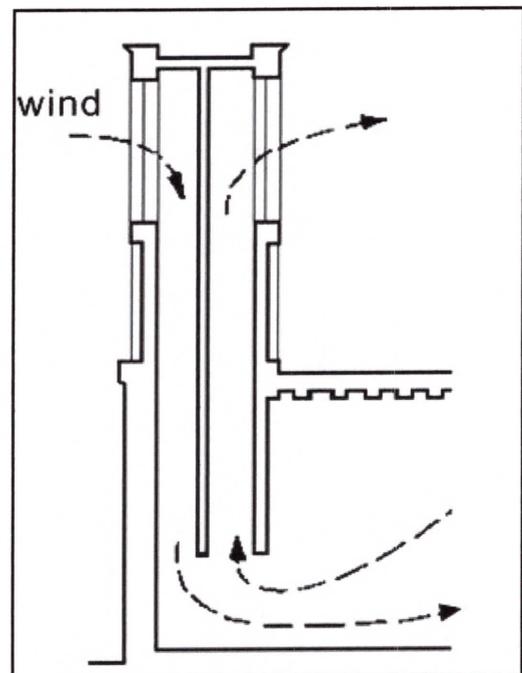


Fig.2.3:technique de ventilation.

Source :Philippe POISSON.

On pense que ce capteur de vent fonctionne grâce à la faible différence de pression entre la base et le sommet à l'intérieur de la colonne. Ainsi, à chaque fois qu'un faible souffle de vent passe à travers le sommet du badgir (on ne sent pas la différence à la base de la colonne), la différence de pression aide à remonter l'air chaud vers le sommet et à amener de l'air frais vers le bas de la colonne. L'effet d'accumulation sur une période de 24 heures est notable. [openarchive.icomos].

2.1.2. Model de Beni-M 'Zab :

2.1.2.1. Présentation de lavallée du M'Zab :

La vallée du M'Zab, à 600 km au sud d'Alger, est un plateau de calcaire découpé en vallées et ravins qui s'enchevêtrent les uns dans les autres sous forme de filet, c'est une entité géographique et un fait culturel particulier. Si l'occupation de l'espace et les modes de croissance urbaine relèvent des traits de la ville durable comme définie aujourd'hui, l'architecture traditionnelle du M'Zab n'en est pas moins spécifique puisqu'elle conjugue la culture et le climat. Plusieurs architectes célèbres, dont Le Corbusier, témoignent du caractère unique des maisons mozabites. Cette architecture sans architecte a inspiré à André Ravéreau une philosophie de la ville : partir des besoins élémentaires de l'homme, étudier les matériaux locaux, le climat, construire sans ornements, dans la plus stricte logique.

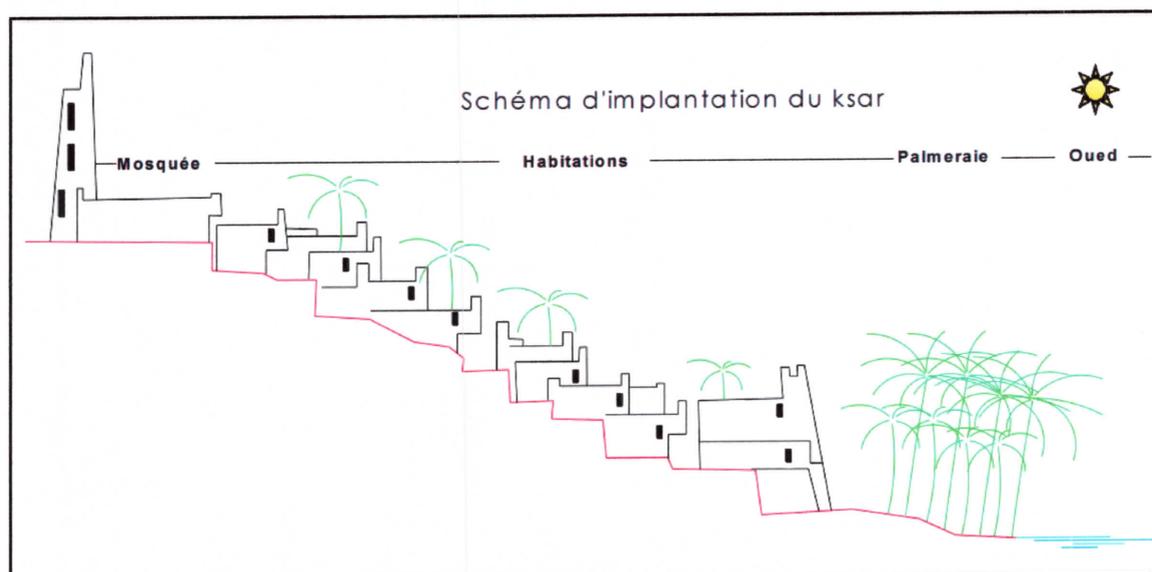


Fig. 2.4 :.Schema d'implantation du ksar.

Source : Chabi M., Dahli M 2011

2.1.2.2. Stratégies spatiales d'intégration climatique :

Comme stratégies spatiales d'intégration climatique, la maison traditionnelle développe des concepts dignes d'un répertoire référentiel pour l'architecture durable qui associe confort et respect de l'environnement, nous relevons à cet effet :

- **La compacité** : Les habitations sont accolées autant que possible les unes aux autres notamment dans la partie centrale, de manière à réduire les surfaces exposées à l'ensoleillement.

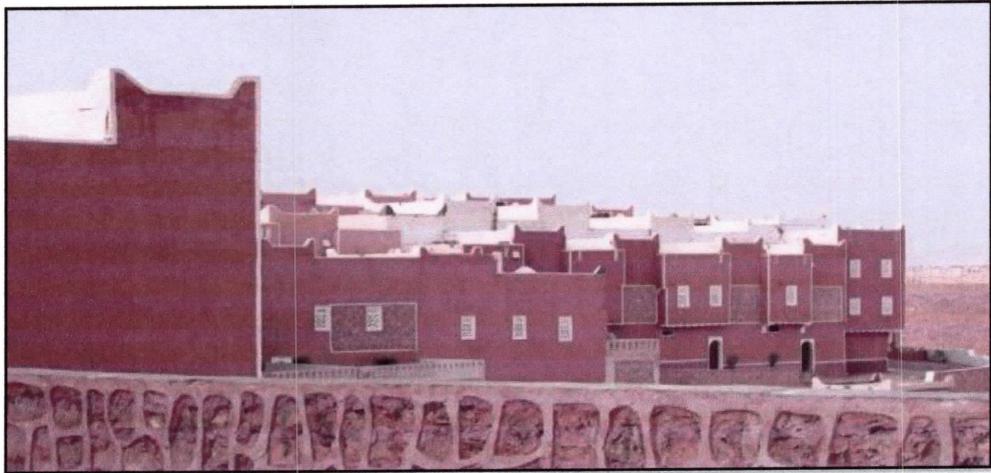


Photo .2.2. Le ksar de Tafilalet.

Source : Chabi M., Dahli M 2011.

- **Une typologie à patio**, en réponse à un climat extrême. Le patio est très souvent couvert sur sa plus grande surface, mais possède une ouverture appelée "chebek" en haut et au centre, qui lui donne de l'air et de la lumière [Chabi M., Dahli M 2011].
- Une superposition des patios a pour effet de diminuer la chaleur radiante à l'intérieur ;

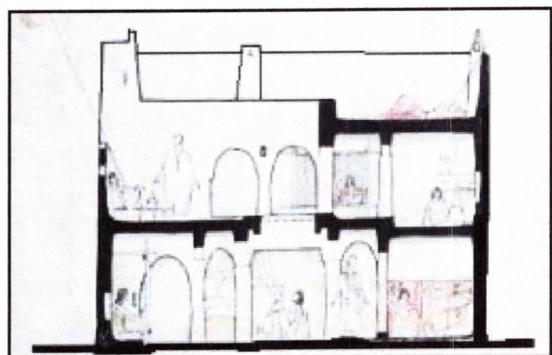


Fig.2.5 : Coupe maison traditionnelle

Source : Chabi M., Dahli M 2011.

- Une articulation à la rue par **une entrée en chicane** ;
- **Une orientation**, généralement, **sud** pour **bénéficier en hiver des rayons solaires obliques**, les rayons devenus verticaux en été s'arrêtent sur son seuil ; Une hauteur définie par la maximale du soleil en hiver pour faire bénéficier la façade voisine des rayons solaires;
- **Des espaces couverts / ouverts** sous forme de galeries à arcades, **orientés généralement sud**, pour profiter de la chaleur ambiante en hiver et se protéger des rayons presque verticaux en été ;
- **Une cave** qui procure, par l'inertie thermique du sol, **une fraîcheur** durant la journée ;
- **Une couleur claire** pour réfléchir le fort rayonnement solaire et été;
- **L'utilisation de matériaux de construction lourds adaptés au climat. La pierre**, généralement la plus utilisée, procure passivement le **confort thermique**.
[Chabi M., Dahli M 2011].

2.2. Les bâtiments actuels :

2.2.1. Les solutions architecturales dans les bâtiments à basse consommation :

2.2.1.1. La compacité :

Limiter la consommation d'énergie pour le chauffage et économiser les matériaux par la forme du bâtiment. Plus un bâtiment est compact, plus il est performant. On mesure la compacité avec le rapport surface déprédative (mur, toit, etc.) sur volume à chauffer : ratio S/V. Plus ce rapport est grand, plus il y a de surfaces déprédatives, plus il y a de pertes par les parois.

Les trois objectifs doivent être lus comme des pistes de réflexion lors de l'élaboration du projet d'architecture :

- Privilégier une forme simple.
- Privilégier les mitoyennetés.
- Privilégier les bâtiments de grande taille.

La compacité s'agit des aspects techniques et environnementaux :

- **Aspects techniques :**

La figure nous montre une comparaison de la variation de la compacité par rapport à :

-**La forme (à volume constant)** : les formes sphériques, cylindriques et cubiques sont les plus compactes.

-**La taille (à forme constante)** : pour une forme définie, une augmentation de la taille entraîne une augmentation de la compacité.

-**Au mode de contact (à forme et volume constants)** : Pour le même volume, la compacité de maisons mitoyennes est inférieure à celle d'un pavillon car les murs mitoyens sont disposés entre deux espaces chauffés et ne seront pas comptés comme déperdatifs.

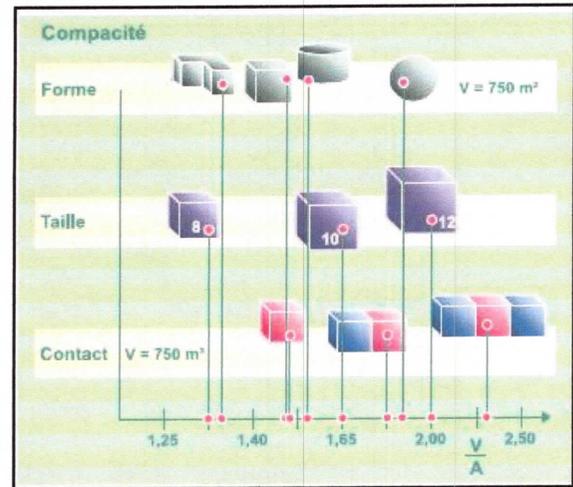


Fig.2.6: Impact de la forme, la taille et la proximité d'autres Volumes sur la compacité des formes simples.
Source : F.Simon, JM.Hauglustaine ,2005.

- **Aspects environnementaux :**

Pour une même composition de paroi, une variation de la compacité modifie considérablement la demande d'énergie. Par exemple, passer d'une compacité de 1 à 1.5 signifie que pour un même volume, l'enveloppe de déperdition a été diminuée de 1/3.

Les pertes de chaleur par

l'enveloppe auront diminué d'autant.

[F.Simon, JM.Hauglustaine ,2005].

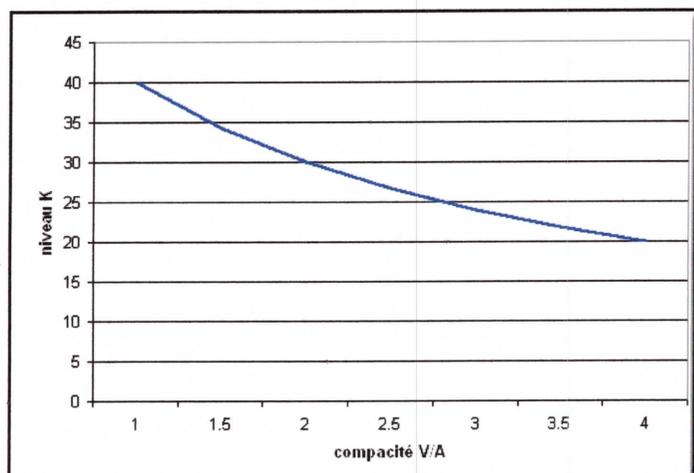


Fig.2.7 : Impact de la compacité sur le niveau global d'isolation K, pour une composition de paroi identique.
Source :F.Simon, JM.Hauglustaine ,2005.

2.2.1.2. L'orientation :

Le soleil est souvent recherché l'hiver alors qu'on essaye de s'en protéger l'été ; les figures ci-dessous (figure 2.8 et figure 2.9) montrent la course du soleil suivant la saison :

- En hiver, la course du soleil est limitée et seules les façades orientées au Sud apportent un complément solaire significatif par rapport aux besoins de chauffage.
- L'été, la course du soleil est beaucoup plus longue et plus haute. Les façades Est et Ouest font l'objet de surchauffe et devront être équipées de dispositifs de protection.

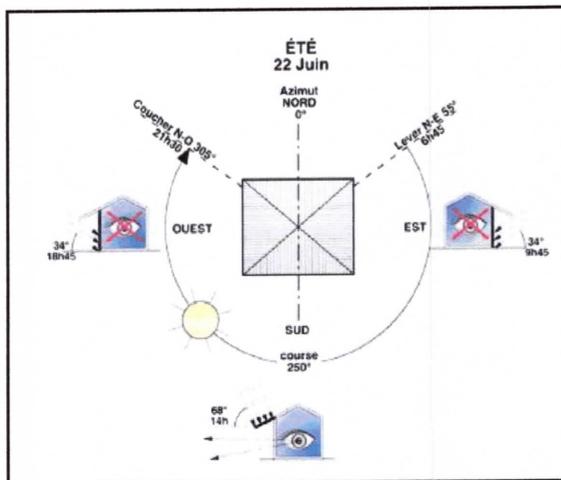


Fig.2.8 : course de soleil l'été

Source DELMET

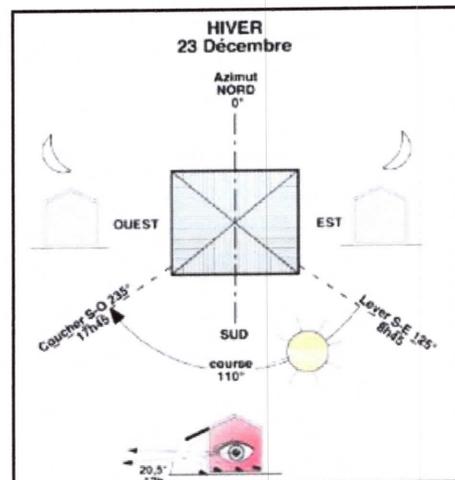


Fig.2.9 : course de soleil l'hiver

Source DELMET

Les paramètres de l'orientation sont déterminants et liés à la destination des lieux :

- Les besoins en lumière.
- L'utilisation des rayons solaires pour chauffer.
- Le besoin de se protéger du soleil contre les surchauffes.
- La présence de vents dominants froids de l'hiver (on diminue ainsi la consommation de chauffage).
- L'ensoleillement des pièces orientées au sud est le plus facile à maîtriser. L'ensoleillement d'hiver est maximal et l'ensoleillement d'été minimum [DOMUS Matériaux Écologiques].

En matière d'orientation et d'architecture le travail du concepteur doit consister à combiner au mieux apports du soleil d'hiver et protections du soleil en été et en mi saison :

- Les pièces occupées en permanence durant la journée devraient de préférence être orientées au sud.
- Les chambres seront plutôt situées au sud et à l'est, profitant du lever du soleil. Elles garderont ainsi leur fraîcheur en fin de journée.
- Veiller à limiter dans la cuisine les apports solaires sur les vitrages sud-ouest, souvent générateurs de surchauffe.
- Les espaces peu ou non chauffés (entrée, atelier, garage) seront plutôt disposés à l'ouest ou au nord. Si le vent est souvent violent, un sas d'entrée sera nécessaire pour éviter que l'air froid ne s'infilte dans la maison [Salomon, 2000].
- Regrouper les pièces qui sont moins chauffées en général.
- Regrouper les points de puisage d'eau chaude sanitaire et les rapprocher de la production [effinergie, 2008].

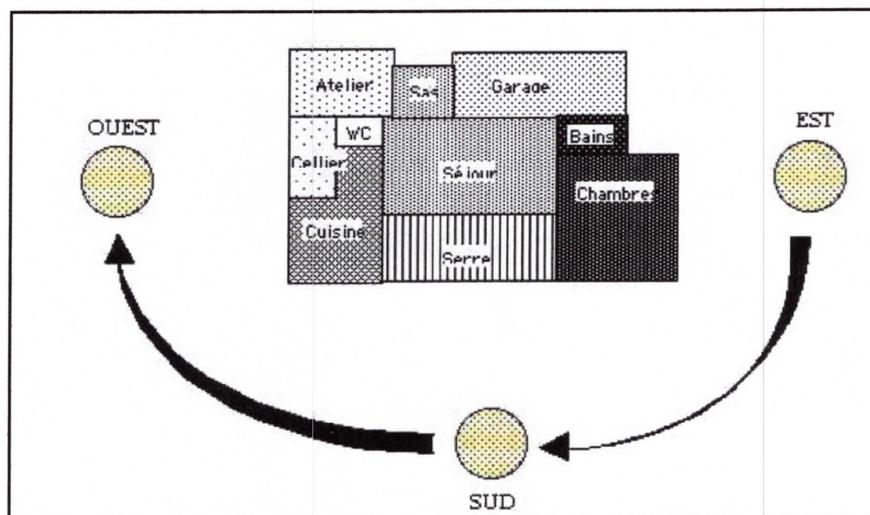


Fig.2.10 : orientation des pièces

Source AME

2.2.1.3. Les Surfaces vitrées :

Autrefois, la taille des fenêtres était limitée pour éviter les déperditions excessives en hiver. Aujourd'hui, avec des fenêtres performantes équipées de volets efficaces, cet aspect s'atténue considérablement. Les caractéristiques nécessaires d'une fenêtre :

- Éclairage et occultation,
- Vue dehors (ouverture visuel),
- Pénétration du soleil et protection solaire (gain solaire),
- Etanchéité et ventilation, [Benradouane, et al., 2008] .

❖ L'orientation des surfaces vitrées

L'heure et la date où l'énergie reçue est au maximum dépendent de la latitude et de l'orientation du mur. La terre effectue une rotation de 15° à l'heure ; lorsque la fenêtre est orientée à 30° sud-est, les gains thermiques maximaux seront obtenus deux heures avant le midi solaire. Les façades est et ouest reçoivent le rayonnement maximal annuel en été, alors que la façade sud reçoit son maximum annuel vers la fin de l'automne et de l'hiver.

Les fenêtres orientées au nord fournissent un éclairage indirect constant assorti d'un gain thermique minime, mais peuvent également occasionner des déperditions de chaleur et de l'inconfort pendant la saison froide.

Les fenêtres orientées au sud bénéficient d'un fort ensoleillement direct et indirect variable au cours de la journée. Il est facile d'ombrager ces fenêtres en les surmontant de dispositifs horizontaux correspondants.

Les fenêtres orientées à l'est et à l'ouest entraînent davantage d'éblouissement et de gains thermiques.

2-Les règles générales à suivre pour l'orientation des fenêtres :

- Déterminer la taille, la hauteur et la sorte de vitrage des fenêtres séparément pour chaque façade ;
- Maximiser l'exposition au sud ;
- Optimiser l'exposition au nord ;
- Minimiser l'exposition à l'ouest lorsque le soleil est au plus bas, car elle risque d'occasionner la surchauffe. [Robertson, et al., 2012].

- **Typologies des fenêtres**

Comme une vitre ne laisse pas passer 100% du rayonnement solaire reçu, il est aisé de comprendre que plus une fenêtre comportera de couches vitrées, plus elle bloquera le rayonnement. En pratique, cette constatation peut être utile pour bien choisir ses vitres :

1-le simple vitrage est le moins performant thermiquement mais laisse passer quasiment les calories solaires.

2-le double vitrage est moins performant thermiquement que le triple vitrage mais laissera davantage passer les calories solaires.

3-le triple vitrage reste plus isolant que le double vitrage mais freinera davantage les calories solaires qui ne pourront pas arriver dans la maison.

Comme la performance des fenêtres dépend de plusieurs critères à savoir les types des matériaux, la conception, l'étanchéité et l'isolation ...etc. ces critères sont à prendre en considération pour déterminer le type des fenêtres :

1-La fenêtre basse émissivité : possède un film métallique fixé sur l'intérieur des vitres du double vitrage. Ce film permet la réflexion de la chaleur vers l'extérieur en été et l'arrêt du froid hivernal.

2-La fenêtre à isolation renforcée : est une fenêtre basse émissivité qui voit l'air contenu dans son double vitrage remplacé par un gaz rare (argon, krypton). Ce gaz rare permet de freiner la perte des calories de façon plus efficace que l'air classique.

3-La fenêtre triple vitrage : est encore plus performante qu'une vitre double vitrage car elle possède deux lames d'air et trois vitres, ce qui empêche encore plus aux calories de fuir vers l'extérieur. Pour rendre la fenêtre triple vitrage encore plus performante. Il est également possible de la doter d'un film de basse émissivité et d'un gaz rare. On parle alors d'un triple vitrage à isolation renforcée. [Claude Altayrac & Aline Aublé, 2011].

2.2.1.4. La Protection solaire :

De nombreux types de protections solaires existent : permanentes ou fixes (vitrages spéciaux, films autocollants, auvents, avancées architecturales), mobiles (stores extérieurs, volets). Le choix d'une protection solaire doit se faire en fonction de l'orientation de la fenêtre. Si possible, elle maintiendra la possibilité de bénéficier d'une lumière naturelle suffisante [IBGE, 2010].

- **Les protections mobiles :** Stores extérieurs, claustras, panneaux coulissants, etc. Elles sont utilisées en fonction des besoins, et permettent une protection efficace en été tout en bénéficiant des apports solaires en hiver.
- **Les protections solaires placées à l'intérieur du bâtiment :** Sont peu efficaces, elles laissent en effet pénétrer le soleil dans la pièce avant de transformer le rayonnement en chaleur. Par contre, elles permettent d'éviter le rayonnement direct sur une personne. Si elles n'influencent pas la température, elles n'en ont pas moins un impact sur le confort ressenti.
- **Protections permanentes :**

Au sud, la longueur des protections solaires permanentes doit être comprise entre une fois et une fois et demi la hauteur de la fenêtre. Au sud, ces éléments restent de dimensions raisonnables. À l'est et à l'ouest, pour atténuer le soleil rasant, ceux-ci deviennent disproportionnés. [Office fédéral de l'énergie OFEN, Maison des cantons].

Deux types de protections permanentes sont à considérer :

-**Auvents, avancées architecturales, etc. :** Elles offrent une protection différente selon la position du soleil. Leur dimensionnement doit donc être correctement réalisé pour être efficaces. Par exemple, pour qu'un auvent protège complètement une fenêtre orientée au Sud lorsqu'au solstice d'été le soleil est au zénith, il faut que sa profondeur soit au moins égale à la moitié de la hauteur de la fenêtre. [IBGE, 2010].

-**Vitrages solaires ou films autocollants sur les vitrages :** Ils limitent les gains solaires aussi bien en hiver qu'en été, et réduisent les niveaux de lumière naturelle à l'intérieur.

Certains vitrages, dits sélectifs, permettent un compromis en filtrant le soleil tout en conservant une transmission lumineuse proche de celle des vitrages « normaux » [IBGE, 2010].

- **Protection végétale du toit :**

Il consiste à recouvrir d'un substrat végétalisé un toit plat ou à faible pente (jusqu'à 35° et rarement plus, au-delà, on parlera de mur végétalisé). Selon l'épaisseur de substrat et le degré d'arrosage souhaité, on pourra faire une plantation de type extensive, semi-extensive ou intensive. La toiture végétalisée présente de nombreux avantages tels que :

- Embellissent le cadre de vie urbain.
- Une faible irrigation et peu d'entretien.
- Une meilleure régulation des eaux de pluie.
- Une meilleure isolation des bâtiments.
- Favorisent la biodiversité, lutte contre le changement climatique.

Les toits-jardin sont créés grâce à des tapis pré-végétalisés, de caissons emboîtables pré végétalisés, auto drainante, mais équipés d'une petite réserve en eau. Cette technique est relativement aisée à mettre en place, ne provoque pas l'altération du bâtiment.

Sur les toits, l'exposition au soleil et au vent est généralement supérieure. Ces conditions devront guider le choix des plantes ainsi que leur disposition. [Bouattour, et al., 2009].

Il est composé de :

- Végétation et couche de substrat.
- Membrane filtrante.
- Couche de drainage.
- Revêtement d'étanchéité anti racines.
- Couche d'étanchéité du toit
- Isolation.
- Pare vapeur.
- Structure du toit.

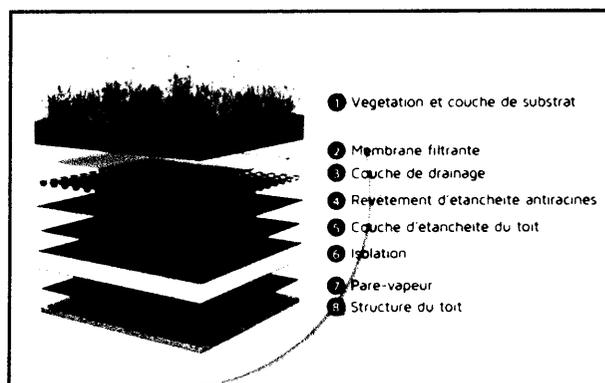


Fig .2.11 :couches de toit jardin

Source internet

- **Protection végétale des murs :**

Le mur végétal est une paroi qui s'élève parallèle mentaux murs du bâtiment à protéger. Selon son orientation et sa composition, le mur vert servira à la fois d'écran contre les vents dominants, les intempéries, le bruit, l'ensoleillement mais également la pollution. Il peut jouer un rôle en matière de microclimat et de qualité de l'air.

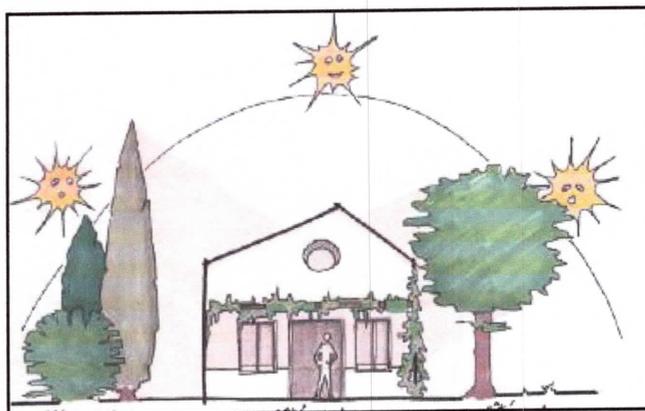


Fig.2.12: ombrage végétale selon l'orientation
Source : BOURSAS, 2013

La végétation offre une aide précieuse pour se protéger des ardeurs d'un soleil estival, autant pour créer une ombre saisonnière que pour en limiter les rayonnements indirects. Mais il est indispensable que ces ombrages soient adaptés aux orientations concernées pour offrir une protection optimale en été sans réduire l'apport de chaleur hivernal.

Dans la grande majorité des cas, on privilégie les feuillages caducs dont l'absence hivernale permet au rayonnement d'atteindre la maison.[Bouattour, et al., 2009].

3.2.1.5. L'éclairage naturel :

- ❖ **Capter la lumière du jour consiste à la recueillir pour éclairer naturellement un bâtiment.**

La lumière naturelle n'est ni fixe ni toujours égale dans sa qualité et son intensité. Elle dépend d'abord de la localisation choisie, c'est-à-dire de la latitude et de l'altitude du site considéré ainsi que de la pollution de l'air à cet endroit. Pour un bâtiment d'implantation déterminée, la quantité de lumière naturelle disponible est fonction :

- Du type de ciel
- Du moment de l'année,
- De l'heure
- De l'orientation de l'ouverture
- De l'inclinaison de l'ouverture
- De l'environnement physique de l'édifice : bâtiments voisins, type de sol, végétation.

❖ **Transmettre la lumière naturelle consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur d'un local.**

La pénétration de la lumière dans un espace est influencée par les caractéristiques de l'ouverture telle que ses dimensions, sa forme, sa position et le matériau de transmission utilisé.

❖ **Distribuer la lumière naturelle consiste à diriger et à transporter les rayons lumineux de manière à créer une bonne répartition de la lumière naturelle dans le bâtiment.**

La difficulté d'utilisation de la lumière naturelle par rapport à la lumière artificielle réside dans la grande inhomogénéité des éclairages qu'elle induit en général. La répartition de la lumière représente un facteur clé pour assurer un éclairage de qualité.

Une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans un bâtiment peut être favorisée par différentes approches basées sur :

- Le type de distribution lumineuse (direct, indirecte),
- La répartition des ouvertures,
- L'agencement des parois intérieures,
- Le matériau des surfaces du local,
- Les zones de distribution lumineuse,
- Les systèmes de distribution lumineuse.

❖ **Contrôler la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants.**

La gestion de l'éclairage permet, d'une part, de répondre à la variation continue de la lumière naturelle et, d'autre part, d'adapter l'ambiance lumineuse d'un local pour correspondre mieux aux besoins de ses utilisateurs. [<http://www-energie.arch>].

2.2.1.6. Isolation :

- **Thermique de bâtiment :**

L'isolation thermique est un moyen efficace pour diminuer la facture de chauffage et accroître le confort de la maison. L'isolation est la clé du confort thermique. Selon l'ADEME, la chaleur s'échappe d'une maison mal isolée à 30 % par les combles et la toiture (c'est donc la

priorité en termes d'isolation), à 25 % par les murs, à 10 % ou 15 % par les vitres et fenêtres et à 7 % ou 10 % par les sol.[AITF2013].

❖ **Systèmes d'isolation**

- **Système d'isolation rapportée par l'intérieur :**

L'isolation rapportée par l'intérieur permet de traiter aisément les jonctions avec les menuiseries, portes, balcons, ... ainsi que celles avec l'isolation des combles et toitures.

C'est la technique dominante, qui peut se traduire par des ponts thermiques importants au niveau des planchers intermédiaires et des refends lorsque ceux-ci sont maçonnés. En maison individuelle, le poids de ces ponts thermiques est assez limité, entre autres parce que des solutions simples de traitement existent.

- **Système d'isolation rapportée par l'extérieur :**

L'isolation thermique par l'extérieur permet de supprimer les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des refends. Elle permet également de tirer parti de l'inertie des murs pour récupérer les apports solaires en hiver et pour réduire l'inconfort en été.

En revanche, ce type d'isolation (sous enduit, vêtture, bardage, ...) implique des précautions spécifiques de mise en œuvre pour garantir le traitement thermique de la jonction avec les planchers bas, les encadrements de fenêtres, portes, loggias, balcons, etc. et les acrotères des toitures plates ou les combles. [effinergie, 2008].

- **Les types d'isolants:**

Plusieurs familles d'isolants coexistent sur le marché. Le classement peut se faire suivant le mode d'isolation:

1-Isolation par lame d'air immobile (entre parois) :

Ces isolants piègent l'air dans les petites cavités qui se trouvent entre leurs fibres. Or l'air immobile est un excellent isolant avec un coefficient de conductivité thermique très faible (voir l'annexe II-b).

2-Isolation par gaz piégé :

Le principe est le même que celui de l'air immobile mais dans ces isolants, l'air est remplacé par un gaz ayant un coefficient de conductivité thermique plus faible que celui de l'air. C'est le cas par exemple des mousses de polyuréthane, du polystyrène expansé et du polystyrène extrudé.

3-Isolation par le vide :

Le vide est le meilleur isolant possible car, en l'absence de matière, les déperditions de chaleur par conduction et par convection ne peuvent pas s'opérer. Seul le transfert par rayonnement est possible [ACTIS, 2012].

4/minces réfléchissants :

Produits très étanches à la vapeur d'eau en provenance de l'intérieur des logements pouvant donner lieu à des condensations importantes qui pourront provoquer le pourrissement du bois ou la corrosion du métal (voir l'annexe II-a).[Dessons, et al., 2011].

Le tableau indique l'épaisseur des principaux isolants à mettre en œuvre pour obtenir un coefficient R de 4m².k.w.(rappel R=1/U).ce coefficient est le minimum à respecter pour les murs et le plancher bas dans une construction BBC, voir tableau III.1.

Tableau 2.1 : types des isolants et ses épaisseurs

Type d'isolant	Epaisseur en cm
Polyuréthane	12
Polystyrène extrudé	14
Laine de roche	16
Laine de verre	16
Laine de lin	16
Lige expansé	16
Laine de bois	17
Chanvre en vrac	18
Laine en mouton	18
Polystyrène expansé	18

Source :Dessons, et al., 2011

- **Éléments d'isolation**

1-Isolation des ponts thermiques : Les principaux ponts thermiques à traiter :

- Les jonctions avec la toiture.
- Les jonctions avec les menuiseries.
- Les jonctions avec les planchers intermédiaires et bas.
- Les poutres.

Ces ponts thermiques doivent être limités en conception,

en s'attachant à avoir une «frontière» d'isolant autour du bâtiment [AITF, 2013].

2-Isolation de la toiture :

Il est nécessaire de définir une épaisseur d'isolation importante, ce qui aura pour effet de diminuer fortement les déperditions thermiques en hiver et d'apporter un meilleur confort thermique d'été :

- **Isolation des combles perdus :** Pas de problème particulier pour atteindre les niveaux d'isolation requis avec des fortes épaisseurs.
- **Isolation en rampant sous toiture :** Les toitures recevant une quantité importante de rayonnement solaire, le confort d'été peut être problématique. Des précautions doivent être prises, notamment l'inclusion des fenêtres.
- **Toiture terrasse :** Des résistances thermiques importantes sont également à mettre en œuvre. Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, prévoir, dès la conception, des acrotères dont la configuration permet d'isoler leur pourtour.

3-Planchers bas :

L'isolant est mis en œuvre soit sous dalle flottante, soit sous dalle de terre-plein (isolant rapporté ou entrevous isolants ou isolation sous radier), soit les deux. Dans le cas de plancher bas à ossature (sur pilotis), on pourra choisir de placer l'isolant dans l'épaisseur de l'ossature et de faire le choix d'épaisseurs d'isolants encore plus importantes [effinergie, 2008].

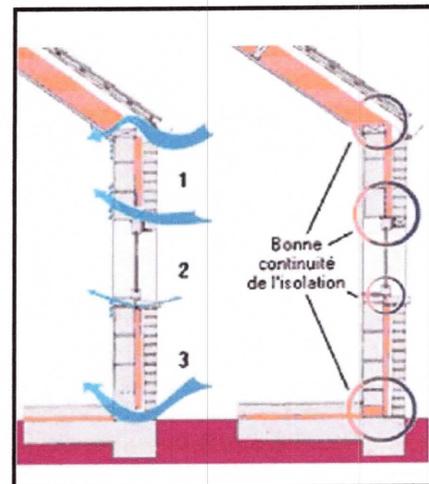


Fig.2.13 :ponts thermiques

Source internet

2.2.1.7. Ventilation :

Une meilleure isolation thermique, une meilleure étanchéité à l'air, une utilisation généralisée du chauffage, l'emploi du vitrage performant, réalisés sans une ventilation adéquate, aggravent considérablement les problèmes de condensation et de moisissures dans les habitations [Direction Générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie., 2003].

Renouveler l'air a également pour fonction d'évacuer la vapeur d'eau et d'éviter ainsi des condensations et dégradations. Cela permet enfin un fonctionnement normal et sans danger des appareils de combustion. La ventilation d'un logement est donc absolument impérative pour maintenir une ambiance intérieure confortable. Or en hiver, lorsque la température est basse, le réchauffement de l'air froid entrant dans le logement représente une part très importante des besoins de chauffage [Salomon, et al., 2004].

a-Types de ventilation naturelle :

a.1.Ventilation d'un seul côté : mono exposé

Elle n'est pas adaptée si la façade donne sur une rue bruyante, ou une source de pollution. Il est recommandé que l'ouvrant ait une hauteur d'au moins 1,5m.

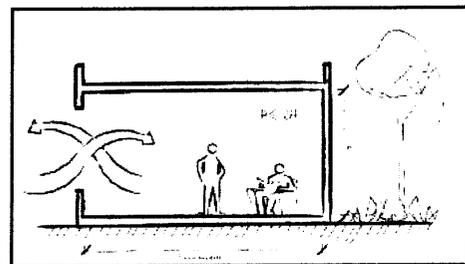


Fig.2.14 : ventilation mono exposé
Source : BOURSAS, 2013

a.2.Ventilation mono-exposée ouverture double

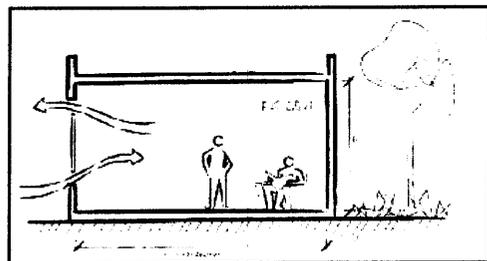


Fig .2.15 :Ventilation avec des ouvertures doubles

Source : BOURSAS, 2013

a.3.Ventilation transversale :

Intégrer des dispositifs facilitant le passage de l'air, tels que des grilles de transfert.

a.4. Ventilation par cheminées :

C'est un cas de ventilation transversale, donc la règle de moins de 5 fois la hauteur sous plafond pour la longueur de la zone ventilée s'applique. Le point essentiel à respecter est que l'air dans la cheminée soit plus chaud que l'air ambiant. Les cheminées solaires sont une bonne solution à cette problématique.

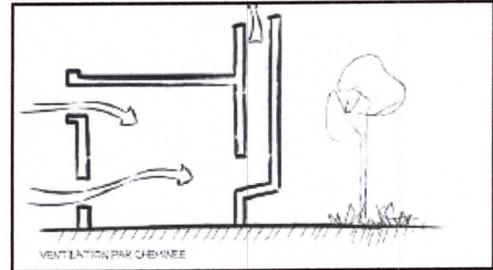


Fig. 2.16 : ventilation par cheminée
Source : BOURSAS, 2013

a.5. Ventilation par atrium :

L'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu. [Raoust, et al., 2010].

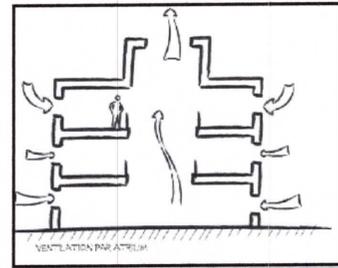


Fig. 2.17 : ventilation par atrium
Source : BOURSAS, 2013

a.6. ventilation par puits canadien

La ventilation peut être associée à un puits canadien ou provençal .le principe de puits canadien consiste à utiliser les propriétés thermiques du sous -sol entre 1.5 à 2 m de profondeur. En effet, à cette profondeur, le sous-sol a en hiver une température quasi constante (10 à 14 °C) supérieur à la température de l'air extérieur .en faisant circuler l'air nécessaire au renouvellement dans des canalisations enterrées, celui-ci est réchauffé avant d'être introduit dans la maison .

en été c'est l'inverse,l'air extérieur est à une température

supérieure à celle du sous-sol et permet ainsi d'introduire de l'air rafraîchi dans l'habitation.

[Jean Lemal,2010].

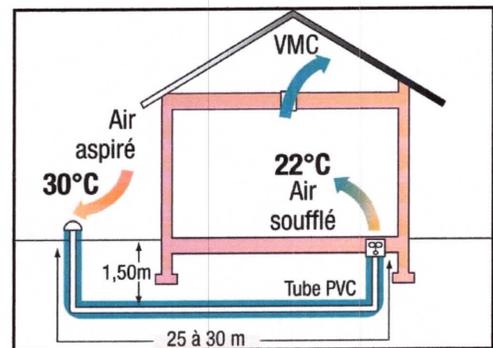


Fig.2.18 : système de puits canadien

Source internet

2.2.2. Un modèle de BBC : la maison de la Manche :

La mise en considération et l'application des solutions architecturales dans la conception des bâtiments telles que l'orientation ; l'isolation ; le choix du matériaux ... etc., nous permettons de réduire la consommation énergétique des bâtiments ordinaires de 600 kWh/m² (Selon la société nationale d'électricité et de gaz SONELGAZ de Jijel pour le dernier semestre de 2015) jusqu'à 50 kWh/m² comme on voit dans cet exemple.

2.2.2.1.A propos de la construction :

Lieu : Agneaux (50180).

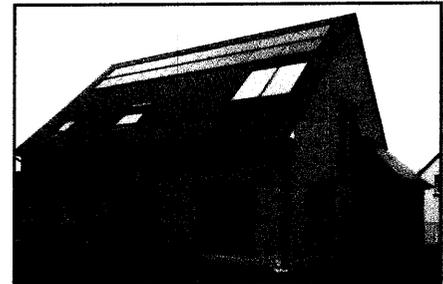
Année : 2012.

Type : Maison en briques monomur, combles aménagés.

ECS/chauffage : Chauffe-eau solaire et chaudière condensation gaz.

Ventilation : VMC double flux.

Superficie habitable : 142 m².



Ph.2.3 : La maison de la Manche
Source www.region-basse-normandie.fr

2.2.2.2. Caractéristiques de la construction :

A-La résistance :

Tableau .2.2: différentes résistances de ce logement

En (m ² .kW)	Ce logement	Niveau BBC
R mur	3.8 à 4.4	>3.2
R toit	6.0 à 7.5	>6.5
R sol	4	>3.4
Rw	1.33 à 1.57	<1.7

Source www.region-basse-normandie.fr

B- La déperdition thermique:

Tableau. 2.3: tableau des déperditions

En watt/°c	Ce logement	Référence
Déperdition plafond	18.91	21
Déperdition planchers	12.62	24
Déperdition portes	6.75	5
Déperdition vitrages	37.74	43
Déperdition murs	27.59	49

Source www.region-basse-normandie.fr

C- Matériaux utilisés :

1- Brique monomur BGV thermo 20

6 fois plus isolante qu'un bloc béton de granulats courants
 $R=0,23 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$.

- Maçonnerie isolante jusqu'à 30 % de gains de productivité par rapport à une brique traditionnelle.

La bgv'thermo constitue l'offre premium bio'bric. Sa haute

performance thermique permet d'atteindre plus facilement les labels "basse consommation".



*Ph.2.4 : brique BGV thermo20
 source internet*

2- Laine de verre 140 mm

La laine de verre est un matériau isolant fabriqué à partir de produit naturel (sable) qui se présente généralement sous la forme d'un matelas de fibres enchevêtrées emprisonnant de l'air immobile. On l'utilise dans le bâtiment pour l'isolation thermique et l'isolation phonique ou encore comme absorbant pour la correction acoustique ou dans la protection contre les incendies.

➤ Caractéristiques techniques

- Conductivité thermique en Lambda ($\text{W}/(\text{m}.\text{K})$) : 0,032.
- Longueur : 1.350m.
- Largeur : 600mm.
- Hauteur : 1.40mm.
- La résistance thermique de matériaux $R= 4.35 \text{ m}^2. \text{K}/\text{w}$

2.2.2.3. La consommation énergétique du bâtiment :

L'objectif de consommation dans le département de la Manche est de 55 kWh d'énergie primaire par m^2 de Surface Hors Œuvre Nette (SHON) par an pour les usages suivants : **chauffage, eau chaude sanitaire, auxiliaires de ventilation et de chauffage, éclairage, climatisation.**

Pour cette habitation, cette valeur théorique est largement dépassée et atteint **20,18 kWh/m²/an**. Les raisons :

- Une conception bioclimatique.
- Une isolation performante.
- L'installation d'un chauffe-eau solaire.
- L'installation d'une centrale photovoltaïque.
- La ventilation mécanique double flux. [region-basse-normandie. Consulté le 20 Mars 2016].

Conclusion

Il est possible de réduire drastiquement les besoins de chauffage, climatisation et électricité d'un bâtiment. La première étape, pour ce faire, est une conception soignée, appelée architecture bioclimatique. A condition que cette conception doit être annexé par des solutions qui sont mentionnées dans ce chapitre.

Les architectes ont donc un rôle primordial à jouer pour maîtriser et adapter ces techniques intelligemment afin d'obtenir des bâtiments consomment des énergies d'une façon rationnelle et faible.

CHAPITRE 3 : OUTILS D'AIDES A LA CONCEPTION ARCHITECTURALE BIOCLIMATIQUE.

Introduction :

L'architecture bioclimatique est un mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant. L'architecture bioclimatique s'inscrit dans une démarche de développement durable car elle permet de réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant, et de participer au confort et à la santé des habitants en veillant à la nature des matériaux utilisés.

L'évaluation des conséquences de la combinaison des paramètres climatiques (temp, Hr, vent...) sur la sensation de l'individu et sur son comportement physiologique nécessite l'utilisation d'outils conventionnels qui permettent de réaliser une analyse rapide. Ces méthodes qui intègrent les facteurs météorologiques déterminants dans la conception architecturale, peuvent être exprimées sous forme de : **représentations graphiques, diagrammes ou tableaux.**

Parmi, ces méthodes, on peut citer : le diagramme bioclimatique de "Olgay", "B. Givoni" et la méthode de "Mahoney".

Ces études sont matérialisées soit par la production de manuels standards, livres, normes, chartes, etc., ou également par des études menées sur des constructions expérimentales. Ils proposent chaque fois des méthodes et des outils d'aide à la conception architecturale, qu'elles interviennent dans le processus de génération du projet architecturale afin de le rendre performant de point de vue confort thermique et efficacité énergétique.

Dans ce chapitre, on présentera d'une part quelques méthodes et outils d'aide à la conception bioclimatique qui prennent en charge l'aspect climatique dans le cadre de la stratégie globale de conception architecturale et d'autre part des notions, des systèmes bioclimatiques et des connaissances relatifs aux exigences humaines en matière de confort thermique et de comportement du bâtiment sous l'effet des facteurs climatiques. Ces connaissances sont exigées par ces outils d'aide à la conception afin de donner des solutions pertinentes.

3.1. Définition:

Les diagrammes bioclimatiques sont **des outils de synthèse** qui permettent de choisir les grandes options architecturales à partir des exigences du confort thermique et des profils du climat extérieur.

Le principe consiste à confronter sur un même graphique "**un polygone de confort**" et "**un climato gramme**" représentant les conditions extérieures et l'aire d'influence thermique et hygrométrique de certaines solutions architecturales ou de certains dispositifs.

Le diagramme bioclimatique combine plusieurs types de données dont :

1- **les données du climat extérieur** (températures d'air ambiant et l'humidité, la température moyenne ; la vitesse du vent...etc.)

2- **les données du confort thermique** : paramètres de contrôle du confort thermique.

3-**les données des solutions architecturales** :

a) inertie thermique.

b) résistances thermiques.

c)ventilation.

d)captation solaire.

e) systèmes de chauffage et de climatisation naturelle. [(Madame HAMEL Khalissa,.....)].

3.2. Diagramme bioclimatique d'OLGYAY :

3.2.1. Présentation de la méthode :

Le diagramme bioclimatique d'OLGYAY était l'un des premières tentatives d'intégration du savoir climatique dans le processus de conception architecturale du bâtiment. Ce diagramme indique les zones du confort humain¹ par rapport à la température d'air ambiant et l'humidité, la température radiante moyenne, l'éclairement solaire, la vitesse de l'air et la perte de chaleur évaporative (Figure IV.1). [Mr. *SEMAHI Samir*, 2013].

¹La zone de confort déterminée par Olgay définit les conditions dans lesquelles l'homme réussit à arriver au « point à partir duquel un minimum de dépenses énergétique est nécessaire pour s'adapter à son environnement ».

3.2.2. La démarche de la méthode :

Les données climatiques au niveau régional et local sont analysées sur une base annuelle et mises sous forme graphique indiquant la distribution annuelle des éléments climatiques. La superposition des données, spécialement la température de l'air et l'humidité relative sur le diagramme bioclimatique permet de déterminer les conditions de confort. Enfin les mesures correctives seront déterminées comme la forme, l'orientation, et l'ombrage.

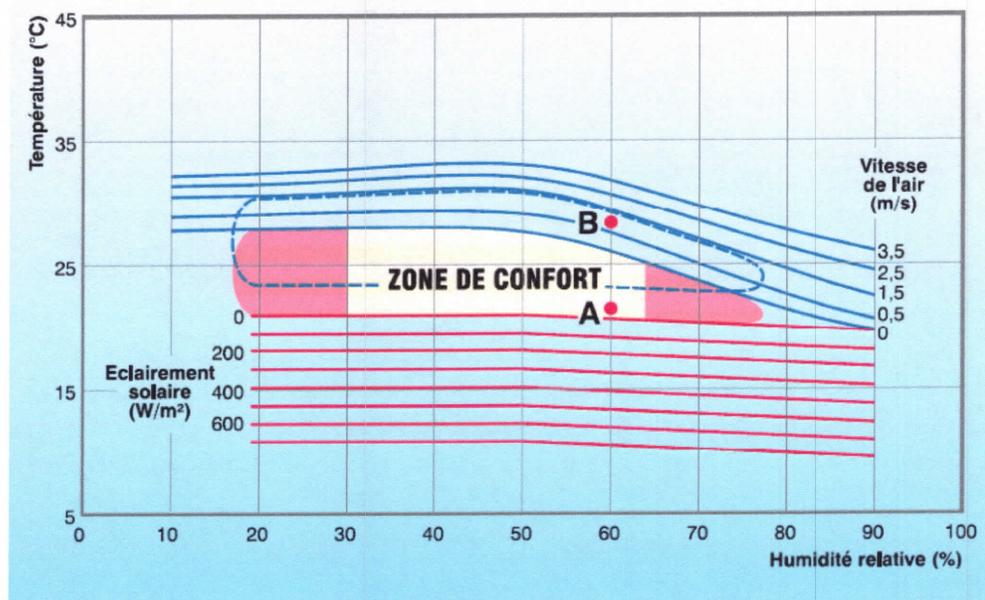


Fig.3.1 : le diagramme bioclimatique d'OLGYAY (1963)

Source : cours MAZOUZ confort thermique.

Ces zones sont tracées dans le centre du diagramme avec des gammes d'hiver et d'été indiquées séparément (prise en considération l'adaptation saisonnière). La température au-dessous de la limite inférieure de la zone de confort est définie comme zone de « **sous chauffe** » où le chauffage est nécessaire. Cependant, la zone de « **surchauffe** » est définie par la température au-dessus de la limite supérieure de la zone de confort, où la vitesse de vent requis pour reconstituer le confort en relation bien sûr avec l'humidité. Le diagramme indique aussi que là où les conditions ambiantes sont chaudes et sèches, le refroidissement par évaporation est nécessaire pour le confort. Ainsi ; le type de climat est établi et à partir des autres variables contenues par le diagramme, on peut évaluer les exigences de confort concernant la ventilation, le refroidissement par évaporation, l'occultation ou l'ensoleillement. Pour compenser les inconvénients des

conditions climatiques ambiantes en « maximisant » le chauffage pendant la période de « sous-échauffement » et en le « minimisant » pendant le « surchauffe ».

Les analyses des données climatiques et l'évaluation des exigences humaines appropriées et des principes de conception pour les satisfaire s'effectuent selon la démarche suivante:

- **Compilation des données climatiques locales** ; comprenant les températures ; le vent ; les rayonnements et l'humidité.
- Constitution d'un catalogue des données climatiques sur une base annuelle ; et **mise au point d'une série de diagrammes** montrant la répartition annuelle des éléments du climat ;
- **Report des données rassemblées** sur la température ambiante et l'humidité sur le diagramme bioclimatique. [(Madame HAMEL Khalissa,.....)].

3.2.3. Commentaires sur le diagramme d'OLGYAY :

Le diagramme d'OLGYAY a été basé sur les conditions climatiques extérieures. Ceci a résulté dans quelques limitations en analysant les conditions physiologiques de l'environnement d'intérieur du bâtiment. Par conséquent le diagramme est applicable à un climat chaud et humide, parce que dans tel climat il n'y a pas une grande variation entre les conditions d'intérieurs et d'extérieurs. En plus de ça, selon Izard (1979) cité par :

- L'humidité absolue constitue un critère plus pertinent pour le confort thermique que l'humidité relative.
- Il manque à la méthode les moyens de déterminer soi-même les limites de la zone de confort.
- Cette méthode apporte les corrections en termes de stratégies uniquement (ventilation, humidification,), et elle ne génère pas les solutions en termes de Conception architecturale (des dispositifs architecturaux), sauf l'occultation.

Donc cet outil est considéré comme un outil d'évaluation de confort thermique. Pour cela elle ne peut pas assister l'architecte lors des phases amont de la conception architecturale du projet.[Mr. SEMAHI Samir,2013].

3.3. Diagramme bioclimatique de GIVONI:

3.3.1. Présentation de la méthode :

Une approche réaliste de l'étude du confort thermique consiste à ne prendre en compte que quelques-uns de ces paramètres parmi les plus importants. Dans l'analyse qui suit, les effets combinés de la température sèche et de l'humidité ont été considérés. L'effet de la ventilation vient en complément. La zone de confort est de ce fait définie par un polygone dans le diagramme psychrométrique.

Givoni (1978) a remis en cause le diagramme d'Olgay du fait que l'application de cette méthode est valable juste pour les climats chauds et humides et les constructions légères seulement. [Givoni. B,1978].

Au lieu d'utiliser les températures extérieures pour construire son diagramme comme dans le diagramme d'Olgay, Givoni a employé les températures intérieures qui peuvent être affectées par les différentes stratégies de conception passive. Il a basé son étude sur la relation linéaire entre l'amplitude de la température et la pression de la vapeur d'air extérieur dans des diverses régions.

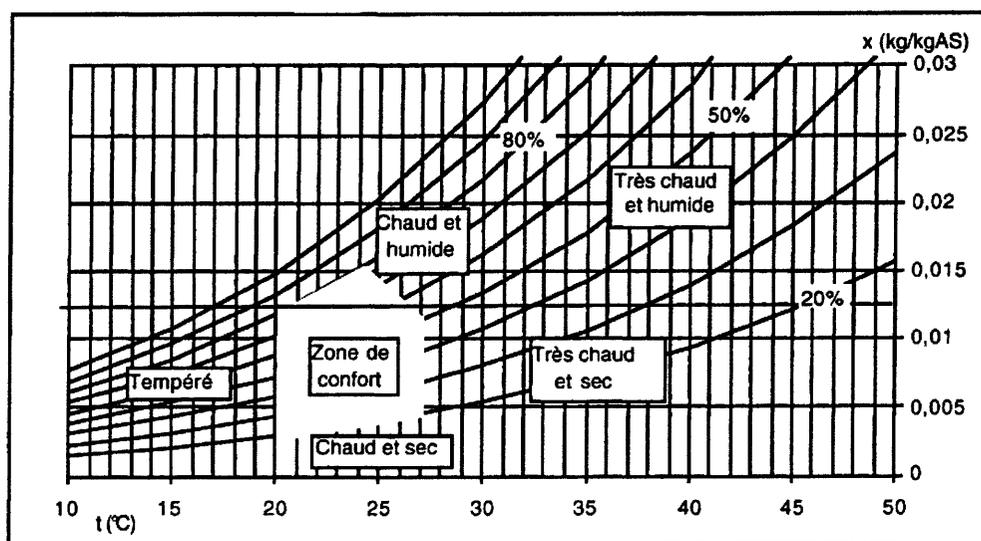


Fig. 3.2: Zone de confort dans le diagramme psychrométrique : T est la température sèche et x l'humidité absolue.
Source : internet.

La méthode décrite ici fait appel à l'indice de contrainte thermique pour évaluer les exigences physiologiques du confort, à partir desquelles on détermine les grandes lignes de la conception du bâtiment qui permettent de garantir ce confort, elle comprend aussi une estimation du climat intérieur attendu sous les conditions ambiantes données. [GAOUAS Oussama ,.....].

3.3.2. Les différentes zones dans le diagramme de Givoni:

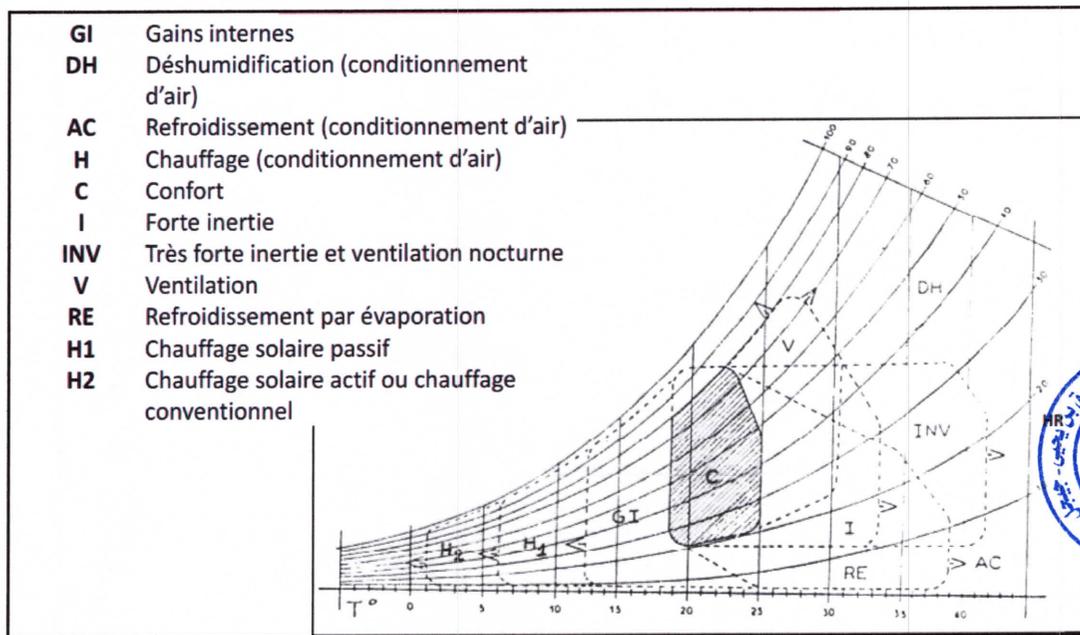


Fig.3.3:les différentes zones dans le diagramme de Givoni.

Source : cours du Mr.MAZOUZ.

1-zone de confort en air calme.

2- zone d'influence de la vitesse d'air : il s'agit de l'effet de la vitesse de l'air sur l'évaporation cutanée, des échanges par convection. La vitesse de l'air peut être obtenue par l'utilisation des ventilateurs. Cette stratégie sert à retarder l'apparition de la condensation.

3-Une double-zone d'influence des inerties : il s'agit des caractéristiques inertielles du bâtiment qui réduisent les oscillations de la température intérieure dans les périodes estivales et hivernales. Cette zone comprend deux zones ; une zone concerne les températures hautes et l'autre représente les températures basses.

4- Zone d'influence d'une ventilation nocturne importante liée à une forte inertie par absorption : Cette zone s'agit des caractéristiques inertielles du bâtiment, et ses possibilités de

renouvellement d'air lorsqu'il est plus froid à l'extérieure qu'à l'intérieure. Elle est d'autant plus importante que le cycle jour/nuit est contrasté.

5-zone d'influence d'un refroidissement par évaporation, est relative uniquement de l'état hygrométrique de l'air ayant une grande capacité d'absorption de la vapeur d'eau.

6-zone d'influence de captage solaire passif, elle n'a d'intérêt que pour les basses températures. Elle concerne les possibilités de captage par les vitrages du bâtiment. Cette zone est liée à l'inertie par absorption intérieur du bâtiment.

7-les zones d'obtention artificielle du confort thermique :

- Pour les climats chauds et humides : **une zone de déshumidification** permet d'atteindre le confort ;
- Pour les climats chauds et plus sec : **une zone de refroidissement** est nécessaire ;
- Pour les climats froids : **une zone de chauffage** est nécessaire pour atteindre le confort optimal. L'intérêt principal du diagramme c'est l'introduction du refroidissement passif pour fournir le confort intérieur dans des climats chauds sans avoir recours à la climatisation.

3.3. 3. Limites d'utilisation du diagramme de Givoni et commentaires :

Pour employer les diagrammes de Givoni on a besoins de suivre les étapes suivantes :

- Récolter les données climatiques les plus contraignantes sur une base diurne (températures minimales, températures maximales, humidité minimale et maximale)
- Déterminer la zone du confort : on doit représenter les 12 mois par des segments dont les deux points ont les coordonnées (T.min, Hr.max) (T.max, Hr.min).
- Déterminer les mesures techniques et dispositifs nécessaires qui doivent être intégrées dans le processus de la conception architecturale. [GAOUAS Oussama,.....].

L'analyse bioclimatique par l'utilisation du diagramme de Givoni est conditionnée et limitée comme suite :

- Le diagramme est supposé d'une manière générale que les apports solaires à travers les ouvertures et les parties opaques d'enveloppe sont négligeables, c'est-à-dire que les protections sont adaptées (ce qui n'est pas toujours crédible...).
- La frontière supérieure de la zone de ventilation est fondée sur l'hypothèse que la température radiante moyenne et la pression de vapeur intérieure sont presque identiques

à ceux de l'environnement externe. Cela, nécessite un bâtiment de masse basse et une structure extérieure de moyenne à haute résistance thermique.

- En plus, L'efficacité de masse thermique est fondée sur l'hypothèse que toutes lesfenêtres sont fermées pendant la journée (ce qui n'est pas toujours le cas).
- Le diagramme s'applique principalement aux bâtiments résidentiels qui sontexemptes de gains internes de la chaleur.
- Ainsi, il peut être appliqué à des bâtiments en « évolution libre », c'est-à-dire nonencore chauffés ou climatisés artificiellement.[Mr. SEMAHI Samir,2013].

Compte tenu de toutes ces limites et conditions, on constate que l'application de cette méthode a une marge de doute plus large parce que ces conditions ne sont pas toujours concrétisées, à cause de l'incohérence entre les résultats du confort thermique calculé et le confort réel perçu par les sujets.

En plus, cette méthode aboutit à des recommandations d'ordre général en termes de stratégies à suivre lors de la conception architecturale et qui reste très partielles.

3.4. Les table de Mahoney :

3.4.1. Présentation de la méthode :

Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour concevoir des bâtiments adaptés aux conditions climatiques. Elles introduisent les recommandations nécessaires pour arriver au confort hygrothermique dans le bâtiment. Elles présentent également l'avantage d'intégrer certaines variables sociales et fonctionnelles en fonction des variations climatiques. Elles ont été élaborées par l'architecte Carl Mahoney, qui a travaillé avec John Martin Evans et Otto Königsberger. Elles ont été publiées en 1971 par le département des Nations Unies des affaires économiques et sociales¹⁶. Le concept développé par Mahoney (1968) au Nigeria a fourni la base des tables de Mahoney.[GAOUAS Oussama ;].

Ce tableau montre l'importance de l'oscillation moyenne de la température dans le processus pour caractériser le climat et définir les indicateurs. L'étape finale dans le processus est le choix des recommandations de conception selon le nombre de mois avec différents indicateurs. Pour des raisons pratiques concernant le processus décisionnel dans la conception, les recommandations ont été divisées en deux étapes, celles de l'esquisse qui concernent les décisions

initiales sur le site, la forme du bâtiment et les espaces extérieurs et celle de conception détaillée avec des indications concernant les composantes du bâtiment.

Dans chaque sujet traité dans la table finale, on transfère les résultats préalablement obtenus dans les tables précédentes à des indicateurs de climat humide e/ou aride :

✓ **Les indicateurs d'humidité :**

- H1 : Indique que le mouvement d'air est essentiel (climat chaud et humide).
- H2 : indique la ventilation est souhaitée (climat chaud et sec).
- H3 : indique la protection de la pluie est nécessaire (climat tropical et tempéré).

✓ **Les indicateurs d'aridité :**

- A1 : indique le besoin de l'inertie thermique. (Climat à grand écart diurne de température).
- A2 : indique la désirabilité de l'espace extérieure de sommeil. (Climat chaud en été).
- A3 : indique la protection du froid.

L'interprétation des données climatiques à l'aide d'une série de tableaux permet de déboucher assez rapidement sur des recommandations concernant les éléments architecturaux d'un projet.

Cette méthode fait intervenir en plus de la température et l'humidité, la notion de confort diurne et nocturne.

3.4.2. Utilisation des tables de Mahoney :

Les tables de Mahoney peuvent être réparties en deux ensembles : **les tables diagnostic et les tables recommandations.**

1. diagnostic :

- Noter dans la table 1 les températures moyennes mensuelles maximales et minimales. Dans les cases de droite reporter la plus grande valeur des maxims et la plus petite valeur des minimas enregistrés dans l'année en additionnant ces deux valeurs extrêmes représenté l'écart moyen annuel de température EAT.
- Indiquer sur la table suivante les humidités relatives.
- Déterminer, selon les critères indiqués sur le tableau, le groupe des humidités auquel correspond chacun des mois.

- Compléter le tableau en inscrivant le niveau des précipitations ainsi que les deux directions les plus fréquentes du vent.

La table 3 donne un diagnostic du climat en fonction de la valeur de TAM et du groupe d'humidité, déterminer la zone de confort diurne et nocturne pour chacun des douze mois.

- Reproduire les températures extrêmes de confort diurne ainsi que les températures mensuelles maximales dans les trois premières lignes du tableau. Dans les trois lignes suivantes recopier les températures de confort nocturne.
- Comparer les températures ambiantes avec les températures de confort durant la journée et durant la nuit.
- Indiquer dans les deux dernières lignes du tableau si la température ambiante (diurne ou nocturne) est supérieure ou inférieure aux températures de confort. Indiquer cela par les indices F (froid) pour les températures ambiantes inférieures aux températures de confort ; par C (chaud) ; les valeurs supérieures et inférieures ; les températures ambiantes qui sont dans les limites des températures de confort.

Tableau 3.1 : Tables de MAHONEY à remplir

TABLE 1. TEMPERATURES

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Moy. Max												
Temp. Moy. Min												
F.D.T.												

Ex. Noms : TAM

Ex. Noms : FAV

TABLE 2. HUMIDITE, PLUIE, VENT

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité Rel. Max												
Humidité Rel. Min												
Humidité Rel. Moy												
Groupe (G.H.)												
Pluie (mm)												
Vent												
Dominant												
secondaire												

G.H.

1

2

3

4

Total annuel pluies

TABLE 3. CONFORT

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Groupe Hygro (G.H.)												
Températures												
Moy. Mens. Max.												
Confort Max												
diurne Min												
Moy. Mens. Min												
Confort Max												
nocturne Min												
Stress thermique												
Jour												
Nuit												

← Confort chaud

← Confort

← Confort froid

Limites de confort (à partir de TAM)

Humidité	G.H.	Groupe	TAM > 20		15 < TAM < 20		TAM < 15		G.H.
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	
0 - 30	1		26 - 34	17 - 25	23 - 32	14 - 23	21 - 30	21 - 30	12 - 21
30 - 50	2		25 - 31	17 - 24	22 - 30	14 - 22	20 - 27	20 - 27	12 - 20
30 - 70	3		23 - 29	17 - 23	21 - 28	14 - 21	19 - 26	19 - 26	12 - 19
> 70	4		22 - 27	17 - 21	20 - 25	14 - 20	18 - 24	18 - 24	12 - 18

TABLE 4. INDICATEURS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
H1 Ventilation essentielle													
H2 Ventilation désirable													
H3 Protection pluie													
A1 Inertie thermique													
A2 Dormir dehors													
A3 Prob. Saison froide													

	Stress Thermique	G.H.	H1	H2	Pluie
H1	0 - 2000	1	1	1	1
H2	0 - 2000	2	1	1	1
H3	0 - 2000	3	1	1	1
A1	0 - 2000	4	1	1	1
A2	0 - 2000	5	1	1	1
A3	0 - 2000	6	1	1	1

Source : cours Mr MAZOUZ.

2. Recommandations :

Les différents remèdes à apporter dépendront des indices d'humidité ou d'aridité attribués pour chaque mois. C'est ce que montre la table 4.

Les différentes dispositions architecturales et constructives sont ensuite déterminées en fonction des contraintes thermiques diagnostiquées précédemment. Ces dispositions sont classées comme suit : plan de masse ; espacement des constructions, mouvement d'air ; ouvertures murs ; toitures.etc.(voir l'annexe IV).[Madame HAMEL Khalissa ,...].

Conclusion

Après la présentation de différentes contributions à la conception bioclimatique des bâtiments (Ces tentatives sont mentionnées comme des méthodes et outils d'aides à la conception) et leurs exigences, nous constatons que :

- Les outils d'aide à la conception bioclimatique précités sont des méthodes systématiques pour adapter un bâtiment aux conditions humaines et conditions climatiques. Elles présentent une structure linéaire : analyse – synthèse – évaluation, cette structure les rend incapables d'adapter avec l'aspect itératif complexe du processus de conception, ainsi, la multiplicité des choix dans les phases amont.
- Ces outils et méthodes sont simples et permettent de réaliser rapidement une interprétation des données climatiques et de générer des conseils et déterminer les lignes directrices du contrôle énergétique du projet.
- Elles génèrent, en effet, les solutions comme des stratégies, des principes et des recommandations d'ordre générales. Elles ne participent pas à la créativité architecturale, la génération de la forme architecturale et l'évaluation de performance des dispositifs architecturaux.
- Ces outils et méthodes exigent une culture minimum concernant les phénomènes qui se passent dans un bâtiment, afin de traduire les recommandations générées en dispositifs architecturaux et techniques performants. Ainsi, pour que les architectes fassent le lien avec les ingénieurs, que ces derniers ne soient plus uniquement des calculateurs, et que les architectes aient un minimum de connaissances du fonctionnement des bâtiments, de façon à véritablement concevoir performant.

Donc, il est souhaitable de maîtriser et utiliser ces outils, car les informations qu'ils fournissent sont en effet utilisables, soit pour enrichir l'analyse du contexte en amont, soit pour infléchir des décisions à posteriori. Les manques remarqués dans ces outils résident dans le manque de savoir-faire chez les architectes pour concrétiser architecturalement les stratégies et les principes générés par ces outils. Par conséquent, les connaissances de base, associées à une bonne maîtrise des outils d'analyse, et d'évaluation ne soient pas suffisantes sans le savoir-faire.

Chapitre 4 : Politiques d'efficacité énergétique dans le bâtiment en Algérie.

Introduction :

L'efficacité énergétique est appelée à jouer un rôle important dans le contexte énergétique national, caractérisé par une forte croissance de la consommation tirée, notamment, par le secteur domestique avec la construction de nouveaux logements, la réalisation d'infrastructures d'utilité publique et la relance de l'industrie.

L'adoption par le gouvernement du programme national sur l'efficacité énergétique à l'horizon 2030, réaffirme cette dernière comme priorité. La réalisation de ce programme par une diversité d'actions et de projets, devrait favoriser l'émergence, à terme, d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie.

Les retombées économiques et sociales de l'intégration de la dimension d'efficacité énergétique dans les différents secteurs d'activité sont multiples. Cette intégration permet d'améliorer le cadre de vie du citoyen mais constitue, également, une réponse appropriée au défi de conservation de l'énergie avec ses implications bénéfiques sur l'économie nationale, en termes de création d'emplois et de richesse, en plus de la préservation de l'environnement.

On va parler dans ce chapitre sur la politique d'efficacité énergétique dans le bâtiment en Algérie en commençant par la présentation des statistiques de la consommation énergétique nationale annoncée en 2011 par le ministre de l'énergie et des mines puis les causes de la nécessité d'une politique bien déterminée d'efficacité énergétique en arrivant à la description de la politique nationale.

4.1. La consommation énergétique du bâtiment Algérien :

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

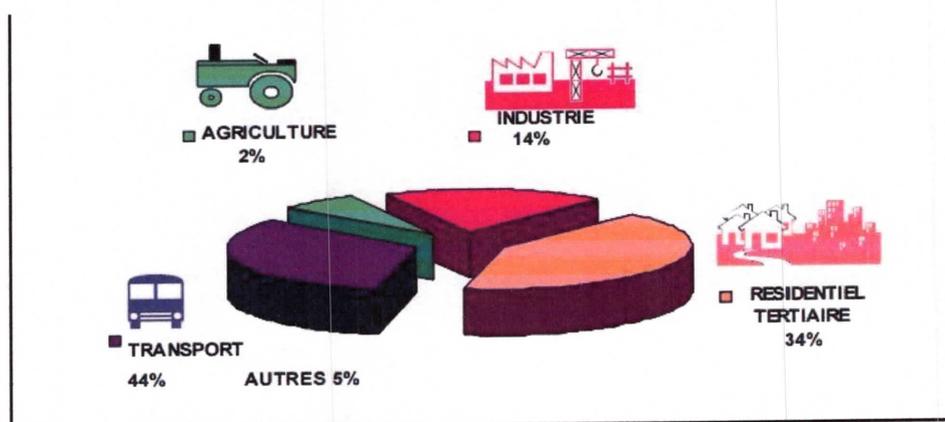


Fig.4.1 : répartition de la consommation finale par secteur d'activité.

Source : Ministère de l'Energie et des Mines 2011.

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.

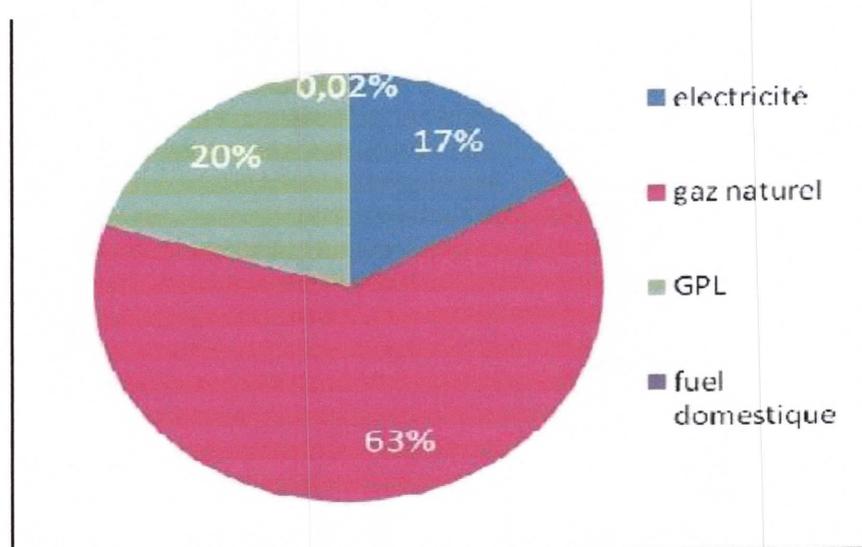


Fig.4.2 : Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie.

Source : Ministère de l'Energie et des Mines 2011.

4.2. Pourquoi une politique d'efficacité énergétique dans les bâtiments est-elle bénéfique ?

Il est de l'intérêt des pays de mettre en place une politique nationale d'efficacité énergétique notamment dans le secteur de l'habitat, pour diverses raisons :

- Limiter les dépenses en devises pour être à même de financer leur activité économique. Du fait de la consommation énergétique croissante des ménages et de l'urbanisation, la part que représente le secteur du bâtiment dans la consommation d'énergie s'avère de plus en plus élevée.
- La diminution des exportations d'hydrocarbures et par la même à une réduction des capacités de financement de dividendes.
- Préserver les ressources en hydrocarbures qui constituent leur axe principal de développement économique.
- Combler le déséquilibre entre offre et demande d'électricité dans le pays. En effet, l'offre d'électricité n'arrive pas à répondre à la demande ; en forte augmentation, dans un contexte de généralisation de l'accès à l'électricité de la demande en confort de plus en plus élevée.
- Engendrer des retombées positives au niveau social et réduire la facture énergétique des ménages.
- Présenter un intérêt environnemental (agir pour l'environnement) en participant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau global et la protection de la population au niveau sanitaire local. [Carole-Anne Sénit ; 2008].

4.3. La politique énergétique et environnementale en Algérie :

4.3.1. Axes principales :

La politique algérienne en termes de gestion d'énergie, essentiellement dans le secteur du bâtiment se traduit par les actions de quelques entités : l'APRUE soutenu par son bras financier le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME) et le Programme National de Maîtrise de l'Energie (PNME).

A cela il faudra ajouter la collaboration des centres de recherches liés au domaine des bâtiments comme le centre du développement des énergies renouvelables (CDER) et le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et bien évidemment le ministère de l'Energie et des Mines. Il s'agit de voir dans le détail l'état des lieux de ces politiques et éventuellement le suivi et les prémices de résultat ou le cas contraire les obstacles qui entravent leurs exécutions. [Mr. BOURSAS Abderrahmane ,2013].

4.3.2. L'APRUE :

L'APRUE, créée par décret présidentiel en 1985 et placée sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines, est un établissement chargé des missions d'information, de communication et de formation en direction de tous les acteurs publics et privés de l'énergie, et particulièrement de l'instauration de partenariats avec ces différents acteurs afin d'impulser des programmes d'actions transversaux.

- **En secteur public**, cette agence veille à la prise en compte de la maîtrise de l'énergie dans les programmes d'investissement dans les secteurs de consommation tels que le bâtiment, l'industrie et les transports.

- **En secteur privé**, elle est en voie d'installation des programmes et projets qui s'inscrivent dans la logique du « triple dividende » (économique, énergétique, environnemental) susceptibles d'intéresser les investisseurs privés et publics et la coopération internationale.

Elle a élaboré le Programme national pour la maîtrise de l'énergie [PNME, 2007,2011], qui constitue le cadre d'exercice de la politique algérienne d'efficacité énergétique, ce programme se décline sous forme d'un plan d'action qui s'intéresse à l'ensemble des secteurs de consommation, notamment celui du bâtiment.

Cinq programmes de maîtrise et d'économie de l'énergie ont été élaborés par l'Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) dans différents secteurs notamment le bâtiment, le transport, l'industrie et la consommation des ménages et des entreprises.

Il s'agit des programmes "Eco-lumière"¹, "Pop-air"², "Top-industrie"³, "Eco-bât" et "ALSOL"⁴ que l'agence a élaborés dans le cadre de la stratégie nationale de la maîtrise de l'énergie, selon le dernier numéro de la "lettre de l'APRUE". [APRUE ,2016].

4.3.3. Le programme ECO-BAT :

4.3.3.1. Contexte :

Le secteur résidentiel est à l'origine de 34% de la consommation d'énergie finale en Algérie. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation énergétique. Dans ce contexte, la réalisation de logements efficaces énergétiquement s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques du secteur résidentiel. [S.SEMAH, 2013].

4.3.3.2. Objectifs :

Le programme ECO-BAT vise les objectifs suivants :

- L'amélioration du confort thermique dans les logements et la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation ;
- La mobilisation des acteurs du bâtiment autour de la problématique de l'efficacité énergétique ;
- La réalisation d'une action démonstrative, preuve de la faisabilité des projets a haute performance énergétique en Algérie ;



¹ Pour objectifs d'introduire l'éclairage performant dans les ménages algériens ; d'améliorer le confort et réduire la facture d'électricité des ménages ; de réaliser une économie d'énergie de 100 Gwh/an, pour la collectivité ; et de favoriser l'émergence d'un marché national de lampes économiques.

² Pour objectifs d'apporter un appui au développement du GPL Carburant à l'effet de diminuer les tensions sur les autres carburants, notamment le gasoil, et réduire l'impact de la pollution des transports dans les zones urbaines.

³ Pour objectifs d'une part, pour les industriels : d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de proposer des actions appropriées de maîtrise des consommations d'énergie ; de réduire leurs coûts de production et d'accroître leurs profits et leurs compétitivités ; et d'autre part, de promouvoir les entreprises de service énergétique.

⁴ Pour objectifs d'amorcer la création d'un marché du chauffe-eau solaire ; de favoriser l'implantation d'une industrie locale et réduire les gaz à effet de serre.

- La provocation d'un effet d'entraînement des pratiques de prise en considération des aspects de maîtrise de l'énergie dans la conception architecturale.

4.3.3.3. Consistance du programme :

Le programme portera sur la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique. Ces logements intégreront les principes de confort thermique et d'économie d'énergie dans la conception architecturale, le choix des matériaux de construction ainsi que dans les détails de mise en œuvre. [APRUE, 2016].

4.3.4. Programme triennal d'efficacité énergétique «2011-2013 » :

Le programme triennal d'efficacité énergétique « 2011-2013 » émane lui-même du programme national des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique, adopté par le Conseil des Ministres en février 2011.

Le programme d'efficacité énergétique, obéit à la volonté de l'Algérie de **favoriser une utilisation plus responsable de l'énergie** et d'explorer toutes les voies concourant à la préservation des ressources et la systématisation d'une consommation utile et optimale. L'APRUE est chargée de réaliser le programme d'efficacité énergétique notamment par **L'isolation thermique des bâtiments**. En Algérie, le secteur du bâtiment est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 34% de la consommation finale. Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur 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%.

Projet d'isolation thermique de 600 logements neufs :

Ce premier projet pilote est déjà lancé par l'APRUE en partenariat avec le Ministère de l'Habitat. Pour sa mise en œuvre, des conventions ont été signées avec la Caisse Nationale du Logement (CNL) et les OPGI de 11 wilayas choisies, couvrant l'ensemble des zones climatiques du pays. [APRUE, 2016].

4.3.5. Programme quinquennal PNME 2010-2014 :

Dans le cadre du PNME 2010-2014, 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, 2016].

Projet d'isolation thermique de 1500 logements : L'isolation thermique totale ou partielle de 1500 logements, soit une moyenne de 500 logements rénovés par an à travers :

- Remplacement des menuiseries existantes par celles étanches avec double vitrage ;
- Mise en place d'une isolation thermique.

4.3.6. La coopération internationale :

A travers les actions inscrites au titre de la coopération internationale, l'APRUE se charge de la promotion et de la politique algérienne de maîtrise de l'énergie au niveau international et du marché algérien de la maîtrise de l'énergie.

4.3.6. 1. MED-ENEC :

L'efficacité énergétique dans le secteur de la construction dans les pays méditerranéens MED-ENEC est un projet méditerranéen financé par l'union Européenne. Il a pour objectif :

- Donner une impulsion aux mesures d'efficacité énergétique et d'énergie solaire dans le secteur de la construction.
- Sensibiliser et informer les décideurs des pays bénéficiaires sur les procédés de construction soucieux des économies d'énergie et sur les technologies des équipements efficaces.
- Proposer des solutions rentables soucieuses de l'impact sur l'environnement. [APRUE, 2016].

4.3.6.2. Projet pilote de logement avec efficacité énergétique au CNERIB :

Le projet méditerranéen d'efficacité énergétique dans le secteur de la construction (**MEDNEC Project**), a été officiellement lancé les 27 et 28 Mars 2006 à Damas pour mettre en œuvre **des mesures relatives à l'efficacité énergétique** dans le bâtiment à travers l'application de la réglementation thermique, l'utilisation des énergies renouvelables et le développement de nouveaux matériaux et systèmes constructifs à haute performance énergétique.

L'objectif principal de ce projet est l'introduction de la démarche d'économie d'énergie dans l'acte de bâtir et ce aux niveaux de la conception et de la mise en œuvre. Ce projet se distingue des constructions classiques par l'utilisation des éléments suivants :

- Système constructif à base de maçonnerie porteuse chaînée,
- Matériau de construction localement disponible à savoir le BTS (Béton de Terre Stabilisée), le liant utilisé pour la stabilisation du bloc est le ciment avec une concentration pondérale maximale de 5%.

4.3.7. Le Cadre juridique et réglementaire :

L'état Algérien a développé plusieurs dispositifs réglementaires quant à l'efficacité énergétique dans l'habitat [voir l'annexe III]. 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.

Ces DTR ont été par la suite approuvés par le ministère de l'Énergie et des Mines et ont fait l'objet, en 2000, d'un décret portant sur la réglementation thermique dans les bâtiments neufs en application à la loi relative à la maîtrise de l'énergie adoptée le 28 juillet 1999.

L'application de la réglementation thermique a pris effet dès 2005 et devait permettre de réduire de 30 % la consommation d'énergie des bâtiments neufs, hors poste climatisation. Dans cette optique, un décret exécutif a été adopté en 11 janvier 2005 fixant les règles spécifiques

d'efficacité énergétique applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.

L'ensemble des directives est généralement compilé sous la forme d'un code d'efficacité énergétique du bâtiment dont les dispositions principales sont :

- Les normes minimales obligatoires relatives à la performance énergétique dans les bâtiments neufs. Celles-ci sont généralement adaptées au zonage climatique.
- La définition des normes minimales de performance énergétique pour les brûleurs, les chaudières, le chauffage central ainsi que les appareils électroménagers (la liste des appareils concernés est très variable d'un pays à l'autre).
- Un système de certification et contrôle de conformité avec les normes d'efficacité énergétique et d'économies d'énergie.

4.3.8. Pourquoi les choses n'avancent pas plus vite ?

Les obstacles sont essentiellement d'ordre politique, économique et technologique. Ils sont dus à un manque de soutien politique au niveau national et un renforcement insuffisant des compétences pour mener les actions d'efficacité énergétique [BOUAMAMA Wahiba, 2013].

4.3.8.1 Barrières institutionnelles et politiques :

Les politiques en efficacité énergétique demeurent peu appliquées. Malgré toutes les dispositions prévues par la loi relative à la maîtrise de l'énergie et la tenue en 2001 d'une « Conférence nationale sur la maîtrise de l'énergie dans un contexte d'économie de marché » recommandant la mise en œuvre opérationnelle des différents outils, organismes et instruments définis par cette loi, il semblerait que la volonté politique des décideurs publics soit axée sur le prix des matières premières. [Carole-Anne Sénit, 2007].

En témoigne l'inefficacité du mécanisme de contrôle et de sanctions et par là même la non application de la réglementation thermique dans les bâtiments neufs. Pour répondre à la pénurie de logements, les critères de construction prioritaires sont la rapidité et le faible coût, et aucune réflexion sur la conception des bâtiments n'est engagée.

Aussi, la base institutionnelle sur laquelle s'appuie la politique d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel ; l'APRUE ; s'avère peu influente et en proie aux fluctuations des priorités sans cesse redéfinies par le gouvernement, et par là même aux fluctuations des moyens financiers qui lui sont accordés. [BOUAMAMA, 2013].

4.3.8.2 Barrières économiques et financières :

Les prix de l'énergie subventionnés impliquent des temps de retour sur investissement souvent très longs et rendent les projets de politiques d'efficacité énergétique non profitables. Ainsi, en Algérie, la période de remboursement des projets d'isolation thermique est longue et n'incite pas les particuliers à améliorer la performance énergétique de leur habitat.

Aussi, la mise en place d'une réglementation thermique suppose des ressources financières considérables, certains projets de réglementation thermique se sont heurtés à des difficultés au moment d'être implantés concrètement sur le terrain. [BOUAMAMA, 2013].

4.3.8.3 Barrières techniques :

L'évolution des technologies et les changements continus des pratiques professionnelles en matière de construction s'ajoutent souvent aux complications techniques lors du développement des réglementations thermiques dans les bâtiments. En Algérie, il y a un manque de savoir-faire et de maîtrise des technologies relatives aux mesures d'efficacité énergétique par les professionnels du bâtiment, à tous les niveaux :

- Les concepteurs, intégrant les architectes et les ingénieurs conseils. Ces derniers sont de ce fait incapables d'identifier les solutions techniques les plus appropriées à chaque contexte et les intégrer efficacement dès la phase de conception du bâtiment.
- Les entreprises de construction qui ne disposent pas d'une main d'œuvre qualifiée dans ce domaine et capable de réaliser les solutions techniques dans les règles de l'art. A titre d'exemple, les performances thermiques attendues de l'isolation des murs peuvent être totalement anéanties par les ponts thermiques que les maçons peuvent laisser au moment des travaux de construction.
- Les fournisseurs d'équipements et matériaux de construction, qui sont ignorants des solutions énergétiques et des matériaux nécessaires à leur application (matériaux d'isolation, appareils électroménagers performants, etc.). [BOUAMAMA, 2013].

Conclusion :

Les politiques mises en œuvre n'ont pas permis de placer de manière concrète la maîtrise de l'énergie au cœur des priorités nationales. Les politiques d'efficacité énergétique dans l'habitat peinent à atteindre les acteurs concernés et sa diffusion est ralentie par de nombreux obstacles. Le principal obstacle économique réside dans la structure des prix de l'énergie. En effet, des prix de l'énergie subventionnés impliquent des temps de retour sur investissement très longs et rendent les projets de politiques d'efficacité énergétique non profitables.

Malheureusement l'Algérie n'est pas souveraine dans le domaine d'efficacité énergétique, en attendant l'éveil des consciences, on doit commencer par au moins maîtriser la consommation énergétique nationale en particulier dans le secteur le plus énergivore en occurrence le secteur du bâtiment, qui représente à lui seul près de la moitié de la consommation énergétique finale.

CONCLUSION GENERALE

Le secteur résidentiel est celui dont toutes les attentions en termes d'efficacité énergétique doivent être tournées, étant partout dans le monde le secteur responsable de la plus grande part de consommation énergétique. Au terme de cette recherche, nous avons travaillé de montrer comment on peut réduire cette consommation.

Le travail de recherche que nous avons conduit, nous a permis d'avoir une vision globale des enjeux de la définition et de la mise en œuvre des dispositifs d'incitations à l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

Nous avons constaté que malgré l'importance de ce secteur et d'étude d'efficacité énergétique et malgré l'existence d'une politique basée uniquement sur des textes législatifs et réglementaires édictés par des institutions mais l'Algérie reste toujours loin d'application de ces concepts à cause des barrières institutionnelles et politiques ; économiques et financières et techniques.

L'intérêt principal de ce travail est de présenter les solutions architecturales afin d'avoir un bâtiment a basse consommation au niveau de volume (compacité ; orientation. etc.) ; des façades (isolation, ventilation et la maitrise des ouvertures) et des plans (orientation des espaces) en exploitant maximum les données climatiques du site afin d'avoir une meilleure orientation et une meilleure exploitation du soleil et du vent en été et en hiver.

L'évaluation des conséquences de la combinaison des paramètres climatiques dans la conception architecturale bioclimatique afin d'assurer le confort et le comportement physiologique de l'individu nécessite l'utilisation d'outils conventionnels qui permettent de réaliser une analyse rapide tels que le diagramme bioclimatique de "Olgay", "B. Givoni" et la méthode de "Mahoney" traités en dernier chapitre.

La maitrise d'efficacité énergétique ; la conception bioclimatique et la réduction de la consommation énergétique dans le secteur de bâtiment est un axe de progrès prioritaire et une nécessité aujourd'hui au niveau national et international non seulement pour des raisons économiques mais aussi environnementales.

BIBLIOGRAPHIE

- **ACTIS.** 2012. *Efficacité énergétique des bâtiment: Lever les freins à l'innovation sur le marché de l'isolation.* Limoux : ACTIS S.A., 2012. , [en ligne], <http://www.umc.edu.dz/buc/theses/gclim/BOU6450.pdf>, (page consulté le 15 Mars 2016).
- **ADEME,** 2006. *Mur manteau (isolation par l'exterieur).* [PDF] Bordeaux : ADEME, 2006.
__ADEME (2007). *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.* Site Web : <http://www.ademe.fr>.
__ADEME, 2009, *Objectif 2020 : bâtiments a énergie positive. note de cadrage et perspective,* ADEME-Département Bâtiment et Urbanisme, Paris, 02p.
- **AITF.** 2013. *Bâtiment Basse Consommation.* [PDF] Paris : AITF/EDF, 2013 ,[en ligne], <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/6240/1/Mast.GC.Djerroufi.pdf> (consulté le 21/03/2016).
- **A. BOURSAS** .*étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation ; mémoire de fin d'étude ,*2013.
- **Benradouane, N et Benyoucef, B.** 2008. La fenêtre et son rôle dans la conception des maisons bioclimatiques. *Revue des Energies Renouvelables CICME.* 2008, 08.
- **Bouattour, Mohamed et Alain, Fuchs.** 2009. *La végétalisation des bâtiments.* [PDF] Paris : DREIF (Direction régionale de l'Equipement Ile de France), 2009. en ligne, <http://www.ekopolis.fr/sites/default/files/docs-joints/RES-1209-vegetalisation-des-batiments-rapport.pdf>, (page consultée le 20 Mars 2016).
- **C.Anne Senit .** *L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel ; rapport du stage dans le cadre du master de sciences politiques ,*2008.
- **Claude Altayrac & Aline Aublé.** 2011. Le guide ultime de la fenêtre. *ma maison bioclimatique.* [En ligne] Claude Altayrac & Aline Aublé, 31 12 2011. [Citation : 19 07 2013.] <http://www.mamaisonbioclimatique.fr/maison/le-guide-ultime-de-la-fenetre/>.

- **Chlela F., Fleury E., François C., Quenard D., Weckstein M., Caccavelli D. (2005).** *Feuille deroute vers des bâtiments neufs et existants très basse consommation énergétique . voire à énergie positive.* CSTB, Rapport DDD/DE/PEB 2005-067R.
- **De Béthencourt, Anne et Chorin, Jacky. 2013.** *Efficacité énergétique : un gisement d'économies ; un objectif prioritaire.* Paris : Les éditions des JOURNAUX OFFICIELS, 2013. 978-2-11-120906-0/0767-4538.
- **Dessons, Alix, Cambillau, Gilles et Dessons, David. 2011.** *Vitrage et isolation des parois opaques.* [PDF] Paris : Raspail, 2011.
- **DOMUS Matériaux Écologiques.** *La maison bioclimatique.* [PDF] BRIVE : © DOMUS Matériaux Écologiques. **Salomon, Thierry et Bedel, Stéphane. 2004.** *La maison des [néga]Watts: Le guide malin de l'énergie chez soi.* Mens : Terre vivante, 2004. 2-904082-77-8
- **Direction Générale des Technologies, de la Recherche et de l'Énergie. 2003.** *Guide pratique de la ventilation naturelle des habitations.* [PDF] Bruxelles : Fonds de Formation professionnelle de la Construction., 2003.
- **-ÉCOCONSO. 2009.** *Les maisons bioclimatiques.* ÉCOCONSO. ÉCOCONSO, 2009, 156.
- **effinergie. 2008.** *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation.* Paris : TMG, 2008.
- **FFB. 2010.** *Les 100 mots de la construction durable.* [PDF] Paris : FFB, 2010.
- **F.Simon, JM.Hauglustaine,***La conception globale de l'enveloppe – Guide pratique pour les architectes,* Ministère de la Région Wallonne, Namur, 2005.
- **guide rénovation bbc effinergie . 2011.** *Bâtiment Basse Consommation en rénovation - Effinergie.*
- **. IBGE. 2010.** *Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments.* [PDF] Bruxelles : Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement, 2010.
- **J. Lemal ,2010 .***renovez votre maison :des solutions architecturales.* éd Dunod, Paris,2010, 104p.

- **LAUSTENS J., 2008, *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, 66,71p.**
- **LIEBARD A. et DE HERDE A., 2005. *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*. Le Moniteur. Paris. 60p.**
- **Lucuik, Mark, et al. 2005. *Analyse de rentabilité pour les bâtiments écologiques au Canada*. Ottawa : MORISON HERSHFIELD, 2005. 2052223.00 **Passivhaus (2007)**. Site Web : <http://www.passiv>**
- **Office fédéral de l'énergie OFEN, Maison des cantons. *Eviter les surchauffes estivales*. [PDF] Berne : SuisseEnergie, Maison des cantons, SuisseEnergie, Conférence des services cantonaux de l'énergie.**
- **Raoust, M, et al. 2010. *Ventilation naturelle et ventilation mécanique dans les bâtiments à haute qualité environnementale*. [PDF] s.l : ICEB (Institut pour la conception environnementale du bâti), 2010.**
- **Robertson, Keith et Athienitis, Andreas. 2012. *L'énergie solaire pour les bâtiments*. [PDF] CANADA : SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement), 2012.**
- **Salomon, Thierry. 2000. *Architecture solaire et conception climatique des bâtiments*. [PDF] Montpellier : l'Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes, 2000.**
- **THIERS S., 2008, *Bilans énergétiques et environnementaux de bâtiments à énergie positive*, Thèse de doctorat, l'université des mines, Paris, 15p.**
- **U.S. Green Building Council. 2013. LEED. USGBC. [En ligne] U.S. Green Building Council, 2013. <http://www.usgbc.org/leed>.**

- **W.BOUAMAMA.** *la politique d'efficacité énergétique en Algérie* ; mémoire fin d'étude , 2013.

Références électroniques :

- <http://www.ente-aix.fr/documents/109-Outils-et-Labels-IUAR09-DIAS.pdf>.
- <http://de.saint-gobain-glass.com/download/file/fid/2415.pdf>.
- <http://www.climamaison.com/lexique/consommation-d-energie.htm>
- <http://www.gouvernement.fr/special-cop-21-l-alliance-de-paris-pour-le-climat-contributions-nationales-negociation-financement-3389>
- www.cop21.gouv.fr
- <http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/10/02>.
- <http://www.climamaison.com/lexique/consommation-d-energie.htm>
- <http://www.global-chance.org/IMG/pdf/GCnHS1p10-11.pdf>
- www.lecertificateurpeb.be/definition-du-certificat-energetique.php
- <http://www.renover-sans-se-tromper.com/conseil-technique-juridique-reglementaire-fiscal-financier/quelle-est-la-difference-entre-un-label-bbc-etc-une-norme-et-la-reglementation-2/>
- <http://www.aprue.org.dz/prg-eco-bat.html> .

- <http://globalarchiconsult.com/wp-content/uploads/2013/04/LA-TERRE-CRUE-EN-ARCHITECTURE-Global-Archiconsult.pdf> . consulté le 15/03/2016.
- http://openarchive.icoms.org/1160/1/II-1-Article6_Abdulac.pdf .consulté le 14/03/2016.
- http://www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/guide_strategies.htm .consulté le 15/03/2016.
- www.region-basse-normandie.fr pdf . consulté le 20 Mars 2016.

Annexe I : glossaire

❖ Effet de serre :

Réchauffement de l'atmosphère (et de la surface de la terre) dû au fait que certains gaz absorbent le rayonnement infrarouge thermique dégagé par la terre et le renvoient en partie vers la surface de celle-ci. Cet effet est un phénomène naturel renforcé par l'émission anthropique (c'est-à-dire due aux activités humaines) de dioxyde de carbone(CO₂), le méthane(CH₄), le protoxyde d'azote(N₂O) et d'autre gaz...

En effet la plupart des activités humaines (transports, chauffage, réfrigération, industrie, élevage, déchets..) rejettent des gaz à effet de serre.

La terre reçoit à la fois un rayonnement provenant directement du soleil et un rayonnement réfléchi par l'atmosphère, ce qui entraîne une élévation des températures moyennes à la surface. Cet effet est amplifié par les formes contemporaines du développement des activités humaines.

❖ Ademe

Ademe est l'abréviation de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Il s'agit d'un établissement public national à caractère industriel et commercial qui agit sous la tutelle des ministères de la Recherche, de l'Écologie et de l'Énergie.

❖ Etiquettes énergie et climat :

• L'étiquette énergie :

Une « étiquette énergie » indiquant la consommation d'énergie du bien (de même que pour l'électroménager et les voitures neuves) ; Est une fiche destinée au consommateur qui résume les caractéristiques d'un produit, en particulier ses performances énergétiques, afin de faciliter le choix entre différents modèles. L'efficacité énergétique de l'appareil est évaluée en termes de *classes d'efficacité énergétique* notées de A+++ à D ou G. La classe A+++ est celle au rendement optimal, D la moins efficace. Cependant toutes les catégories d'appareil ne comportent pas encore les classes A+ à A+++.

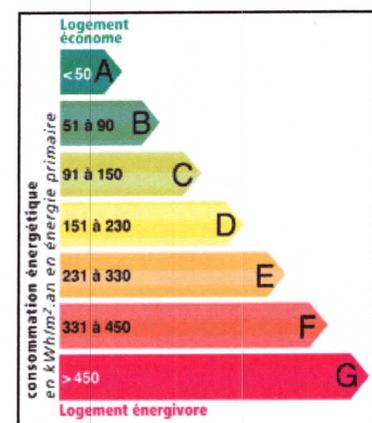


Fig.1 : L'étiquette énergie.
(Source : site Internet)

- **L'étiquette climat :**

Une « **étiquette climat** » précisant l'impact de ces consommations sur l'effet de serre, grâce à une estimation de la quantité de gaz à effet de serre.

L'étiquette climat complète l'étiquette énergie dans le DPE. Elle indique si les éléments d'équipement du logement concernant le **chauffage, l'eau chaude et la climatisation** ne sont pas trop polluants pour la couche d'ozone qui protège la planète des rayons ultraviolets.

L'étiquette climat est fournie à la signature de tout avant-contrat de vente immobilière et de tout bail d'habitation.

Les valeurs sont exprimées en équivalent kilos CO² par m² et par année (**K/CO²/m²/an**) pour chaque logement.

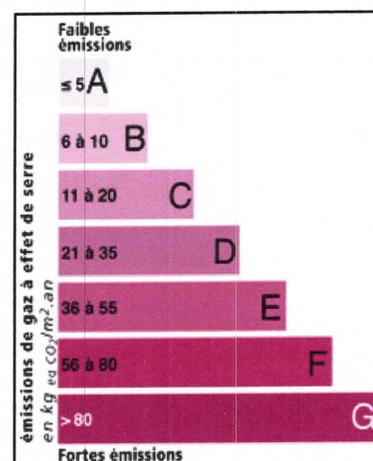


Fig.2 : L'étiquette climat.
(Source : site Internet)

- ❖ **Un label :**

Un label : est une marque spéciale introduite par une organisation professionnelle pour identifier et pour garantir l'origine et un niveau de qualité

Les labels officiels peuvent être des agréments, des certificats de conformité à des normes ou d'une provenance, des labels de qualité. Ils ont en commun d'être décernés en application d'une loi par un ministère ou un service délégué. Ils se distinguent des marques déposées, des qualifications commerciales et des prix décernés par des organismes.

- ❖ **Le Grenelle Environnement**

Le Grenelle Environnement (souvent appelé Grenelle de l'environnement) est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en septembre et octobre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable, en particulier pour restaurer la biodiversité par la mise en place d'une trame verte et bleue et de schémas régionaux de cohérence écologique, tout en diminuant les émissions de gaz à effet de serre et en améliorant l'efficacité énergétique.

ANNEX II-A- : matériaux d'isolation

II-A-Tableaux comparatifs des différents isolants

II.A1.Les isolants d'origine végétale et animale

Les isolants d'origine végétale et animale ont une bonne performance thermique, une durée de vie correcte mais ils restent plus cher que les isolants synthétiques. Ils sont néanmoins beaucoup plus écologiques et nécessitent beaucoup moins d'énergie grise.

	Isolants d'origine végétale				Isolants d'origine animale		
	Laine de chanvre	Laine de lin	Laine de coton	Laine de bois	Liège	Laine de mouton	Plume de canard
Isolation thermique	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Moyenne	Très bonne	Très bonne	Bonne
λ : coef thermique	0,039 à 0,04W /m.K	0,035 à 0,037W/m.K	0,037 à 0,40 W/m.K	0,37 à 0,050 W/mK en semi rigide 0,042 à 0,050 W/m.K en rigide	0,032 à 0,045 W/m.K	0,035 à 0,045 W/m.K	0,040W/m.K
Isolation phonique	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne	Très bonne		Très bonne
Résistance au feu	Bonne si traitement au sel de bore	Bonne si traitement au sel de bore	Bonne si traitement au sel de bore	Bonne si traité	Bonne	Traitement au sel de bore	Traitement au sel de bore
Résistance aux rongeurs et insectes	Très bonne	Bonne si traitement au sel de bore	Bonne si traitement au sel de bore	Traitements nécessaires	Très bonne	Traitements nécessaires dont Mitin FF (polluant aquatique)	Très bonne
Résistance à l'eau	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne si panneau rigide	Très bonne	Très bonne	Très bonne
Coût	15€/m ²	15€/m ²	15€/m ²	20 à 25€/m ²	30€/m ²	15€/m ²	15 €/m ²
épaisseur	100mm	100mm	100mm	100mm	100mm	100mm	100mm
Provenance	Valorisation des déchet de chanvre de l'industrie textile	Valorisation des déchet de chanvre de l'industrie textile	Valorisation des déchet de chanvre de l'industrie textile	Fibres et lignine issues des déchets de bois compressé	Produit a partir de l'écorce de chêne liège. Renouvellement lent.	Déchet de l'industrie textile	
Energie grise	5 à 10 KWh/m ³	5 à 20 KWh/m ³	5 à 20 KWh/m ³		80 à 90 KWh/m ³	50 à 80 KWh/m ³	50 à 80 KWh/m ³

Tableau. II.A.1. : isolants d'origine végétale et animale (source internet)

II.A.2.minérale Les isolants d'origine :

Les isolants d'origine minérale sont très performants thermiquement et sont bon marchés. En revanche; ils nécessitent beaucoup plus d'énergie grise que les isolants naturelles et sont difficilement recyclable.

Isolants d'origine minérale				
	Laine de verre	Laine de roche	Perlite	Argile expansé
Isolation thermique	Très bonne	Très bonne	Moyenne	Faible
λ : coef thermique	0,035W/m.K	0,033 a 0,04 W/m.K	0,05W/m.K	0,09W/m.K
Isolation phonique	Très bonne	Très bonne	bonne	
Résistance au feu	Bonne	Très bonne	Excellent	Très bonne
Résistance aux rongeurs et insectes	Très bonne	Très bonne	Excellent	Très bonne
Résistance à l'eau	Un pare vapeur est indispensable	Un pare vapeur est indispensable	Excellent	Très bonne
Coût	5 a 10 €/m ²	6 €/m ²	20 à 40€/m ²	25 à 30 €/m ²
épaisseur	100mm	100mm		granulats
Provenance	provient de la silice, très difficile à recycler	Provient de la fonte de roche volcanique , difficile à recycler	Broyage de roche volcanique, durée de vie extrêmement longue	Argile cuite a 1100°C
Energie grise	150 a 250 KWh/m ³	150 a 250 KWh/m ³	230 KWh/m ²	300 KWh/m ²

Tableau .II.2: isolants d'origine minérale (source internet)

II.A.3.Les isolants synthétiques :

Les isolants synthétiques sont les meilleurs isolants. En revanche ils sont très polluants, leur combustion est nocive et ils consomment énormément d'énergie grise. Ils sont également très chers.

Isolants synthétiques			
	Polystyrène expansé	Polystyrène extrudé	Polyuréthane
Isolation thermique	Très bonne	Excellente	Excellente
λ : coef thermique	0,034 à 0,040W/m.K	0,028 a 0,034 W/m.K	0,025W/m.K
Isolation phonique	Médiocre	Médiocre	bonne
Résistance au feu	La combustion est toxique	La combustion est toxique	La combustion est toxique
Résistance aux rongeurs et insectes	Très bonne	Très bonne	Très bonne
Résistance à l'eau	Très bonne	Très bonne	Très bonne
Coût	5 €/m ²	15 €/m ²	20 €/m ²
épaisseur		80mm	80mm
Provenance	Dérivé du pétrole	Dérivé du pétrole	Alvéole qui renferme un gaz
Energie grise	450 KWh/m ³	850 KWh/m ³	1000 à 1200 KWh/m ²

Tableau .II.A.3:isolants d'origine synthétiques (source internet)

ANNEX II-B :Les propriétés thermiques des matériaux

II.B.1.La conductivité thermique (exprimée en $W/m.^{\circ}C$) :

Cette valeur définit le flux de chaleur traversant 1 mètre de matière. C'est la capacité d'un matériau à transmettre ou à retenir la chaleur. Elle permet de comparer la capacité à isoler, de plusieurs matériaux de même épaisseur soumis à 1 degré d'écart entre ses 2 faces.

Plus la conductivité thermique est faible, plus le matériau est isolant.

II.B.2.La résistance thermique (R exprimée en $m^2.^{\circ}C/W$) :

La résistance thermique définit la capacité d'un matériau à isoler pour une épaisseur donnée. Cette valeur est dans la réglementation thermique actuelle, utilisée pour garantir des performances minimales.

Plus la résistance thermique est élevée, plus la paroi est isolante.

II.B.3.Le coefficient de transmission surfacique (U exprimée en $W/m^2.^{\circ}C$) :

est utilisé pour caractériser une paroi dans sa globalité avec l'ensemble des matériaux qui la compose. Il représente le flux de chaleur qui traverse $1m^2$ de paroi pour une différence de température de $1^{\circ}C$ entre e l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Il s'agit simplement de l'inverse de la résistance thermique R.

Plus le coefficient de transmission surfacique est faible plus la paroi est isolante.

II.B.4.La capacité calorifique :

La capacité calorifique d'un matériau (C_v) [Wh/m^3k] désigne la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une unité de volume de mur (capacité thermique volumique de 1° .

Plus la capacité thermique est élevée, plus le matériau pourra stocker une quantité de chaleur importante.

II.B.5.La diffusivité thermique :

La diffusivité thermique d'un matériau (a) [m^2/h] exprime la capacité d'un matériau à transmettre une variation de température. C'est la vitesse à laquelle la chaleur se propage par conduction dans un corps

: $a = \lambda / C_v$

Plus la valeur de la diffusivité thermique est faible, plus le front de chaleur mettra du temps à traverser l'épaisseur du matériau (temps de déphasage important.

II.B.6.L'effusivité thermique :

L'effusivité thermique d'un matériau (E) représente la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau se réchauffe.

Plus le coefficient (E) est bas, plus le matériau se réchauffe vite (le cas des isolants).

II.B.7. Inertie thermique :

L'inertie thermique (ou la masse thermique) est le potentiel de stockage thermique d'un local ou d'une maison. L'ensemble des masses réparties à l'intérieur de l'enveloppe isolante d'une construction constituent l'inertie thermique intérieure : les parois en maçonnerie pleine, les dalles de plancher, etc.

II.B.8. Le déphasage :

Le déphasage est un facteur d'amplitude en température, c'est-à-dire l'amplitude des variations de température entre l'intérieur et l'extérieur ou encore la durée de passage de l'onde de chaleur (ou de froid) à travers une paroi extérieure, entre le moment de son absorption sur la face externe et l'instant de sa restitution par la face interne.

**ANNEXE III : LA LEGISLATION ALGERIENNE POUR LES BATIMENTS
ECONOMES.****Les volets du programme algérien triennal d'EE:**

- L'isolation thermique des bâtiments.
- Le développement du chauffe-eau solaire.
- La généralisation de l'utilisation des lampes basse consommation.
- L'introduction de l'efficacité énergétique dans l'éclairage public.
- La réalisation de projets pilotes de climatisation au solaire.

**Le Décret n°2000-116 du 29 mai 2000 fixe les modalités de fonctionnement du
FNME prévoit:**

- Le financement des actions et projets inscrits dans le PNME.
 - L'octroi de prêts non rémunérés consentis aux investissements porteurs d'efficacité énergétiques non-inscrits dans le PNME.
 - L'octroi de garanties pour les emprunts effectués auprès des banques et établissements financiers.
- L'Arrêté Interministériel du 17 septembre 2000, détermine la nomenclature des recettes et des dépenses imputables sur le compte d'affectation spéciale n°302 intitulé « Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie ». Six domaines sont éligibles au financement par le FNME :
- Encadrement réglementaire et institutionnel de la Maîtrise de l'Energie.
 - Sensibilisation, éducation et formation en économie d'énergie.
 - Recherche et Développement liée aux projets d'amélioration de l'efficacité énergétique.
 - Etudes de définition et de mise en œuvre de stratégies nationales d'efficacité énergétique à long terme.
 - Aide au financement d'opérations visant l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'introduction de filières ou de technologies énergétiques nouvelles.
- L'Arrêté Interministériel du 17 septembre 2000, précise les modalités de suivi et de l'évaluation du compte d'affectation spéciale n°302 intitulé « Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie » Cet arrêté stipule, notamment que :

- L'accès aux avantages du Fonds ouvert aux opérateurs nationaux des secteurs public et privé.
 - Les modalités de mise en œuvre des actions et projets financés sont fixés par des conventions établies entre le bénéficiaire et le MEM.
 - Le suivi et le contrôle sont assurés par les services du MEM.
- **Les recettes du FNME :**
- Taxes sur la consommation d'énergie. (Ces taxes sont prélevées par les entreprises SONELGAZ et SONATRACH). Le niveau des taxes, fixé par la loi de finances est calculé en fonction des objectifs arrêtés dans le PNME, Actuellement, seuls l'électricité et le GN sont concernés par ces taxes. A terme, les carburants seront également taxés. Autres ressources. Outre les taxes sur les consommations d'énergie, le Fonds peut être approvisionné à travers :
 - Des subventions de l'Etat.
 - Le produit des taxes sur les appareils énergivores et des amendes prévues dans le cadre de la Loi sur la Maîtrise de l'énergie.
 - Le produit des remboursements des prêts.
 - Toutes autres ressources ou contributions.
- **La loi de finances 2000 a fixé le niveau de ces taxes à :**
- 0,0015 DA/thermie pour le GN (HP et MP).
 - 0,02 DA/KWH pour l'électricité (HT et MT).

La loi relative à la maîtrise d'énergie en Algérie :

Loi n° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie.

Un décret exécutif (N°2000-90) adopté en avril 2000, portant sur la réglementation thermique des bâtiments neufs est venu accompagner cette loi. Ce décret institue l'obligation pour les bâtiments neufs de satisfaire à des performances minimales exprimées à travers des valeurs de référence pour l'enveloppe et qui constituent des limites à ne pas dépasser.

Ces valeurs de référence sont données dans trois documents techniques réglementaires (DTR C3.2 du 10/12/97, DTR C3.4 du 18/08/98 et DTR C3.3.1 du 14/11/05), élaborés par le Centre National d'Etudes et Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) et promulgués par arrêtés ministériels.

Ces DTR qui préconisent l'utilisation des matériaux localement disponibles tels que le Béton de Terre Stabilisée (BTS), la pierre et le plâtre, l'orientation adéquate des bâtiments, l'isolation de l'enveloppe et des planchers pour limiter les déperditions énergétiques en hiver et les apports calorifiques en été, la ventilation naturelle, l'éclairage et l'ombrage naturels, permettent aux maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrages et entreprises de réalisation de concevoir et d'exécuter des ouvrages à haute performance énergétique tout en garantissant les exigences requises en matière de stabilité, de résistance aux aléas naturels et de confort.

L'application de cette réglementation permet de réduire, en principe, de 30 à 40% la consommation d'énergie, hors poste cuisson ; ce qui contribuerait à réduire fortement la facture énergétique et les émissions des GES.

Loi n°04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

La présente loi a pour objet de fixer les modalités de promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

*De promouvoir un développement national durable en améliorant les conditions de vie et en œuvrant à garantir un cadre de vie sain.

*De promouvoir l'utilisation écologiquement rationnelle des ressources naturelles disponibles, ainsi que l'usage de technologies plus propres.

L'Algérie comme tout autre pays a tracé sa feuille de route pour l'usage et la promotion des énergies renouvelables. Motivé par son engagement envers la communauté internationale pour la lutte contre le réchauffement climatique et sa possession de l'un des plus grands gisements solaires au monde, l'état algérien se lance par un programme qui consacre au solaire thermique et au solaire photovoltaïque une part essentielle. Le solaire devrait atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité.

RESUME :

Aujourd'hui ; le monde souffre de la raréfaction des ressources énergétiques, des études ont montré que Le secteur résidentiel est à l'origine de 40% de la consommation d'énergie finale dans le monde. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficace s'impose comme une nécessité de nos jours.

L'objectif de ce travail est de déterminer des solutions architecturales afin d'obtenir des bâtiments à basse consommation (compacité ; orientation ; isolation ; ventilation ; végétation ; ...etc.) Qui aident les architectes dans la conception en disposant des outils d'évaluation afin de mettre en application des normes réglementaires pour réduire l'impact environnemental de ce secteur et réduire la consommation énergétique dans le bâtiment.

MOTS CLÉS : Bâtiment à basse consommation, ressources énergétiques, la maîtrise de l'énergie, l'impact environnemental, consommation énergétique, conception architecturale efficacité énergétique, label énergétique.

ABSTRACT:

The world today suffers from scarcity of energy resources; studies have shown that the residential sector is responsible for 40% of final energy consumption in the world. Development prospects of housing will lead to an exponential increase in energy's consumption. In this context, the design and construction of energy efficient housing is a necessity today.

The objective of this work is to determine architectural solutions to obtain low-energy buildings(compactness; orientation; insulation; ventilation ; vegetation; ... Etc.) That help architects in the design by providing assessment tools to implement regulatory standards to reduce the environmental impact of this sector and reduce energy consumption in the building.

KEYWORDS :Low consumption buildings , energy resources , the energy control, environmental impact , energy consumption , architectural design , energy efficient-energy label.

ملخص:

يعاني العالم اليوم من ندرة موارد الطاقة، أظهرت الدراسات أن القطاع السكني هو المسؤول عن 40% من الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم. و أفاق تنمية الحضيرة السكنية سيؤدي إلى زيادة هائلة في الطاقة المستهلكة . في ظل هذا الواقع يعتبر تصميم وبناء المباني السكنية ذات الفعالية الطاقوية ضرورة لترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع.

الهدف من هذا العمل هو تحديد الحلول المعمارية للحصول على مباني منخفضة الطاقة (الاكتناز، والتوجه، والعزل، والتهوية، الغطاء النباتي ...الخ) الذي يساعد المهندسين المعماريين في التصميم من خلال توفير أدوات التقييم لتنفيذ المعايير التنظيمية للحد من الأثر البيئي لهذا القطاع والحد من استهلاك الطاقة في المبني.

الكلمات المفتاحية: مباني الاستهلاك المنخفضة، موارد الطاقة ، التحكم في الطاقة ، الأثر البيئي، استهلاك الطاقة ، التصميم المعماري، الكفاءة الطاقوية- العلامة الطاقوية .

RESUME :

Aujourd'hui ; le monde souffre de la raréfaction des ressources énergétiques, des études ont montré que Le secteur résidentiel est à l'origine de 40% de la consommation d'énergie finale dans le monde. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficace s'impose comme une nécessité de nos jours.

L'objectif de ce travail est de déterminer des solutions architecturales afin d'obtenir des bâtiments à basse consommation (compacité ; orientation ; isolation ; ventilation ; végétation ; ...etc.) Qui aident les architectes dans la conception en disposant des outils d'évaluation afin de mettre en application des normes réglementaires pour réduire l'impact environnemental de ce secteur et réduire la consommation énergétique dans le bâtiment.

MOTS CLÉS : Bâtiment à basse consommation, ressources énergétiques, la maîtrise de l'énergie, l'impact environnemental, consommation énergétique, conception architecturale efficacité énergétique, label énergétique.

ABSTRACT:

The world today suffers from scarcity of energy resources; studies have shown that the residential sector is responsible for 40% of final energy consumption in the world. Development prospects of housing will lead to an exponential increase in energy's consumption. In this context, the design and construction of energy efficient housing is a necessity today.

The objective of this work is to determine architectural solutions to obtain low-energy buildings(compactness; orientation; insulation; ventilation ; vegetation; ... Etc.) That help architects in the design by providing assessment tools to implement regulatory standards to reduce the environmental impact of this sector and reduce energy consumption in the building.

KEYWORDS :Low consumption buildings , energy resources , the energy control, environmental impact , energy consumption , architectural design , energy efficient-energy label.

ملخص:

يعاني العالم اليوم من ندرة موارد الطاقة، أظهرت الدراسات أن القطاع السكني هو المسؤول عن 40% من الاستهلاك النهائي للطاقة في العالم. و أفاق تنمية الحضيرة السكنية سيؤدي إلى زيادة هائلة في الطاقة المستهلكة. في ظل هذا الواقع يعتبر تصميم وبناء المباني السكنية ذات الفعالية الطاقوية ضرورة لترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع.

الهدف من هذا العمل هو تحديد الحلول المعمارية للحصول على مباني منخفضة الطاقة (الاكتناز، والتوجه، والعزل، والتهوية، الغطاء النباتي ... الخ) الذي يساعد المهندسين المعماريين في التصميم من خلال توفير أدوات التقييم لتنفيذ المعايير التنظيمية للحد من الأثر البيئي لهذا القطاع والحد من استهلاك الطاقة في المباني.

الكلمات المفتاحية: مباني الاستهلاك المنخفضة، موارد الطاقة ، التحكم في الطاقة ، الأثر البيئي، استهلاك الطاقة ، التصميم المعماري، الكفاءة الطاقوية- العلامة الطاقوية .